

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-88486

(P2012-88486A)

(43) 公開日 平成24年5月10日(2012.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 2 F 1/1343 (2006.01)	G O 2 F 1/1343	2 H O 9 2
G O 2 F 1/1334 (2006.01)	G O 2 F 1/1334	2 H 1 8 9
G O 2 F 1/13357 (2006.01)	G O 2 F 1/13357	2 H 1 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 22 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2010-234413 (P2010-234413)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成22年10月19日 (2010.10.19)		ソニー株式会社
			東京都港区港南1丁目7番1号
		(74) 代理人	100098785
			弁理士 藤島 洋一郎
		(74) 代理人	100109656
			弁理士 三反崎 泰司
		(74) 代理人	100130915
			弁理士 長谷部 政男
		(74) 代理人	100155376
			弁理士 田名網 孝昭
		(72) 発明者	新開 章吾
			東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社社内

最終頁に続く

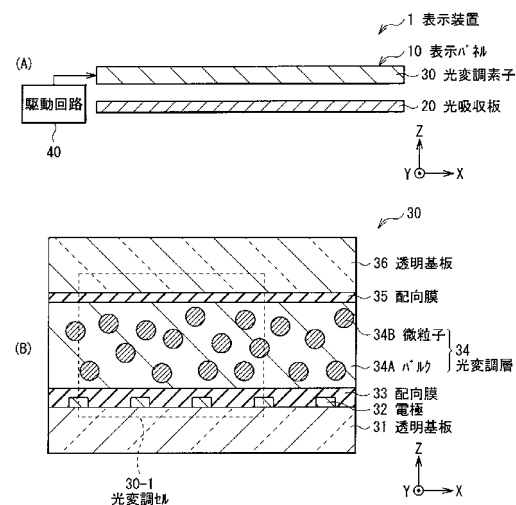
(54) 【発明の名称】 表示パネルおよび表示装置

(57) 【要約】

【課題】コントラストが高く、しかも明るい画像を得ることの可能な表示パネルおよび表示装置を提供する。

【解決手段】表示パネル10は光変調素子30により構成される。光変調素子30は、透明基板31の法線と交差する面と平行な方向に主たる電場を発生させることの可能な電極32と、光学異方性を有するバルク34Aおよび微粒子34Bを含む光変調層34とを有する。バルク34Aおよび微粒子34Bの光軸AX1, AX2が、透明基板31の表面と平行またはほぼ平行となっており、かつ電極32によって発生する電場の大きさに応じて、透明基板31の表面と平行またはほぼ平行な面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光変調素子を備えた表示パネルであって、
前記光変調素子は、
間隙を介して互いに対向配置された下側基板および上側基板と、
前記下側基板および前記上側基板の少なくとも一方の基板の表面に設けられ、かつ前記下側基板の法線と交差する第 1 面と平行な方向に主たる電場を発生させることの可能な電極と、
前記下側基板および前記上側基板の間隙に設けられ、かつ光学異方性を有する第 1 領域および第 2 領域を含む光変調層と
を有し、
前記第 1 領域および前記第 2 領域の光軸は、前記第 1 面と平行となっており、かつ前記電極によって発生する電場の大きさに応じて、前記第 1 面の面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする
表示パネル。

10

【請求項 2】

前記第 1 面は、前記下側基板の表面と平行またはほぼ平行となっている
請求項 1 に記載の表示パネル。

【請求項 3】

前記電極は、
前記下側基板上に設けられ、かつ第 1 の方向に延在する複数の第 1 帯状電極と、
前記下側基板上に設けられ、かつ前記第 1 電極と交互に配置された複数の第 2 帯状電極と
を有する
請求項 2 に記載の表示パネル。

20

【請求項 4】

前記光変調素子の下面に接着された導光板をさらに備えた
請求項 1 に記載の表示パネル

【請求項 5】

前記第 1 面は、前記下側基板の表面と非平行となっている
請求項 4 に記載の表示パネル。

30

【請求項 6】

前記電極は、
前記下側基板上に設けられ、かつ第 1 方向に延在する複数の第 1 帯状電極と、
前記上側基板上に設けられ、かつ前記第 1 方向に延在すると共に前記第 1 帯状電極と非対向な位置に配置された複数の第 2 帯状電極と
を有する
請求項 5 に記載の表示パネル。

【請求項 7】

前記電極は、
前記下側基板上に設けられ、かつ第 1 方向に延在する複数の第 1 帯状電極と、
前記上側基板上に設けられ、かつ前記第 1 方向と交差する方向に延在する複数の第 2 帯状電極と
を有する
請求項 5 に記載の表示パネル。

40

【請求項 8】

前記電極は、
前記下側基板上に設けられ、かつ第 1 方向に延在する複数の第 1 帯状電極と、
前記下側基板上に設けられ、かつ前記第 1 帯状電極と交互に配置された複数の第 2 帯状電極と、

50

前記上側基板上に設けられ、かつ前記第 1 方向と交差する方向に延在する複数の第 3 帯状電極と

を有する

請求項 5 に記載の表示パネル。

【請求項 9】

前記第 1 帯状電極は、光吸収性を有する導電性材料によって構成されている

請求項 6 ないし請求項 8 のいずれか一項に記載の表示パネル。

【請求項 10】

前記第 1 帯状電極および前記第 2 帯状電極は、光吸収性を有する導電性材料によって構成されている

請求項 3 に記載の表示パネル。

【請求項 11】

表示パネルと、

前記表示パネルを駆動する駆動回路と

を備え、

前記表示パネルは、光変調素子を有し、

前記光変調素子は、

間隙を介して互いに対向配置された下側基板および上側基板と、

前記下側基板および前記上側基板の少なくとも一方の基板の表面に設けられ、かつ前記下側基板の法線と交差する第 1 面と平行な方向に主たる電場を発生させることの可能な電極と、

前記下側基板および前記上側基板の間隙に設けられ、かつ光学異方性を有する第 1 領域および第 2 領域を含む光変調層と

を有し、

前記第 1 領域および前記第 2 領域の光軸は、前記第 1 面と平行となっており、かつ前記電極によって発生する電場の大きさに応じて、前記第 1 面の面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする

表示装置。

【請求項 12】

前記第 1 面は、前記下側基板の表面と平行またはほぼ平行となっている

請求項 11 に記載の表示装置。

【請求項 13】

前記電極は、

前記下側基板上に設けられ、かつ第 1 の方向に延在する複数の第 1 帯状電極と、

前記下側基板上に設けられ、かつ前記第 1 電極と交互に配置された複数の第 2 帯状電極と

を有する

請求項 12 に記載の表示装置。

【請求項 14】

前記表示パネルの背後に光吸収板をさらに備えた

請求項 11 ないし請求項 13 のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項 15】

前記光変調素子の下面に接着された導光板と、

前記導光板の側面に配置された光源と

をさらに備えた

請求項 11 に記載の表示装置。

【請求項 16】

前記第 1 面は、前記下側基板の表面と非平行となっている

請求項 15 に記載の表示装置。

【請求項 17】

10

20

30

40

50

前記電極は、
前記下側基板上に設けられ、かつ第１方向に延在する複数の第１帯状電極と、
前記上側基板上に設けられ、かつ前記第１方向に延在すると共に前記第１帯状電極と非
対向な位置に配置された複数の第２帯状電極と
を有する
請求項１６に記載の表示装置。

【請求項１８】

前記電極は、
前記下側基板上に設けられ、かつ第１方向に延在する複数の第１帯状電極と、
前記上側基板上に設けられ、かつ前記第１方向と交差する方向に延在する複数の第２帯
状電極と
を有する
請求項１６に記載の表示装置。

【請求項１９】

前記電極は、
前記下側基板上に設けられ、かつ第１方向に延在する複数の第１帯状電極と、
前記下側基板上に設けられ、かつ前記第１帯状電極と交互に配置された複数の第２帯
状電極と、
前記上側基板上に設けられ、かつ前記第１方向と交差する方向に延在する複数の第３帯
状電極と
を有する
請求項１６に記載の表示装置。

【請求項２０】

前記第１帯状電極は、光吸収性を有する導電性材料によって構成されている
請求項１７ないし請求項１９のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項２１】

前記光変調層は、前記電極によって生じる電場に対する応答速度が相対的に早い液晶分
子と、前記電極によって生じる電場に対する応答速度が相対的に遅い高分子とを含んで構
成されている
請求項１１ないし請求項２０のいずれか一項に記載の表示装置。

【請求項２２】

前記電極は、第１の方向に延在する帯状の複数の第１電極と、前記第１電極と互い違い
に配置され、かつ前記第１の方向に延在する帯状の複数の第２電極とを有し、
前記液晶分子および前記高分子は、前記第１電極および前記第２電極に電圧が印加され
ていない時に前記第１電極の延在方向に配向している
請求項２１に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、光に対して散乱性または透明性を示す光変調素子を備えた表示パネルおよび
表示装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

近年、携帯電話や電子ペーパーなどのモバイル機器向けの表示装置の需要が高くなって
おり、反射型の表示装置が注目されている。反射型の表示装置は、外部からの入射光を反
射板で反射させて表示を行うものであり、バックライトを必要としない。そのため、バッ
クライトの分だけ消費電力が節約されるので、透過型の表示装置を用いた場合と比べて、
モバイル機器の長時間駆動が可能である。また、バックライトが不要であることから、そ
の分だけ軽量化や小型化も可能となる。

【０００３】

10

20

30

40

50

しかし、反射型の表示装置では、コントラストを高めることが容易ではなく、従来から、様々な方策が提案されている。例えば、特許文献 1 では、表示パネルとして液晶パネルを用いる場合に、液晶層を挟み込む基板と偏光板との間に位相差板を設けることが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3 2 0 4 2 6 0 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

ところで、反射型の表示装置の表示パネルとしては、上述の液晶パネルの他に、高分子分散液晶 (P D L C ; Polymer Dispersed Liquid Crystal) を用いたパネルを用いることが可能である。P D L C は、電圧印加により透明と散乱を切り換えることの可能な素子であり、電極によって生じる電場に対する応答速度が相対的に早い液晶分子と、電極によって生じる電場に対する応答速度が相対的に遅い高分子とを含んで構成されている。

【0006】

しかし、通常の P D L C を、当該 P D L C の法線と交差する方向 (つまり、斜め方向) から見た場合に、上記の液晶分子と、上記の高分子の屈折率が互いに一致していない。そのため、通常の P D L C を反射型の表示装置の表示パネルに用いた場合には、黒輝度が上昇し、コントラストが低下するという問題がある。特に、文字や絵などを表示した場合、部分的に散乱、透明 (もしくは黒) の状態となるが、この散乱部で散乱された光が上下基板に導光し透明 (もしくは黒) 部分にまで到達する。したがって、透明性が低い (または黒レベルが低い) 場合には、より一層黒輝度が上昇してしまい、コントラストが低下する。また、水平配向タイプの P D L C を反射型の表示装置の表示パネルに用いた場合に、垂直方向に電場がかかるように電極を配置したときには、P D L C の上面に入射する光のうち片方の偏光成分しか反射させることができない。そのため、明るい画像を得ることが容易ではないという問題がある。

20

【0007】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、コントラストが高く、しかも明るい画像を得ることの可能な表示パネルおよび表示装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の表示パネルは、光変調素子を備えたものである。上記の光変調素子は、間隙を介して互いに対向配置された第 1 透明基板および第 2 透明基板と、第 1 透明基板および第 2 透明基板の少なくとも一方の透明基板の表面に設けられた電極と、第 1 透明基板および第 2 透明基板の間隙に設けられた光変調層とを有している。電極は、第 1 透明基板の法線と交差する第 1 面と平行な方向に主たる電場を発生させることが可能となっている。光変調層は、光学異方性を有する第 1 領域および第 2 領域を含んで構成されている。光変調層内の第 1 領域および第 2 領域の光軸は、第 1 透明基板の法線と交差する第 1 面と平行となっており、かつ電極によって発生する電場の大きさに応じて、第 1 面の面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする。

40

【0009】

本発明の表示装置は、表示パネルと、表示パネルを駆動する駆動回路とを備えている。この表示装置に含まれる表示パネルは、上記の表示パネルと同一の構成となっている。

【0010】

本発明の表示パネルおよび表示装置では、光変調層内の第 1 領域および第 2 領域の光軸が、第 1 透明基板の法線と交差する第 1 面と平行となっており、かつ電極によって発生する電場の大きさに応じて、第 1 面の面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする。これにより、第 1 領域および第 2 領域の光軸が互い

50

に同一またはほぼ同一の方向を向いている場合には、光変調層はあらゆる方向において均一な屈折率分布となり、外光に対して透明性を示す。従って、光変調層が透明性を示しているときには、表示パネルに入射してきた外光は光変調層を透過し、例えば、表示パネルの背面にある筐体や光吸収性の部材に吸収される。その結果、黒輝度を低くすることができる。また、第1領域および第2領域の光軸が互いに異なる方向を向いている場合には、光変調層は、表示パネルに斜めに入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分に対して散乱性を示し、表示パネルに垂直に入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分に対しても散乱性を示す。従って、光変調層が散乱性を示しているときには、表示パネルに入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分を反射させることができる。

【0011】

本発明の表示パネルおよび表示装置において、導光板の側面に光源を設けることも可能である。また、本発明の表示パネルおよび表示装置において、第1面は、第1透明基板の表面と平行またはほぼ平行となっていてよいし、第1透明基板の表面と非平行となっていてよい。本発明の表示パネルおよび表示装置において、導光板の側面に光源を設けた場合には、第1面が第1透明基板の表面と非平行となっていることが好ましい。第1面が第1透明基板の表面と平行またはほぼ平行となっている場合、電極は、例えば、以下のような構成となっている。すなわち、電極は、第1透明基板上に設けられた複数の第1電極と、第2透明基板上に設けられた複数の第2電極とを有している。各第1電極は、第1透明基板の表面と平行な方向に延在しており、各第2電極は、第1電極の延在方向と同一の方向に延在すると共に第1電極と交互に配置されている。

【0012】

第1面が第1透明基板の表面と非平行となっている場合、電極は、例えば、以下の3種類の構造のいずれかを採ることが可能である。1つ目の例では、電極は、第1透明基板上に設けられた複数の第1電極と、第2透明基板上に設けられた複数の第2電極とを有している。ここで、各第1電極は、第1透明基板の表面と平行な方向に延在しており、各第2電極は、第1電極の延在方向と同一の方向に延在すると共に第1電極と非対向な位置に配置されている。2つ目の例では、電極は、第1透明基板上に設けられた複数の第1電極と、第2透明基板上に設けられた複数の第2電極とを有している。ここで、各第1電極は、第1透明基板の表面と平行な方向に延在しており、各第2電極は、第1電極の延在方向と交差する方向に延在している。3つ目の例では、電極は、第1透明基板上に設けられた複数の第1電極および複数の第2電極と、第2透明基板上に設けられた複数の第3電極とを有している。ここで、各第1電極は、第1透明基板の表面と平行な方向に延在しており、各第2電極は、第1電極の延在方向と同一の方向に延在すると共に第1電極と交互に配置されている。さらに、各第3電極は、第1電極の延在方向と交差する方向に延在している。

【発明の効果】

【0013】

本発明の表示パネルおよび表示装置によれば、光変調層が透明性を示しているときに、黒輝度を低くすることができ、光変調層が散乱性を示しているときに、表示パネルに入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分を反射させることができるようにしたので、コントラストが高く、しかも明るい画像を得ることができる。

【0014】

また、本発明の表示パネルおよび表示装置において、導光板の側面に光源を設けると共に、第1面を第1透明基板の表面と非平行にした場合には、上面から入射する外光と、横方向から入射する光源からの光との双方の光を光変調層において効果的に散乱させることが可能となる。これにより、より明るい画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の一実施の形態に係るバックライトの構成の一例を表す断面図である。

【図2】図1のバックライトの構成の一変形例を表す断面図である。

10

20

30

40

50

- 【図 3】図 1 の電極の構成の一例を表す斜視図である。
- 【図 4】図 1 の電極の構成の他の例を表す斜視図である。
- 【図 5】図 1 の光変調層の配向の一例について説明するための模式図である。
- 【図 6】図 1 の光変調層の配向の他の例について説明するための模式図である。
- 【図 7】図 1 のバックライトの作用について説明するための模式図である。
- 【図 8】図 1 のバックライトの製造工程について説明するための断面図である。
- 【図 9】図 8 に続く製造工程について説明するための断面図である。
- 【図 10】図 9 に続く製造工程について説明するための断面図である。
- 【図 11】垂直配向型 P D L C の配向の一例について説明するための模式図である。
- 【図 12】垂直配向型 P D L C の配向の他の例について説明するための模式図である。
- 【図 13】図 11 , 図 12 の P D L C の作用について説明するための模式図である。
- 【図 14】図 1 のバックライトの構成の一変形例を表す断面図である。
- 【図 15】図 1 の光変調素子の構成の一変形例を表す断面図である。
- 【図 16】図 1 の電極の構成の第 1 変形例を表す斜視図である。
- 【図 17】図 1 の電極の構成の第 2 変形例を表す斜視図である。
- 【図 18】図 1 の電極の構成の第 3 変形例を表す斜視図である。
- 【図 19】図 1 の光変調素子の構成の他の変形例を表す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、発明を実施するための形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 実施の形態

表示パネルに I P S (In-Plane Switching) 型の P D L C が
用いられている例 (図 1 ~ 図 10)
比較例に係る垂直配向型 P D L C の構成 (図 11 ~ 図 13)

2. 変形例

導光板およびサイドライトが設けられている例 (図 14)
I P S 型の P D L C の電極配置の他の例 (図 15)
電極構造のバリエーション (図 16 ~ 図 18)
カラーフィルタが設けられている例 (図 19)

【0017】

< 1. 実施の形態 >

図 1 (A) は、本発明の一実施の形態に係る表示装置 1 の概略構成の一例を表す断面図である。図 1 (B) は、図 1 (A) の表示装置 1 の一部である光変調素子 30 の構成の一例を表す断面図である。なお、図 1 (A) , (B) は、模式的に表したものであり、実際の寸法や形状と同一であるとは限らない。この表示装置 1 は、例えば、表示パネル 10 と、表示パネル 10 の背後に配置された光吸収板 20 と、表示パネル 10 を駆動する駆動回路 40 とを備えている。表示パネル 10 は、例えば、光変調素子 20 を有している。

【0018】

光吸収板 20 は、表示パネル 10 の背後から漏れ出てきた光を吸収するものであり、例えば、黒色顔料が分散された樹脂からなる。なお、表示装置 1 の筐体 (図示せず) が光吸収性を有する場合には、例えば、図 2 に示したように、光吸収板 20 を省略することも可能である。

【0019】

光変調素子 30 は、例えば、図 1 (B) に示したように、透明基板 31、電極 32、配向膜 33、光変調層 34、配向膜 35 および透明基板 36 を光吸収板 20 側から順に配置したものである。

【0020】

透明基板 31 , 36 は、光変調層 34 を支持するものであり、一般に、可視光に対して

透明な基板、例えば、ガラス板や、プラスチックフィルムによって構成されている。電極 3 2 は、透明基板 3 1 のうち光変調層 3 4 側の表面上に設けられたものである。電極 3 2 は、透明基板 3 1 の法線と交差する面と平行な方向に主たる電場を発生させることの可能な構造となっており、本実施の形態においては、光変調層 3 4 内に、透明基板 3 1 の表面と平行な方向に主たる電場を発生させることの可能な構造となっている。なお、透明基板 3 1 の法線と交差する面が、本発明の「第 1 面」の一具体例に相当する。

【0021】

具体的には、例えば、図 3 に光変調素子 3 0 の一部を抜き出して示したように、電極 3 2 は、透明基板 3 1 の表面と平行な面内の一方向に延在する 1 または複数の帯状電極を有する第 1 電極 3 2 A と、第 1 電極 3 2 A の帯状電極と交互に配置された 1 または複数の帯状電極を有する第 2 電極 3 2 B とを有している。第 1 電極 3 2 A の帯状電極と、第 2 電極 3 2 B の帯状電極とは、例えば、互いに平行となっているか、または互いにほぼ平行となっている。第 1 電極 3 2 A に複数の帯状電極が含まれている場合、各帯状電極は互いに電氣的に接続されている。同様に、第 2 電極 3 2 B に複数の帯状電極が含まれている場合、各帯状電極は互いに電氣的に接続されている。第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B は、これらに所定の電圧が印加されると、透明基板 3 1 の表面と平行な方向であって、かつ第 1 電極 3 2 A の帯状電極の延在方向と直交する方向に主な電場を生じさせるようになっている。

【0022】

第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B は、それぞれ、例えば、図 3 に示したような単一構造物で構成されていてもよいが、複数の構造物で構成されていてもよい。例えば、図 4 (A) ~ (C) に示したように、第 1 電極 3 2 A が複数の部分電極 3 2 A' で構成され、第 2 電極 3 2 B が複数の部分電極 3 2 B' で構成されていてもよい。このとき、各部分電極 3 2 A' は、透明基板 3 1 の表面と平行な面内の一方向に延在する 1 または複数の帯状電極を有している。一方、各部分電極 3 2 B' は、部分電極 3 2 A' に含まれる 1 または複数の帯状電極と交互に配置された 1 または複数の帯状電極を有している。各部分電極 3 2 A' に含まれる 1 または複数の帯状電極と、各部分電極 3 2 B' に含まれる 1 または複数の帯状電極とは、例えば、互いに平行となっているか、または互いにほぼ平行となっている。各部分電極 3 2 A' に複数の帯状電極が含まれている場合、各帯状電極は互いに電氣的に接続されている。同様に、各部分電極 3 2 A' に複数の帯状電極が含まれている場合、各帯状電極は互いに電氣的に接続されている。部分電極 3 2 A' および部分電極 3 2 B' は、これらに所定の電圧が印加されると、透明基板 3 1 の表面と平行な方向であって、かつ部分電極 3 2 A' の帯状電極の延在方向と直交する方向に主な電場を生じさせるようになっている。なお、以下では、互いに噛み合った部分電極 3 2 A' , 3 2 B' を部分電極対 3 2 C と称するものとする。

【0023】

複数の部分電極対 3 2 C は、例えば、図 4 (A) , (B) に示したように、面内の一方向に配列されていてもよいし、例えば、図 4 (C) に示したように、マトリクス状に配列されていてもよい。なお、複数の部分電極対 3 2 C がマトリクス状に配列されている場合、1 つの部分電極対 3 2 C が表示装置 1 の 1 画素となる。

【0024】

電極 3 2 は、例えば、透明な導電性材料、例えば、酸化インジウムスズ (ITO ; Indium Tin Oxide) からなる。ただし、電極 3 2 は、透明な材料でなくてもよく、例えば、光吸収性を有する導電性材料によって構成されていてもよい。光吸収性を有する導電性材料としては、例えば、クロムや、黒色顔料が分散された導電性材料などが挙げられる。なお、電極 3 2 が光吸収性を有する導電性材料によって構成されている場合には、電極 3 2 は、光変調層を透過してきた光を吸収する機能も兼ね備えていることになる。従って、この場合には、例えば、図 2 に示したように、光吸収板 2 0 を省略することも可能である。

【0025】

第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B が、それぞれ、複数の部分電極 3 2 A' , 3 2 B

’で構成されている場合に、部分電極対32Cを光変調素子30の法線方向から見たときに、光変調素子30のうち部分電極対32Cと対向する箇所が光変調セル30-1を構成している。例えば、図1(B)に破線で例示したような箇所が光変調セル30-1となっている。各光変調セル30-1は、部分電極32A’、32B’に所定の電圧を印加することにより他の光変調セル30-1とは別個独立に駆動することの可能なものであり、部分電極32A’、32B’に印加される電圧値の大きさに応じて、表示パネル10の上面から入射した外光に対して透明性を示したり、散乱性を示したりする。なお、透明性、散乱性については、光変調層34を説明する際に詳細に説明する。

【0026】

配向膜33、35は、例えば、光変調層34に用いられる液晶やモノマーを配向させるものである。本実施の形態では、配向膜33、35には水平用配向膜が用いられる。水平用配向膜としては、例えば、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリビニルアルコールなどをラビング処理することにより形成された配向膜、転写やエッチングなどにより溝形状が付与された配向膜が挙げられる。また、水平用配向膜としては、例えば、酸化ケイ素などの無機材料を斜方蒸着することにより形成された配向膜、イオンビーム照射により形成されたダイヤモンドライクカーボン配向膜、電極パターンスリットの形成された配向膜が挙げられる。透明基板31、36としてプラスチックフィルムを用いる場合には、製造工程において、透明基板31、36の表面に配向膜33、35を塗布した後の焼成温度ができるだけ低いことが好ましいことから、配向膜33、35として、100℃以下の温度で形成可能なポリアミドイミドを用いることが好ましい。

10

20

【0027】

また、水平用配向膜には、液晶とモノマーを配向させる機能があれば十分であり、通常の液晶ディスプレイに要求される電圧の繰り返し印加による信頼性などは必要ない。これは、デバイス作成後の電圧印加に対する信頼性がモノマーを重合したものと液晶との界面で決まるからである。また、配向膜を用いなくても、例えば、第1電極32Aおよび第2電極32B（または部分電極32A’、32B’）間に電場や磁場を印加することによっても、光変調層34に用いられる液晶やモノマーを配向させることが可能である。つまり、第1電極32Aおよび第2電極32B（または部分電極32A’、32B’）間に電場や磁場を印加しながら、紫外線を照射して電圧印加状態での液晶やモノマーの配向状態を固定させることができる。配向膜の形成に電圧を用いる場合には、配向用と駆動用とで別々の電極を形成するか、液晶材料に周波数によって誘電率異方性の符号が反転する二周波液晶などを用いることができる。また、配向膜の形成に磁場を用いる場合、配向膜として磁化率異方性の大きい材料を用いることが好ましく、例えば、ベンゼン環の多い材料を用いることが好ましい。

30

【0028】

光変調層34は、電場の大きさに応じて、表示パネル10の上面から入射した外光に対して散乱性もしくは透明性を示すものである。光変調層34は、例えば、図1(B)に示したように、バルク34Aと、バルク34A内に分散された微粒子状の複数の微粒子34Bとを含んだ複合層となっている。バルク34Aおよび微粒子34Bは光学異方性を有している。バルク34Aおよび微粒子34Bの光軸（後述のAX1、AX2）は、透明基板31の法線と交差する面と平行となっており、かつ電極23によって発生する電場の大きさに応じて、透明基板31の法線と交差する面の面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする。

40

【0029】

図5は、第1電極32Aおよび第2電極32B（または部分電極32A’、32B’）間に電圧が印加されていない時の、バルク34Aおよび微粒子34B内の配向状態の一例を模式的に表したものである。図5中の楕円体134Aは、第1電極32Aおよび第2電極32B（または部分電極32A’、32B’）間に電圧が印加されていない時の、バルク34Aの屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。図5中の楕円体134Bは、第1電極32Aおよび第2電極32B（または部分電極32A’、32B

50

’)間に電圧が印加されていない時の、微粒子34Bの屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。この屈折率楕円体は、様々な方向から入射した直線偏光の屈折率をテンソル楕円体で表したものであり、光が入射する方向からの楕円体の断面を見ることによって、幾何的に屈折率を知ることができるものである。

【0030】

図6は、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されている時の、バルク34Aおよび微粒子34B内の配向状態の一例を模式的に表したものである。図6中の楕円体134Aは、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されている時の、バルク34Aの屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。図6中の楕円体134Bは、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されている時の、微粒子34Bの屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。

【0031】

バルク34Aおよび微粒子34Bは、例えば、図5に示したように、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されていない時に、バルク34Aの光軸AX1(例えば楕円体134Aの長軸)および微粒子34Bの光軸AX2(例えば楕円体134Bの長軸)の向きが互いに一致する(例えば平行となる)構成となっている。なお、光軸AX1, AX2とは、偏光方向によらず屈折率が一つの値になるような光線の進行方向と平行な線を指している。また、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されていない時に、光軸AX1および光軸AX2の向きは常に互いに一致している必要はなく、光軸AX1の向きと光軸AX2の向きとが、例えば製造誤差などによって多少ずれていてもよい。

【0032】

また、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されていない時に、光軸AX2は、透明基板31の表面と平行またはほぼ平行となっており、かつ第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')に含まれる帯状電極の延在方向と平行となっている。

【0033】

一方、バルク34Aは、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間への電圧印加の有無に拘らず、光軸AX1が一定となる構成となっている。具体的には、光軸AX1は、透明基板31の表面と平行またはほぼ平行となっており、かつ第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')に含まれる帯状電極の延在方向と平行となっている。つまり、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されていない時に、光軸AX1は、光軸AX2と平行またはほぼ平行となっている。

【0034】

なお、光軸AX2が常に、透明基板31の表面と平行となっている必要はなく、例えば製造誤差などによって透明基板31の表面と小さな角度で交差する方向を向いていてもよい。

【0035】

ここで、バルク34Aおよび微粒子34Bの常光屈折率が互いに等しく、かつバルク34Aおよび微粒子34Bの異常光屈折率が互いに等しいことが好ましい。この場合に、例えば、第1電極32Aおよび第2電極32B(または部分電極32A', 32B')間に電圧が印加されていない時には、正面方向および斜め方向を含むあらゆる方向において屈折率差がほとんどなく、高い透明性が得られる。これにより、例えば、表示パネル10の上面から入射した外光は、偏向方向に関係なく、光変調層34内で散乱されることなく光変調層34を透過する。つまり、表示パネル10の上面から入射した外光に含まれる常光成分L1および異常光成分L2は、ともに、光変調素子30内で透明となった領域(透過領域30A)を透過する(図7(A))。その結果、表示パネル10の上面から入射した

外光（常光成分 L_1 および異常光成分 L_2 ）は、光吸収板 20 で吸収され、透過領域 30 A の輝度（黒表示の輝度）が下がる。

【0036】

また、バルク 34 A および微粒子 34 B は、例えば、第 1 電極 32 A および第 2 電極 32 B（または部分電極 32 A' , 32 B'）間に電圧が印加されている時には、図 6 に示したように、光軸 $A \times 1$ および光軸 $A \times 2$ の向きが互いに異なる（例えば交差もしくは直交する）構成となっている。また、微粒子 34 B は、例えば、第 1 電極 32 A および第 2 電極 32 B（または部分電極 32 A' , 32 B'）間に電圧が印加されている時に、光軸 $A \times 2$ が透明基板 31 の表面と平行となると共に、第 1 電極 32 A および第 2 電極 32 B（または部分電極 32 A' , 32 B'）に含まれる帯状電極の延在方向と交差（または直交）している。

10

【0037】

したがって、第 1 電極 32 A および第 2 電極 32 B（または部分電極 32 A' , 32 B'）間に電圧が印加されている時には、光変調層 34 において、透明基板 31 の表面と平行な面内のあらゆる方向において屈折率差が大きくなり、高い散乱性が得られる。これにより、例えば、表示パネル 10 の上面から入射した外光は、偏向方向に関係なく、光変調層 34 内で散乱されたり反射されたりする。つまり、表示パネル 10 の上面から入射した外光に含まれる常光成分 L_1 および異常光成分 L_2 は、ともに、光変調素子 30 内で散乱状態となった領域（散乱領域 30 B）で散乱されたり反射されたりする（図 7（B））。その結果、表示パネル 10 の上面から入射した外光（常光成分 L_1 および異常光成分 L_2 ）は、光変調素子 30 で散乱されたり反射されたりし、それらの光が表示パネル 10 の上面から外部に射出され、散乱領域 30 B の輝度（白表示の輝度）が大きくなる。図 7（B）では、外光が透明基板 36 の法線方向から入射した場合を示したが、法線から傾いた外光が入射した場合も図 7（B）と同様の散乱が得られる。さらに、散乱領域 30 B と透過領域 30 A が互いに隣接して位置する場合、散乱領域 30 B で散乱した光が透明基板 31 , 36 を介して透過領域 30 A まで導光するが、前述の通り透過領域 30 A の透明性が高いので、透過領域 30 A で散乱光が生じることはなく、コントラストが高くなる。

20

【0038】

なお、バルク 34 A および微粒子 34 B の常光屈折率は、例えば製造誤差などによって多少ずれていてもよく、例えば、0.1 以下であることが好ましく、0.05 以下であることがより好ましい。また、バルク 34 A および微粒子 34 B の異常光屈折率についても、例えば製造誤差などによって多少ずれていてもよく、例えば、0.1 以下であることが好ましく、0.05 以下であることがより好ましい。

30

【0039】

また、バルク 34 A の屈折率差（＝異常光屈折率－常光屈折率）や、微粒子 34 B の屈折率差（＝異常光屈折率－常光屈折率）は、できるだけ大きいことが好ましく、0.05 以上であることが好ましく、0.1 以上であることがより好ましく、0.15 以上であることがさらに好ましい。バルク 34 A および微粒子 34 B の屈折率差が大きい場合には、光変調層 34 の散乱能が高くなり、コントラストをより高くすることができる。

【0040】

40

また、バルク 34 A および微粒子 34 B は、電場に対する応答速度が互いに異なっている。バルク 34 A は、例えば、電場に対して応答しない筋状構造もしくは多孔質構造となっているか、または微粒子 34 B の応答速度よりも遅い応答速度を有する棒状構造となっている。バルク 34 A は、例えば、低分子モノマーを重合化することにより得られた高分子材料によって形成されている。バルク 34 A は、例えば、微粒子 34 B の配向方向または配向膜 33 , 35 のラビング方向に沿って配向した、配向性および重合性を有する材料（例えばモノマー）を熱および光の少なくとも一方によって重合させることにより形成されている。

【0041】

一方、微粒子 34 B は、例えば、液晶材料を主に含んで構成されており、バルク 34 A

50

の応答速度よりも十分に早い応答速度を有している。微粒子 3 4 B 内に含まれる液晶材料（例えば液晶分子）は、例えば棒状分子である。微粒子 3 4 B 内に含まれる液晶分子として、正の誘電率異方性を有するもの（いわゆるボジ型液晶）を用いることが好ましい。

【0042】

ここで、第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B（または部分電極 3 2 A'，3 2 B'）間に電圧が印加されていない時には、微粒子 3 4 B 内において、液晶分子の長軸方向は、光軸 A X 1 と平行となっている。このとき、微粒子 3 4 B 内の液晶分子の長軸は、透明基板 3 1 の表面と平行となっており、かつ第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B（または部分電極 3 2 A'，3 2 B'）に含まれる帯状電極の延在方向を向いている。また、第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B（または部分電極 3 2 A'，3 2 B'）間に電圧が印加されている時には、微粒子 3 4 B 内において、液晶分子の長軸方向は、光軸 A X 1 と交差（または直交）している。このとき、微粒子 3 4 B 内の液晶分子の長軸は、透明基板 3 1 の表面と平行となっており、第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B（または部分電極 3 2 A'，3 2 B'）に含まれる帯状電極の延在方向と交差（または直交）している。ここで、配向膜 3 3，3 5 が水平配向膜である場合、液晶分子には、表面から光軸が数度起き上がったプレチルトが生じる。使用する配向膜材料にもよるが、プレチルトは 0.1～10 度程度になる。ただし、この場合についても、光変調層 3 4 において上述したような高い透明性と散乱性が得られる。

【0043】

上記した、配向性および重合性を有するモノマーとしては、光学的に異方性を有しており、かつ液晶と複合する材料であればよいが、本実施の形態では紫外線で硬化する低分子モノマーであることが好ましい。電圧無印加の状態、液晶と、低分子モノマーを重合化することにより形成されたもの（例えば高分子材料）との光学的異方性の方向が一致していることが好ましいので、紫外線硬化前において、液晶と低分子モノマーが同一方向に配向していることが好ましい。微粒子 3 4 B として液晶が用いられる場合に、その液晶が棒状分子であるときには、使用するモノマー材料の形状も棒状であることが好ましい。以上のことから、モノマー材料としては重合性と液晶性を併せ持つ材料を用いることが好ましく、例えば、重合性官能基として、アクリレート基、メタクリレート基、アクリロイルオキシ基、メタクリロイルオキシ基、ビニルエーテル基およびエポキシ基からなる群から選ばれた少なくとも 1 つの官能基を有することが好ましい。これらの官能基は、紫外線、赤外線または電子線を照射したり、加熱したりすることによって重合させることができる。紫外線照射時の配向度低下を抑制するために、多官能基をもつ液晶性材料を添加することもできる。バルク 3 4 A を上述した筋状構造とする場合には、バルク 3 4 A の原料として、2 官能液晶性モノマーを用いることが好ましい。また、バルク 3 4 A の原料に対して、液晶性を示す温度の調整を目的に単官能モノマーを添加したり、架橋密度向上を目的に 3 官能以上のモノマーを添加したりすることもできる。

【0044】

駆動回路 4 0 は、第 1 電極 3 2 A および第 2 電極 3 2 B（または部分電極 3 2 A'，3 2 B'）に対して所定の電圧を印加するものである。例えば、駆動回路 4 0 は、外部から入力された映像信号に基づく電圧を、部分電極 3 2 A'，3 2 B' へ印加することにより、表示パネル 1 0 に映像を表示させるようになっている。駆動回路 4 0 は、例えば、映像信号に基づいて、一の光変調セル 3 0 - 1 において微粒子 3 4 B の光軸 A X 2 がバルク 3 4 A の光軸 A X 1 と平行もしくはほぼ平行となり、他の光変調セル 3 0 - 1 において微粒子 3 4 B の光軸 A X 2 がバルク 3 4 A の光軸 A X 1 と交差もしくは直交するように部分電極 3 2 A'，3 2 B' へ印加する電圧の大きさを制御するようになっている。つまり、駆動回路 4 0 は、映像信号に基づく電場制御によって、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B の光軸 A X 1，A X 2 の向きを互いに一致（もしくはほぼ一致）させたり、互いに異ならせたり（もしくは直交させたり）し、それによって、表示パネル 1 0 に映像を表示させるようになっている。

【0045】

以下に、本実施の形態の表示パネル 10 の製造方法について、図 8 (A) ~ (C) から図 10 (A), (B) を参照しながら説明する。

【0046】

まず、ガラス基板またはプラスチックフィルム基板からなる透明基板 31 上に、ITO などの透明導電膜 32D を形成する (図 8 (A))。次に、透明導電膜 32D 上に、パターンニングされたレジスト層 (図示せず) を形成したのち、レジスト層をマスクとして透明導電膜 32D を選択的にエッチングする。その結果、電極 32 が形成される (図 8 (B))。

【0047】

次に、表面全体に配向膜 33 を塗布したのち、乾燥させ、焼成する (図 8 (C))。配向膜 33 としてポリイミド系材料を用いる場合には、溶媒に NMP (N - メチル - 2 - ピロリドン) を用いることが多いが、そのときには、大気下では 200 程度の温度が必要である。なお、この場合に、透明基板 31 としてプラスチック基板を用いる場合には、配向膜 33 を 100 で真空乾燥させ、焼成することもできる。その後、配向膜 33 に対してラビング処理を行う。これにより、配向膜 33 が水平配向用の配向膜として機能することが可能となる。

【0048】

次に、配向膜 33 上に、セルギャップを形成するためのスペーサ 38 を乾式または湿式で散布する (図 9 (A))。なお、真空貼り合わせ法にて光変調セル 30 - 1 を作成する場合には、滴下する混合物中にスペーサ 38 を混合しておいてもよい。また、スペーサ 38 の替わりとして、フォトリソ法によって柱スペーサを形成することもできる。

【0049】

続いて、上記と同様の方法で作製しておいた配向膜 35 上に、貼り合わせおよび液晶の漏れを防止するためのシール剤 39 を、例えば額縁状に塗布する (図 9 (B))。このシール剤パターン 39 はディスペンサー法やスクリーン印刷法にて形成することができる。

【0050】

以下に、真空貼り合わせ法 (One Drop Fill 法、ODF 法) について説明するが、真空注入法やロール貼合方式などで光変調セル 30 - 1 を作成することも可能である。

【0051】

まず、セルギャップ、セル面積などから決まる体積分にあたる液晶とモノマーの混合物 42 を面内に均一に滴下する (図 9 (C))。混合物 42 の滴下にはリニアガイド方式の精密ディスペンサーを用いることが好ましいが、シール剤パターン 39 を土手として利用して、ダイコータなどを用いてもよい。

【0052】

液晶とモノマーは前述の材料を用いることができるが、液晶とモノマーの重量比は 98 : 2 ~ 50 : 50、好ましくは 95 : 5 ~ 75 : 25、より好ましくは 92 : 8 ~ 85 : 15 である。液晶の比率を多くすることで駆動電圧を低くすることができるが、あまり液晶を多くしすぎると電圧印加時の白色度が低下したり、電圧オフ後に応答速度が低下するなど透明時に戻りにくくなったりする傾向がある。

【0053】

混合物 42 には、液晶とモノマーの他には、重合開始剤を添加する。使用する紫外線波長に応じて、添加する重合開始剤のモノマー比を 0.1 ~ 10 重量 % の範囲内で調整する。混合物 42 には、この他に、重合禁止剤や可塑剤、粘度調整剤なども必要に応じて添加可能である。モノマーが室温で固体やゲル状である場合には、口金やシリンジ、基板を加温することが好ましい。

【0054】

透明基板 31 および透明基板 36 を真空貼り合わせ機 (図示せず) に配置したのち、真空排気し、貼り合わせを行う (図 10 (A))。その後、貼り合わせたものを大気に解放し、大気圧での均一加圧によってセルギャップを均一化する。セルギャップは白輝度 (白色度) と駆動電圧の関係から適宜選定できるが、5 ~ 40 μm 、好ましくは 6 ~ 20 μm

10

20

30

40

50

、より好ましくは $7 \sim 10 \mu\text{m}$ である。

【0055】

貼り合わせ後、必要に応じて配向処理を行うことが好ましい（図示せず）。クロスニコル偏光子の間に、貼り合わせたセルを挿入した際に、光り漏れが生じている場合には、セルをある一定時間加熱処理したり、室温で放置したりして配向させる。その後、紫外線 L_3 を照射してモノマーを重合させてポリマー化する（図10（B））。このようにして、光変調素子30が製造される。

【0056】

紫外線を照射している時には、セルの温度が変化しないようにすることが好ましい。赤外線カットフィルターを用いたり、光源にUV-LEDなどを用いたりすることが好ましい。紫外線照度は複合材料の組織構造に影響を与えるので、使用する液晶材料やモノマー材料、これらの組成から適宜調整することが好ましく、 $0.1 \sim 500 \text{ mW/cm}^2$ の範囲が好ましく、さらに好ましくは $0.5 \sim 30 \text{ mW/cm}^2$ である。紫外線照度が低いほど駆動電圧が低くなる傾向にあり、生産性と特性の両面から好ましい紫外線照度を選定することができる。

【0057】

最後に、下側電極32および上側電極36に引き出し線（図示せず）を取り付ける。このようにして、本実施の形態の表示パネル10が製造される。

【0058】

次に、本実施の形態の表示装置1の作用および効果について説明する。

【0059】

本実施の形態の表示装置1では、例えば、外部から入力された映像信号に基づく電圧が、光変調セル30-1ごとに、部分電極32A'、32B'へ印加される。このとき、例えば、一の光変調セル30-1において微粒子34Bの光軸AX2がバルク34Aの光軸AX1と平行もしくはほぼ平行となり、別の光変調セル30Bにおいて微粒子34Bの光軸AX2がバルク34Aの光軸AX1と交差もしくは直交するように、各光変調セル30Bの部分電極32A'、32B'に電圧が印加される。これにより、表示パネル10の上面から入射した外光は、光変調素子30のうち、光軸AX1と光軸AX2とが互いに平行もしくはほぼ平行となっている透過領域30Aを透過する。この透過光は、表示パネル10の背面に設けられた光吸収板20で吸収される。また、表示パネル10の上面から入射した外光は、光変調素子30のうち、光軸AX1と光軸AX2とが互いに交差もしくは直交している散乱領域30Bにおいて散乱されたり反射されたりする。この散乱光、反射光のうち散乱領域30Bの下面を透過した光は表示パネル10の下面で反射され、再度、散乱領域30Bに戻されたのち、表示装置1の上面から射出される。また、散乱光、反射光のうち、散乱領域30Bの上面に向かった光は、そのまま、表示装置1の上面から射出される。また、このように、本実施の形態では、透過領域30Aの上面からは光はほとんど射出されず、散乱領域30Bの上面から光が射出される。このようにして、正面方向の変調比を大きくしている。

【0060】

ところで、一般のPDL Cは、電極によって生じる電場に対する応答速度が相対的に早い液晶分子と、電極によって生じる電場に対する応答速度が相対的に遅い高分子とを含んで構成されている。しかし、通常のPDL Cを、当該PDL Cの法線と交差する方向（つまり、斜め方向）から見た場合に、上記の液晶分子と、上記の高分子の屈折率が互いに一致していない。そのため、通常のPDL Cを反射型の表示装置の表示パネルに用いた場合には、黒輝度が上昇し、コントラストが低下するという問題がある。特に、文字や絵などを表示した場合、部分的に散乱、透明（もしくは黒）の状態となるが、この散乱部で散乱された光が上下基板に導光し透明（もしくは黒）部分にまで到達する。したがって、透明性が低い（または黒レベルが低い）場合には、より一層黒輝度が上昇してしまい、コントラストが低下する。また、水平配向タイプのPDL Cを反射型の表示装置の表示パネルに用いた場合に、垂直方向に電場がかかるように電極を配置したときには、PDL Cの上面

10

20

30

40

50

に入射する光のうち片方の偏光成分しか反射させることができない。そのため、明るい画像を得ることが容易ではないという問題がある。

【0061】

以下に、簡単に水平配向タイプのPDL Cで、垂直方向に電場がかかるように電極を配置したものについて説明する。図11～図13は、水平配向タイプのPDL Cで、垂直方向に電場がかかるように電極を配置したもの（光変調素子300）を模式的に表したものである。光変調素子300は、例えば、図11に示したように、透明基板310、複数の下側電極320、配向膜330、光変調層340、配向膜350、複数の上側電極360および透明基板370を順に積層したものである。複数の下側電極320は、所定の方に延在するとともに互いに並列配置されている。複数の上側電極360は、下側電極320と交差する方向に延在するとともに互いに並列配置されている。

10

【0062】

図11は、下側電極320および上側電極360間に電圧が印加されていない時の、光変調層340内の配向状態の一例を模式的に表したものである。図11中の楕円体340Aは、下側電極320と上側電極360との間に電圧が印加されていない時の、高分子の屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。図11中の楕円体340Bは、下側電極320と上側電極360との間に電圧が印加されていない時の、液晶分子の屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。

【0063】

図12は、下側電極320および上側電極360間に電圧が印加されている時の、光変調層340内の配向状態の一例を模式的に表したものである。図12中の楕円体340Aは、下側電極320と上側電極360との間に電圧が印加されている時の、高分子の屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。図12中の楕円体340Bは、下側電極320と上側電極360との間に電圧が印加されている時の、液晶分子の屈折率異方性を示す屈折率楕円体の一例を表したものである。

20

【0064】

下側電極320および上側電極360間に電圧が印加されていない時には、図11に示したように、高分子の光軸AX10および液晶分子の光軸AX20の向きが互いに一致しており、さらに、透明基板31の表面と平行となっている。一方、下側電極320および上側電極360間に電圧が印加されている時には、図12に示したように、光軸AX10および光軸AX20の向きが互いに異なり、さらに、光軸AX20だけが電圧印加によって透明基板31の表面の法線と平行となっている。

30

【0065】

図11から、下側電極320および上側電極360間に電圧が印加されていない時には、光変調層34内のあらゆる方向において屈折率差がほとんどなく、高い透明性が得られることがわかる。従って、図13(A)に示したように、表示パネル10の上面から入射した外光に含まれる常光成分L1および異常光成分L2は、ともに、光変調素子30を透過し、例えば、光吸収板200で吸収される。一方、図12からは、下側電極320および上側電極360間に電圧が印加されている時には、光変調層34において、光軸AX10と平行な方向において屈折率差が大きくなり、高い散乱性が得られるが、光軸AX10および光軸AX20と直交する方向においては、屈折率差がほとんどなく、散乱性がほとんど得られないことがわかる。従って、図13(B)に示したように、表示パネル10の上面から入射した外光に含まれる常光成分L1および異常光成分L2のいずれか一方（図では異常光成分L2）だけが、光変調素子30内で散乱されたり反射されたりし、他の偏光成分（図では常光成分L1）は光変調素子30を透過し、例えば、光吸収板200で吸収される。このように、垂直配向タイプのPDL Cでは、PDL Cの上面に入射する光のうち片方の偏光成分しか反射させることができない。そのため、明るい画像を得ることが容易ではないという問題がある。

40

【0066】

一方、本実施の形態では、光変調層34内のバルク34Aおよび微粒子34Bの光軸A

50

X 1 , A X 2 が、透明基板 3 1 の表面と平行またはほぼ平行となっており、かつ電極 3 2 によって発生する電場の大きさに応じて、透明基板 3 1 の表面と平行またはほぼ平行な面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする。つまり、本実施の形態の光変調素子 3 0 は、いわゆる I P S (In-Plane Switching) 型の P D L C である。これにより、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B の光軸 A X 1 , A X 2 が互いに異なる方向を向いている場合には、光変調層 3 4 は、表示パネル 1 0 に斜めに入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分に対して散乱性を示し、表示パネル 1 0 に垂直に入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分に対しても散乱性を示す。従って、光変調層 3 4 が散乱性を示しているときには、表示パネル 1 0 に対して垂直に入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分を反射させることができる。その結果、明るい画像を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

また、本実施の形態では、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B の光軸 A X 1 , A X 2 が互いに同一またはほぼ同一の方向を向いている場合には、光変調層 3 4 は、表示パネル 1 0 に斜めに入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分に対して透明性を示し、表示パネル 1 0 に垂直に入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分に対しても透明性を示す。従って、光変調層 3 4 が透明性を示しているときには、表示パネル 1 0 に対して垂直に入射してきた外光に含まれる双方の偏光成分を透過させることができ、その透過光を光吸収板 2 0 (または光吸収性を有する電極 3 2) に吸収させることができる。その結果、高いコントラストを得ることができる。

【 0 0 6 8 】

< 2 . 変形例 >

[第 1 変形例]

上記実施の形態では、表示パネル 1 0 は、光変調素子 3 0 だけから構成されていたが、例えば、図 1 4 (A) ~ (C) に示したように、導光板 5 0 と、導光板 5 0 の側面に配置された光源 6 0 とをさらに含んで構成されていてもよい。ここで、図 1 4 (A) では、導光板 5 0 が光変調素子 3 0 の背面 (下面) に空気層を介さずに密着して接合されている様子が示されている。図 1 4 (B) では、導光板 5 0 が光変調素子 3 0 の上面に空気層を介さずに密着して接合されている様子が示されている。図 1 4 (C) では、導光板 5 0 が光変調素子 3 0 の上下両面に空気層を介さずに密着して接合されている様子が示されている。

【 0 0 6 9 】

導光板 5 0 は、表示パネル 1 0 の上面から入射した外光を導光板 5 0 の上面に導くものである。この導光板 5 0 は、例えば、上面、下面および側面で囲まれた直方体状となっている。導光板 5 0 は、例えば、上面および下面の少なくとも一方の面に、所定のパターン化された形状を有している。導光板 5 0 は、表示パネル 1 0 の上面から入射し、光変調素子 3 0 内で散乱された光を散乱し、均一化する機能を有している。導光板 5 0 は、例えば、ポリカーボネート樹脂 (P C) やアクリル樹脂 (ポリメチルメタクリレート (P M M A)) などの透明熱可塑性樹脂を主に含んで構成されている。

【 0 0 7 0 】

表示装置 1 に対して光源 6 0 が設けられている場合には、図 1 6 ~ 図 1 8 に示したように、電極 3 2 が、各光変調セル 3 0 - 1 内に生じる主な電場が、透明基板 3 1 の法線と交差するとともに、透明基板 3 1 の表面と非平行となるような電極レイアウトになっていることが好ましい。このようにした場合には、上面から入射する外光と、横方向から入射する光源 6 0 からの光との双方の光を光変調層 3 4 において効果的に散乱させることが可能となる。その結果、例えば、昼間の明るい時には外光だけで映像を表示し、室内や夜など、外光が弱い時には光源 2 0 を点灯させて光量不足を補いつつ映像を表示することが可能となる。

【 0 0 7 1 】

ここで、反射型の表示装置 1 にフロントライトを設けることにより、外光が少なく暗い

状態でも視認できるようにした場合、フロントライトが厚いために、表示映像に奥行き感が感じられる場合がある。また、外光が多く明るい状況では、フロントライトを設けることにより、フロントライト界面や表面形状・パターンによって反射光が増加してコントラストが低くなる場合がある。これに対して、図 14 (A) に示したような導光板 50 と光変調素子 30 を組み合わせた方式では、上述したような奥行き感による視認性の低下や、不要反射光によるコントラストの低下がない。従って、この場合には、コントラストの高い表示が可能である。また、図 14 (B), (C) に示したような導光板 50 と光変調素子 30 を組み合わせた方式では、フロントライトを設けた場合よりも、表示映像に対する奥行き感を低減することができる。なお、図 14 (A) ~ (C) において、必要に応じて、光吸収板 20 を省略することはもちろん可能である。

10

【0072】

[第2変形例]

また、上記実施の形態およびその変形例では、下側電極 32 は同一層内に設けられていたが、下側電極 32 の一部が、下側電極 32 の他の部分とは異なる層内に設けられていてもよい。例えば、図 15 に示したように、下側電極 32 の一部である第 3 電極 32 E が、透明基板 31 と、新たに設けた絶縁膜 41 との間に設けられ、第 1 電極 32 A (または部分電極 32 A') が、絶縁膜 41 の上面に設けられ、さらに、第 1 電極 32 A (または部分電極 32 A') を含む絶縁膜 41 の表面上に配向膜 33 が設けられていてもよい。このとき、第 3 電極 32 E は、例えば、図 15 に示したように、1 枚のシート状 (表面全体に形成された膜) となっている。これにより、下側電極 32 は、第 1 電極 32 A (または部分電極 32 A') と第 3 電極 32 E との間の電位差によって、光変調層 34 内に横方向の電場を主に発生させることが可能となっている。

20

【0073】

また、上記実施の形態およびその変形例では、電極 32 は、透明基板 31 側にしか設けられていなかったが、例えば、下記の第 3 変形例 ~ 第 5 変形例に示したように、透明基板 36 の表面にも設けられていてもよい。

【0074】

[第3変形例]

例えば、図 16 に示したように、第 2 電極 32 B が省略されると共に、透明基板 36 のうち光変調層 34 側の表面上に第 4 電極 32 F が設けられている。第 4 電極 32 F は、透明基板 31 (または透明基板 36) の表面と平行な面内の一方向に延在する複数の帯状電極を有している。第 4 電極 32 F の帯状電極と、第 1 電極 32 A の帯状電極とは、例えば、互いに平行となっているか、または互いにほぼ平行となっている。さらに、第 4 電極 32 F の帯状電極は、第 1 電極 32 A の帯状電極と非対向な位置に配置されている。第 4 電極 32 F の各帯状電極は互いに電氣的に接続されている。第 4 電極 32 F は、例えば、図 16 に示したような単一構造物で構成されていてもよいが、複数の構造物で構成されていてもよい。

30

【0075】

第 4 電極 32 F は、例えば、透明な導電性材料、例えば、酸化インジウムスズ (ITO; Indium Tin Oxide) からなる。第 1 電極 32 A および第 4 電極 32 F が、それぞれ、複数の部分電極で構成されている場合に、1 または複数の第 1 電極 32 A と、1 または複数の第 4 電極 32 F とにより、光変調セル 30 - 1 が構成される。この場合、各光変調セル 30 - 1 は、第 1 電極 32 A および第 4 電極 32 F の部分電極に印加される電圧値の大きさに応じて、表示パネル 10 の上面から入射した外光に対して透明性を示したり、散乱性を示したりする。このとき、各光変調セル 30 - 1 内に生じる主な電場は、透明基板 31 の法線と交差するとともに、透明基板 31 の表面と非平行となっている。そのため、光変調層 34 内のバルク 34 A および微粒子 34 B の光軸 AX1, AX2 は、透明基板 31 の法線と交差するとともに、透明基板 31 の表面と非平行となっており、かつ電極 32 によって発生する電場の大きさに応じて、透明基板 31 の法線と交差するとともに、透明基板 31 の表面と非平行な面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一

40

50

の方向を向いたりする。

【0076】

[第4変形例]

例えば、図17に示したように、第2電極32Bが省略されると共に、透明基板36のうち光変調層34側の表面上に第5電極32Gが設けられていてもよい。第5電極32Gは、透明基板31（または透明基板36）の表面と平行な面内の一方向に延在する複数の帯状電極を有している。第5電極32Gの帯状電極と、第1電極32Aの帯状電極とは、例えば、互いに交差しているか、または互いに直交している。第5電極32Gの各帯状電極は互いに電氣的に接続されている。第5電極32Gは、例えば、図17に示したような単一構造物で構成されていてもよいが、複数の構造物で構成されていてもよい。

10

【0077】

第5電極32Gは、例えば、透明な導電性材料、例えば、酸化インジウムスズ（ITO；Indium Tin Oxide）からなる。第1電極32Aおよび第5電極32Gが、それぞれ、複数の部分電極で構成されている場合に、1または複数の第1電極32Aと、1または複数の第5電極32Gとにより、光変調セル30-1が構成される。この場合、各光変調セル30-1は、第1電極32Aおよび第5電極32Gの部分電極に印加される電圧値の大きさに応じて、表示パネル10の上面から入射した外光に対して透明性を示したり、散乱性を示したりする。このとき、各光変調セル30-1内に生じる主な電場は、透明基板31の法線と交差するとともに、透明基板31の表面と非平行となっている。そのため、光変調層34内のバルク34Aおよび微粒子34Bの光軸AX1，AX2は、透明基板31の法線と交差するとともに、透明基板31の表面と非平行となっており、かつ電極32によって発生する電場の大きさに応じて、透明基板31の法線と交差するとともに、透明基板31の表面と非平行な面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする。

20

【0078】

[第5変形例]

例えば、図18に示したように、透明基板36のうち光変調層34側の表面上に第6電極32Hが設けられていてもよい。第6電極32Hは、1枚のシート状（表面全体に形成された膜）となっている。

【0079】

第6電極32Hは、例えば、透明な導電性材料、例えば、酸化インジウムスズ（ITO；Indium Tin Oxide）からなる。外光を使用する場合には、第6電極32Hは使用せず（つまり、第6電極32Hはフローティングになっており）、第1電極32Aおよび第2電極32Bだけが駆動され、これにより、光変調層34内に、透明電極31の表面と平行な方向に主な電場を発生させる。また、後述するように、外光だけでなく、表示装置1内に設けた光源を使用する場合には、第1電極32Aおよび第2電極32Bが同一電位で駆動されるとともに、第6電極32Hに基準電位（例えば接地電位）が印加され、これにより、光変調層34内に、透明電極31の表面と垂直な方向に主な電場を発生させる。

30

【0080】

ここで、第1電極32Aおよび第2電極32Bだけが駆動される場合、各光変調セル30-1内に生じる主な電場は、透明基板31の法線と交差するとともに、透明基板31の表面と非平行となっている。そのため、光変調層34内のバルク34Aおよび微粒子34Bの光軸AX1，AX2は、透明基板31の法線と交差するとともに、透明基板31の表面と非平行となっており、かつ電極32によって発生する電場の大きさに応じて、透明基板31の法線と交差するとともに、透明基板31の表面と非平行な面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりする。

40

【0081】

[第6変形例]

上記実施の形態およびその変形例では、光変調層34は、電極32に電圧が印加されていないときに透明性を示し、電極32に電圧が印加されている時に散乱性を示すようにな

50

っていたが、電極 3 2 に電圧が印加されていないときに散乱性を示し、電極 3 2 に電圧が印加されている時に透明性を示すようになっていてもよい。ただし、そのような場合であっても、光変調層 3 4 内のバルク 3 4 A および微粒子 3 4 B は、これらの光軸 $A \times 1$, $A \times 2$ が、透明基板 3 1 の法線と交差しており、かつ電極 3 2 によって発生する電場の大きさに応じて、透明基板 3 1 の法線と交差する面内で、互いに異なる方向を向いたり、互いに同一またはほぼ同一の方向を向いたりするようになっている。

【 0 0 8 2 】

[第 7 変形例]

上記実施の形態およびその変形例において、表示装置 1 に対してカラーフィルタが設けられていてもよい。例えば、図 2 0 に示したように、配向膜 3 5 と透明基板 3 6 との間であって、かつ光変調セル 3 0 - 1 ごとにカラーフィルタ 3 7 が設けられていてもよい。このとき、例えば、隣接する 3 つのカラーフィルタ 3 7 が、赤用カラーフィルタ、青用カラーフィルタ、および緑用カラーフィルタで構成されていてもよい。

10

【 0 0 8 3 】

[第 8 変形例]

また、上記実施の形態およびその変形例において、光変調層 3 4 内のバルク 3 4 A および微粒子 3 4 B に対して黒色色素が添加されていてもよい。黒色色素としては、例えば、2 色性色素が挙げられる。電圧無印加時には 2 色性色素が微粒子 3 4 B 内の液晶分子とほぼ同じ方向に配列しており、入射光のうち 2 色性色素の分子軸と平行な振動方向を有する偏光成分が 2 色性色素に吸収され、光変調層 3 4 は光吸収状態となる。一方、電圧印加時には液晶分子および 2 色性色素が電界方向に配列し、光変調層 3 4 は光散乱状態となる。このように、光変調層 3 4 内のバルク 3 4 A および微粒子 3 4 B に対して 2 色性色素を添加することにより、高いコントラストを得ることができる。

20

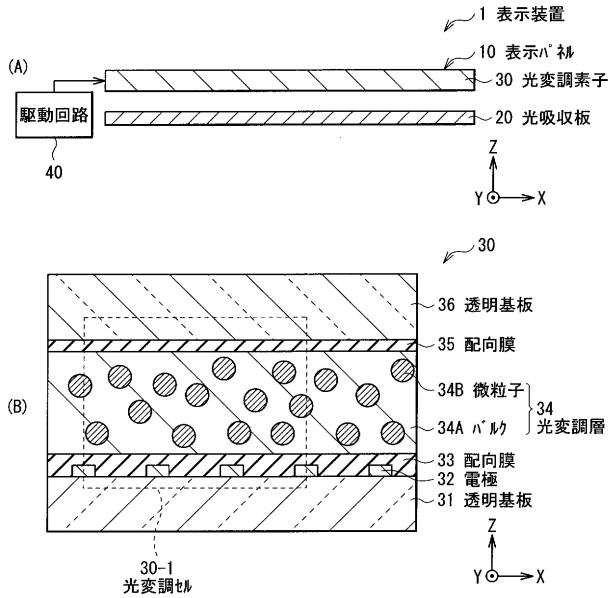
【 符号の説明 】

【 0 0 8 4 】

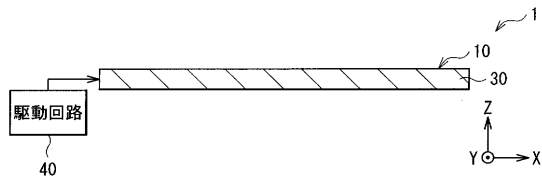
1 ... 表示装置、 1 0 ... 表示パネル、 2 0 ... 光吸収板、 3 0 ... 光変調素子、 3 0 A ... 透過領域、 3 0 B ... 散乱領域、 3 0 - 1 ... 光変調セル、 3 1 , 3 6 ... 透明基板、 3 2 ... 電極、 3 2 A ... 第 1 電極、 3 2 B ... 第 2 電極、 3 2 C ... 部分電極対、 3 2 D ... 透明導電膜、 3 2 E ... 第 3 電極、 3 2 F ... 第 4 電極、 3 2 G ... 第 5 電極、 3 2 H ... 第 6 電極、 3 2 A ' , 3 2 B ' ... 部分電極、 3 3 , 3 5 ... 配向膜、 3 4 ... 光変調層、 3 4 A ... バルク、 3 4 B ... 微粒子、 3 7 ... カラーフィルタ、 3 8 ... スペース、 3 9 ... シール剤パターン、 4 0 ... 駆動回路、 4 2 ... 混合物、 5 0 ... 導光板、 1 3 4 A , 1 3 4 B , 1 6 4 A , 1 6 4 B ... 楕円体、 $A \times 1 \sim A \times 4$... 光軸、 L 1 ... 常光、 L 2 ... 異常光、 L 3 ... 紫外線。

30

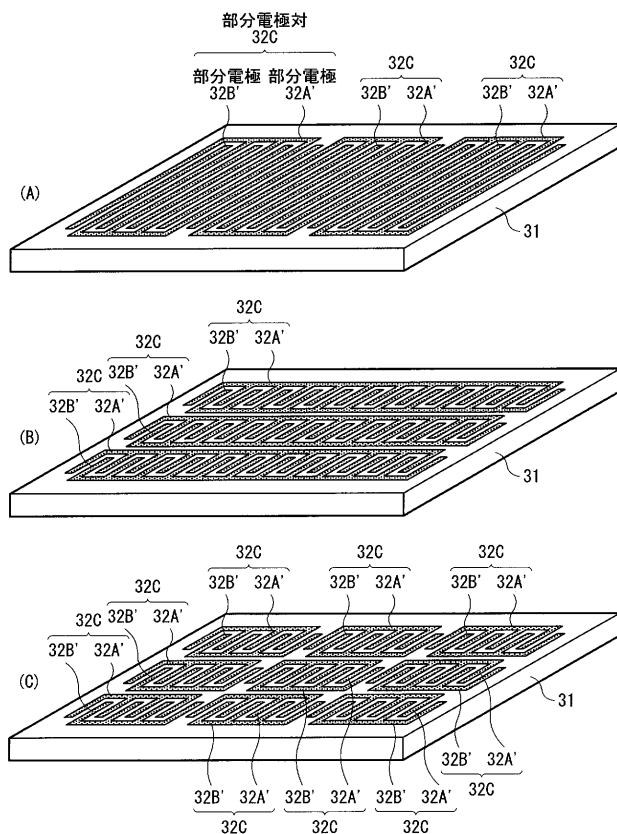
【図 1】



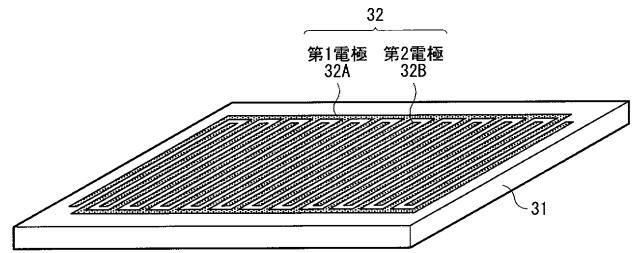
【図 2】



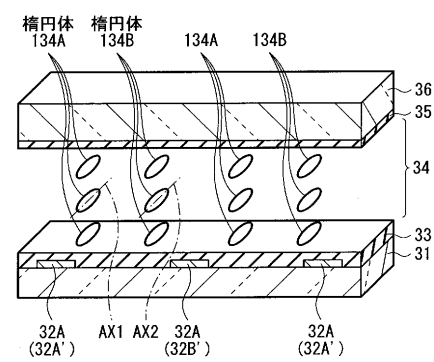
【図 4】



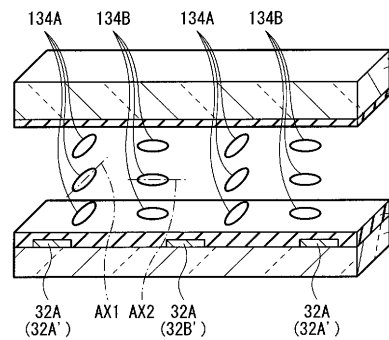
【図 3】



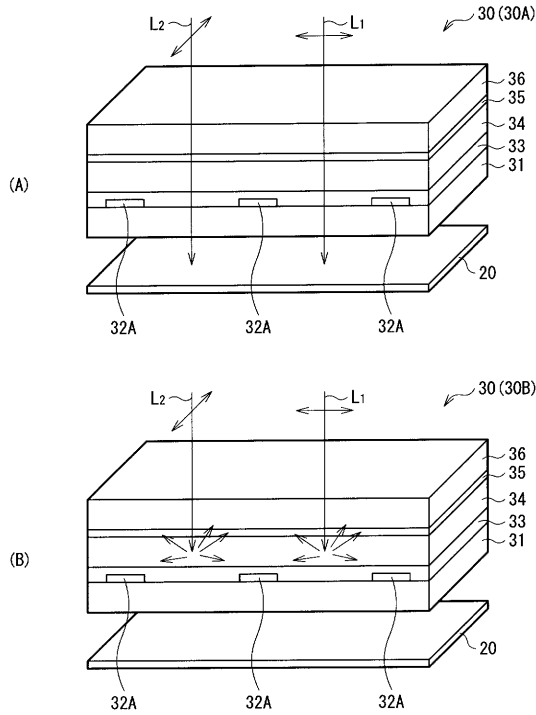
【図 5】



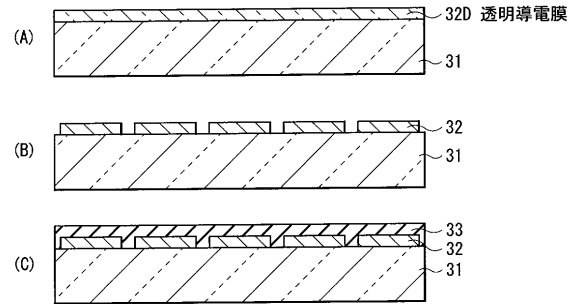
【図 6】



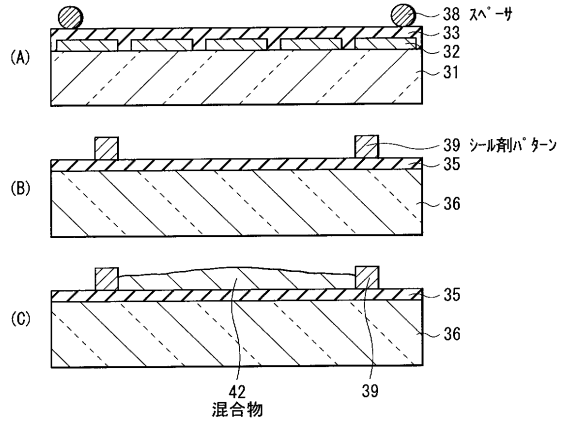
【図 7】



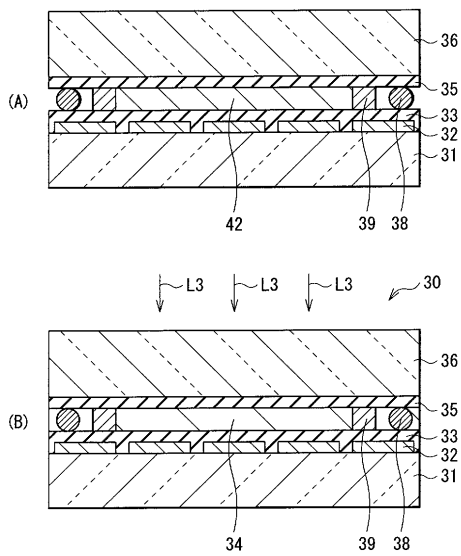
【図 8】



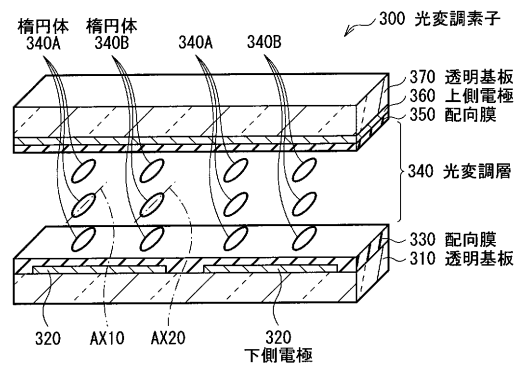
【図 9】



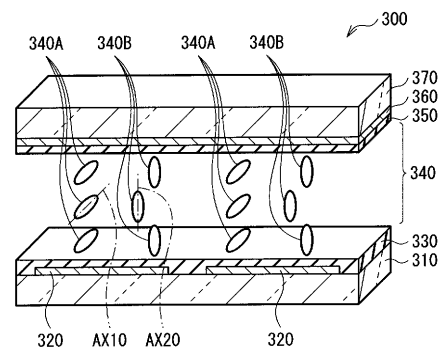
【図 10】



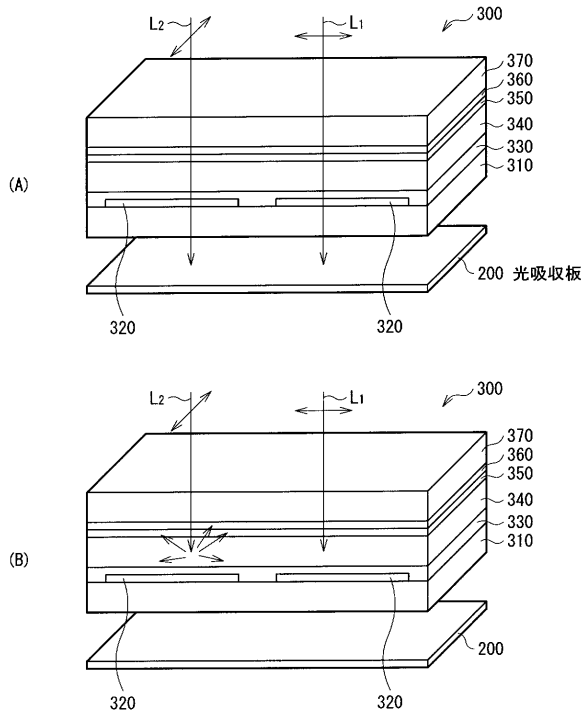
【図 11】



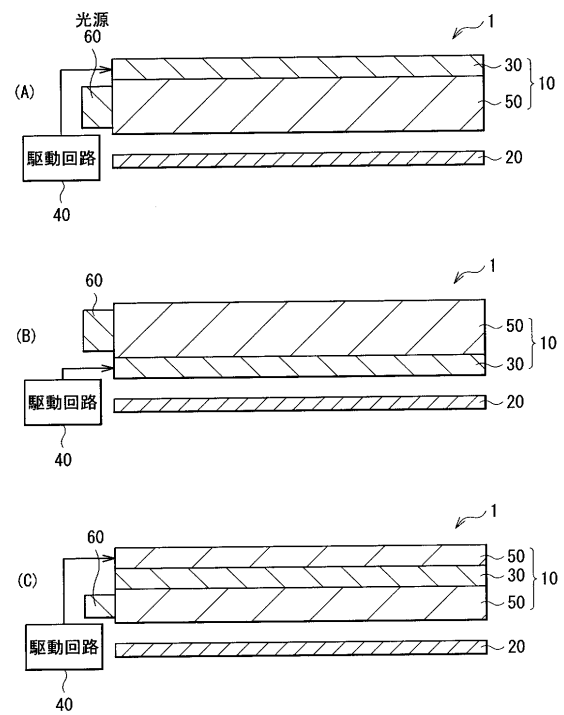
【図 12】



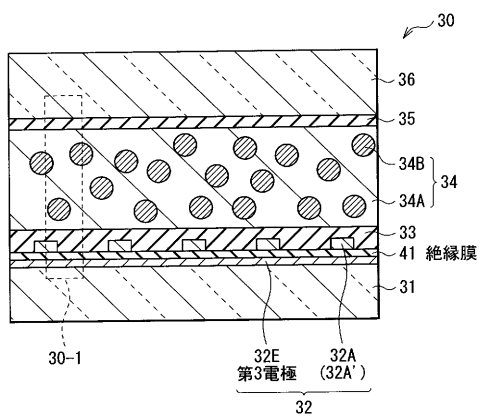
【図 1 3】



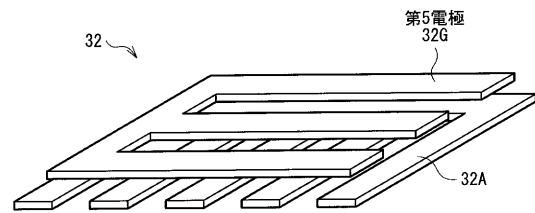
【図 1 4】



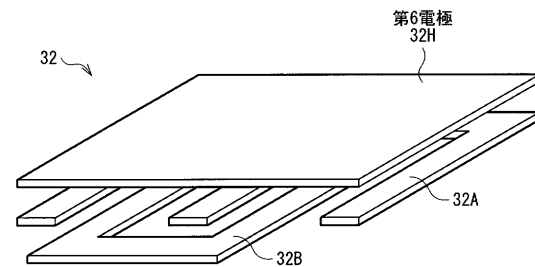
【図 1 5】



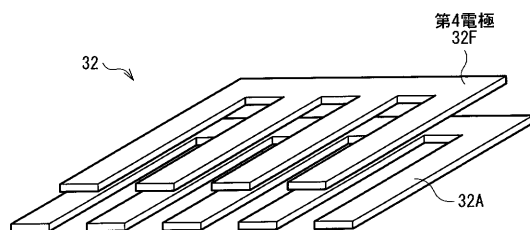
【図 1 7】



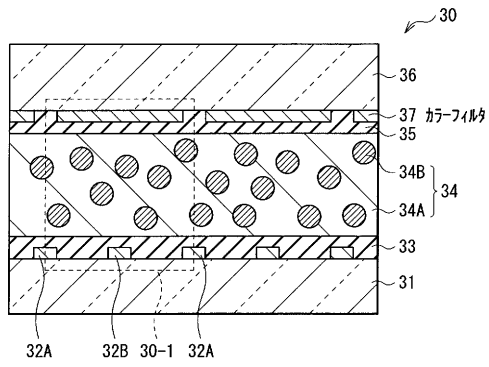
【図 1 8】



【図 1 6】



【図 19】



フロントページの続き

- (72)発明者 奥山 健太郎
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 鈴木 知明
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 蛭子井 明
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 高橋 雄治
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 西村 泰三
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 2H092 GA14 GA17 NA01 PA13 QA15
2H189 AA04 LA03 LA08 LA15 LA20
2H191 FA02Y FA13Z FA71X FA71Z FD15 GA05 JA02 LA21 LA22