

(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2006-163127

(P2006-163127A)

(43) 公開日 平成18年6月22日(2006.6.22)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2F 1/1335 (2006.01)	GO2F 1/1335	2H088
GO2F 1/1333 (2006.01)	GO2F 1/1333 500	2H089
GO2F 1/1334 (2006.01)	GO2F 1/1334	2H090
GO2F 1/137 (2006.01)	GO2F 1/137	2H091

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-356661 (P2004-356661)  
 (22) 出願日 平成16年12月9日 (2004.12.9)

(71) 出願人 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都品川区北品川6丁目7番35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  
 (72) 発明者 戸田 淳  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 (72) 発明者 高梨 英彦  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

最終頁に続く

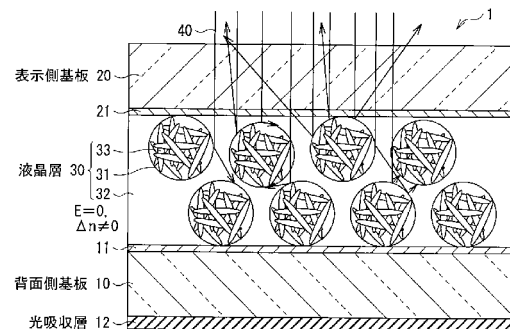
(54) 【発明の名称】 光散乱型表示素子

(57) 【要約】

【課題】 各層の屈折率もしくは厚みの最適化を図ることにより、黒表示での反射率をほとんど上げることなく、白表示での反射率のみを高くし、従来に比べてコントラスト比を高めることができるようにする。

【解決手段】 背面側基板10は、その屈折率が、液晶分子33の屈折率 $n_o$ よりも低くなっている。一方、表示側基板20は、その屈折率が、液晶分子33の屈折率 $n_o$ と同じか、もしくは高くなっている。より望ましくは、表示側基板20の屈折率が、散乱状態(白表示状態)における液晶層30全体の平均的な屈折率 $n_{LC}$ と同じか、もしくは高くなっていると良い。このように屈折率を最適化することで、黒表示での反射率をほとんど上げることなく、白表示での反射率のみを高くし、従来に比べてコントラスト比を高めることができる

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、  
 入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、  
 前記透過・散乱層を介して互いに対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板と  
 を備え、  
 前記表示側基板の屈折率が、前記透過・散乱層の屈折率と同じか、もしくは高くなっている  
 ことを特徴とする光散乱型表示素子。

10

## 【請求項 2】

前記透過・散乱層は複屈折性を有する液晶分子を含み、透過状態において垂直入射した光に対する前記液晶分子の屈折率が  $n_o$  となるように構成され、  
 前記表示側基板の屈折率が、前記液晶分子の屈折率  $n_o$  と同じか、もしくは高くなっている  
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の光散乱型表示素子。

## 【請求項 3】

前記透過・散乱層は複屈折性を有する液晶分子を含み、  
 前記表示側基板の屈折率が、散乱状態における前記透過・散乱層全体の平均的な屈折率  $n_{LC}$  と同じか、もしくは高くなっている  
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の光散乱型表示素子。

20

## 【請求項 4】

前記表示側基板の屈折率が、散乱状態における前記透過・散乱層全体の平均的な屈折率  $n_{LC}$  に対して、以下の  $n_{sub}$  の範囲内で高くなっている  
 $0.01 < n_{sub} < 0.03$   
 ことを特徴とする請求項 3 に記載の光散乱型表示素子。

## 【請求項 5】

P N L C D ( Polymer Network Liquid Crystal Display ) として利用されるものである  
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の光散乱型表示素子。

## 【請求項 6】

入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、  
 入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、  
 前記透過・散乱層を介して互いに対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板と  
 を備え、  
 前記背面側基板の屈折率が、前記透過・散乱層の屈折率よりも低くなっている  
 ことを特徴とする光散乱型表示素子。

30

## 【請求項 7】

前記透過・散乱層は複屈折性を有する液晶分子を含み、透過状態において垂直入射した光に対する前記液晶分子の屈折率が  $n_o$  となるように構成され、  
 前記背面側基板の屈折率が、前記液晶分子の屈折率  $n_o$  よりも低くなっている  
 ことを特徴とする請求項 6 に記載の光散乱型表示素子。

40

## 【請求項 8】

P N L C D ( Polymer Network Liquid Crystal Display ) として利用されるものである  
 ことを特徴とする請求項 6 に記載の光散乱型表示素子。

## 【請求項 9】

入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、  
 入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、  
 前記透過・散乱層を介して互いに対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板と、

50

前記透過・散乱層と前記表示側基板との間に配置された表示側透明電極層と、  
 前記透過・散乱層と前記背面側基板との間に配置された背面側透明電極層と、  
 前記背面側基板における前記透過・散乱層とは反対側の面に配置された光吸収層と、  
 前記背面側透明電極層と前記光吸収層との間に配置され、前記透過・散乱層の屈折率より低い屈折率を有する低屈折率層と  
 を備えたことを特徴とする光散乱型表示素子。

【請求項 10】

前記低屈折率層は、 $0.25 \mu\text{m}$ 以上の厚みであることを特徴とする請求項 9 に記載の光散乱型表示素子。

【請求項 11】

前記低屈折率層は、 $0.5 \mu\text{m}$ 以上の厚みであることを特徴とする請求項 9 に記載の光散乱型表示素子。

10

【請求項 12】

前記透過・散乱層は複屈折性を有する液晶分子を含み、透過状態において垂直入射した光に対する前記液晶分子の屈折率が  $n_o$  となるように構成され、  
 前記低屈折率層の屈折率が、前記液晶分子の屈折率  $n_o$  よりも低くなっていることを特徴とする請求項 9 に記載の光散乱型表示素子。

【請求項 13】

P N L C D ( Polymer Network Liquid Crystal Display ) として利用されるものであることを特徴とする請求項 9 に記載の光散乱型表示素子。

20

【請求項 14】

入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、  
 入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、  
 前記透過・散乱層を介して互いに対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板と、  
 前記表示側基板における前記透過・散乱層とは反対側の最表面に積層され、前記表示側基板の屈折率より低い屈折率  $n_{AR}$  を有する低屈折率層と

を備え、

前記低屈折率層の厚み  $d_{AR}$  ( nm ) に関し、以下の条件式 ( 1 ) を満足する

$$0.5 \times 540 / ( 4 \times n_{AR} ) < d_{AR} < 1.5 \times 540 / ( 4 \times n_{AR} ) \dots \dots ( 1 )$$

30

ことを特徴とする光散乱型表示素子。

【請求項 15】

前記低屈折率層の厚み  $d_{AR}$  ( nm ) に関し、さらに以下の条件式 ( 2 ) を満足する

$$0.8 \times 540 / ( 4 \times n_{AR} ) < d_{AR} < 1.2 \times 540 / ( 4 \times n_{AR} ) \dots \dots ( 2 )$$

ことを特徴とする請求項 14 に記載の光散乱型表示素子。

【請求項 16】

P N L C D ( Polymer Network Liquid Crystal Display ) として利用されるものであることを特徴とする請求項 14 に記載の光散乱型表示素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、反射型のディスプレイに適用され、例えば電子ペーパー等に好適な光散乱型表示素子に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯情報端末などのモバイル機器の発達に伴い、低消費電力かつ高品位画質の表示素子への需要が高まっている。その第一候補として、バックライトが不要で消費電力の小さい反射型液晶表示素子が挙げられる。しかしながら、現在一般的に用いられているツイストネマチック ( T N ; Twisted Nematic ) モードあるいはスーパーツイストネマチック ( S T N ; Super-Twisted Nematic ) モードの液晶表示素子は、いずれも偏光板を用い

50

なければならないので、光利用効率が低く、反射型のディスプレイとして用いる場合には非常に暗いという問題がある。

#### 【0003】

偏光板を用いない液晶表示方法として、電界により入射光に対する作用を散乱状態（明表示）と透過状態（暗表示）とに切り替え制御する光散乱型表示モードが挙げられる。図19に、光散乱型表示モードによる液晶表示素子（以下、光散乱型液晶表示素子という。）の一般的な断面構造を示す。この光散乱型液晶表示素子は、例えば光散乱型表示モードの一つである高分子分散型液晶（PDL C；Polymer Dispersed Liquid Crystal）により構成された液晶層130を、例えばガラスよりなる背面側基板110と表示側基板120とを互いに対向配置して挟んだ構造となっている。背面側基板110の裏面側（液晶層130とは逆側）には全面にわたって光吸収層140が配置されている。背面側基板110と表示側基板120とにおける、それぞれの液晶層130に接する側には、例えばITO（Indium Tin Oxide；酸化インジウムスズ）よりなる透明電極111，121が設けられ、画素単位で液晶層130に電界を印加することができるようになっている。

10

#### 【0004】

この光散乱型液晶表示素子では、透明電極111，121によって液晶層130に電界を印加した場合には、表示側基板120側から入射した光が、液晶層130において散乱されることなくそのまま透過し、さらに背面側基板110を透過して光吸収層140で吸収される。これにより、黒表示となる。一方、液晶層130に電界を印加しない場合には、入射した光が液晶層130において散乱され、表示側基板120側に反射されて白表示となる。このようにして、偏光板を用いずに表示を行うことができる。特許文献1～5には、このような光散乱型液晶表示素子に関する技術が記載されている。

20

【特許文献1】特開平5-313140号公報

【特許文献2】特開平7-13139号公報

【特許文献3】特開平11-174436号公報

【特許文献4】特開平7-253570号公報

【特許文献5】特開平7-56152号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

しかしながら、光散乱型液晶表示素子においても、特に散乱状態における光強度（反射率）が十分得られないため、白表示での輝度がまだ十分ではなく、そのためコントラストも不十分となり、改善の余地がある。上記特許文献1～5にも、反射率やコントラストの向上を図るための技術が開示されているが、さらに改善の余地がある。例えば特許文献5では、液晶層に接するように、液晶層と電極（酸化亜鉛層）との間に液晶層の屈折率よりも低い屈折率の層を挟むことで、上記問題の解決を図ろうとしている。しかしながらこの場合、液晶層に接しているため低屈折率層を厚くすることが事実上できないという問題がある。これは、低屈折率層を厚くすると、液晶層上下の電極間距離がその分長くなるので同じ電圧を印加しても電界が下がってしまい液晶の動作が不十分になってしまうからである。従って、特許文献5での低屈折率層を設けることによる反射率の増加は、屈折率の異なる誘電体が波長の1/4程度の厚みで多層に積層したことによる反射率上昇の効果である。しかしながらこの場合、基板面に対して垂直方向に入射した光に対しても同様に反射率が上昇してしまい、白表示での反射率が高くなる一方、同時に黒表示での反射率も上昇してしまい、結局コントラスト比は下がってしまう。この場合、コントラスト比を上げるためには、黒表示での反射率（黒表示での輝度に対応する。）を上げることなく、白表示での反射率（白表示での輝度に対応する。）のみを高くする必要がある。

30

40

#### 【0006】

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、各層の屈折率もしくは厚みの最適化を図ることにより、黒表示での反射率をほとんど上げることなく、白表示での反射率のみを高くし、従来に比べてコントラスト比を高めることができるようにした光散

50

乱型表示素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1の観点に係る光散乱型表示素子は、入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、透過・散乱層を介して互いに対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板とを備え、表示側基板の屈折率が、透過・散乱層の屈折率と同じか、もしくは高くなっているものである。

【0008】

本発明の第1の観点に係る光散乱型表示素子では、黒表示のときには、透過・散乱層が透過状態とされ、入射光が表示側基板および背面側基板を透過する。一方、白表示のときには、透過・散乱層が散乱状態とされ、入射光の多くが表示側基板側に反射され、表示側基板の外部に出射される。この白表示の場合において、透過・散乱層で反射された光が、その基板面に対し斜めから表示側基板の透過・散乱層側の面に入射すると、基板面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて表示側基板で内部反射を起こしてしまい、外部に出射されずに透過・散乱層側に戻ってしまい、白表示での反射率が低下するおそれがある。

10

この第1の観点に係る光散乱型表示素子では、表示側基板の屈折率が、透過・散乱層の屈折率と同じかもしくは高くなっていることにより、白表示状態における透過・散乱層側への戻り光の割合が少なくなり、結果的に、外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比が高められる。

20

【0009】

本発明の第2の観点に係る光散乱型表示素子は、入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、透過・散乱層を介して互いに対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板とを備え、背面側基板の屈折率が、透過・散乱層の屈折率よりも低くなっているものである。

【0010】

本発明の第2の観点に係る光散乱型表示素子では、黒表示のときには、透過・散乱層が透過状態とされ、入射光が表示側基板および背面側基板を透過する。一方、白表示のときには、透過・散乱層が散乱状態とされ、入射光の多くが表示側基板側に反射され、表示側基板の外部に出射される。この白表示の場合において、一部の光が透過・散乱層を透過し、背面側基板側に入射して白表示での反射率が低下するおそれがある。

30

この第2の観点に係る光散乱型表示素子では、背面側基板の屈折率が、透過・散乱層の屈折率よりも低くなっていることで、白表示状態において透過・散乱層を透過した一部の光が、その基板面に対し斜めから背面側基板に入射すると、その基板面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて背面側基板で内部反射を起こしやすくなり、再び透過・散乱層へと戻り、表示側基板側へと反射しやすくなる。すなわち、白表示状態における背面側基板への入射光の割合が少なくなり、結果的に、表示側基板側から外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比が高められる。

40

【0011】

本発明の第3の観点に係る光散乱型表示素子は、入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、透過・散乱層を介して互いに対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板と、透過・散乱層と表示側基板との間に配置された表示側透明電極層と、透過・散乱層と背面側基板との間に配置された背面側透明電極層と、背面側基板における透過・散乱層とは反対側の面に配置された光吸収層と、背面側透明電極層と光吸収層と

50

の間に配置され、透過・散乱層の屈折率よりも低い屈折率を有する低屈折率層とを備えたものである。

【0012】

本発明の第3の観点に係る光散乱型表示素子では、黒表示のときには、透過・散乱層が透過状態とされ、入射光が表示側基板および背面側基板を透過する。一方、白表示のときには、透過・散乱層が散乱状態とされ、入射光の多くが表示側基板側に反射され、表示側基板の外部に出射される。この白表示の場合において、一部の光が透過・散乱層を透過し、背面側基板側に入射し光吸収層で吸収されて白表示での反射率が低下するおそれがある。

この第3の観点に係る光散乱型表示素子では、背面側透明電極層と光吸収層との間に低屈折率層が配置されていることで、白表示状態において透過・散乱層を透過した一部の光が、その積層面に対し斜めから低屈折率層に入射すると、その積層面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて低屈折率層で内部反射を起こしやすくなり、再び透過・散乱層へと戻り、表示側基板側へと反射しやすくなる。すなわち、白表示状態において背面側基板に入射し光吸収層で吸収される光の割合が少なくなり、結果的に、表示側基板側から外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比が高められる。

【0013】

本発明の第4の観点に係る光散乱型表示素子は、入射光を反射させて画像表示を行う光散乱型表示素子であって、入射光に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能な透過・散乱層と、透過・散乱層を介して互に対向配置されたそれぞれ透明な表示側基板および背面側基板と、表示側基板における透過・散乱層とは反対側の最表面に積層され、表示側基板の屈折率よりも低い屈折率 $n_{AR}$ を有する低屈折率層とを備え、低屈折率層の厚み $d_{AR}$  (nm) に関し、以下の条件式(1)を満足するようにしたものである。

$$0.5 \times 540 / (4 \times n_{AR}) < d_{AR} < 1.5 \times 540 / (4 \times n_{AR}) \dots \dots (1)$$

【0014】

本発明の第4の観点に係る光散乱型表示素子では、黒表示のときには、透過・散乱層が透過状態とされ、入射光が表示側基板および背面側基板を透過する。一方、白表示のときには、透過・散乱層が散乱状態とされ、入射光の多くが表示側基板側に反射され、表示側基板の外部に出射される。この白表示の場合において、透過・散乱層で反射された光が、その基板面に対し斜めから表示側基板の最表面に入射すると、基板面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて表示側基板の最表面で内部反射を起こしてしまい、外部に出射されずに透過・散乱層側に戻ってしまい、白表示での反射率が低下するおそれがある。また、表示側基板の最表面において外部反射を起こすと、素子自体に入射する光が減り、適切な表示の妨げになるおそれがある。

この第4の観点に係る光散乱型表示素子では、表示側基板の最表面に低屈折率層が積層され、またその厚み $d_{AR}$ が適切な値に設定されていることにより、低屈折率層が反射防止膜として機能し、表示側基板の最表面での内部反射が減り、白表示状態における透過・散乱層側への戻り光の割合が少なくなり、結果的に、外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。また、表示側基板の最表面での外部反射の割合が少なくなるので、素子自体に入射する光が増え、結果的に、白輝度が増大する。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比が高められる。

【発明の効果】

【0015】

本発明の第1の観点に係る光散乱型表示素子によれば、表示側基板の屈折率を、透過・散乱層の屈折率と同じかもしくは高くするようにしたので、白表示の場合において透過・散乱層で反射された光が、その基板面に対し斜めから表示側基板の透過・散乱層側の面に入射したとしても、表示側基板での内部反射を起こす割合が減り、白表示状態における透

過・散乱層側への戻り光の割合を少なくできる。結果的に、外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度を増大させることができる。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比を高めることができる。

【0016】

本発明の第2の観点に係る光散乱型表示素子によれば、背面側基板の屈折率を、透過・散乱層の屈折率よりも低くするようにしたので、白表示状態において透過・散乱層を透過した一部の光が、その基板面に対し斜めから背面側基板に入射すると、その基板面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて背面側基板で内部反射を起こしやすくなり、再び透過・散乱層へと戻り、表示側基板側へと反射しやすくなる。すなわち、白表示状態における背面側基板への入射光の割合を少なくできる。結果的に、表示側基板側から外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度を増大させることができる。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比を高めることができる。

10

【0017】

本発明の第3の観点に係る光散乱型表示素子によれば、背面側透明電極層と光吸収層との間に低屈折率層を配置するようにしたので、白表示状態において透過・散乱層を透過した一部の光が、その積層面に対し斜めから低屈折率層に入射すると、その積層面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて低屈折率層で内部反射を起こしやすくなり、再び透過・散乱層へと戻り、表示側基板側へと反射しやすくなる。すなわち、白表示状態において背面側基板に入射し光吸収層で吸収される光の割合を少なくできる。結果的に、表示側基板側から外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度を増大させることができる。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比を高めることができる。

20

【0018】

本発明の第4の観点に係る光散乱型表示素子によれば、表示側基板の最表面に低屈折率層を積層し、またその厚み $d_{AR}$ を適切な値に設定するようにしたので、低屈折率層が反射防止膜として機能し、表示側基板の最表面での内部反射が減り、白表示状態における透過・散乱層側への戻り光の割合を少なくできる。結果的に、外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度を増大させることができる。また、表示側基板の最表面での外部反射の割合が少なくなるので、素子自体に入射する光が増え、結果的に、白輝度を増大させることができる。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比を高めることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0020】

[第1の実施の形態]

図1, 図2は、本発明の第1の実施の形態に係る光散乱型表示素子の一構成例を示している。図1, 図2では、本実施の形態に係る光散乱型表示素子をPNLCD(Polymer Network Liquid Crystal Display)に適用した構成例を示している。また図1には電界Eを印加していない状態(白表示)での入射光の状態についても示し、図2には電界Eを印加した状態(黒表示)での入射光の状態についても示す。

40

【0021】

この光散乱型表示素子1は、液晶層30と、この液晶層30を介して互いに対向配置された例えばガラスよりなるそれぞれ透明な背面側基板10および表示側基板20とを備えている。この光散乱型表示素子1はまた、液晶層30と背面側基板10との間に配置された背面側透明電極層11、および液晶層30と表示側基板20との間に配置された表示側透明電極層21を備えている。この光散乱型表示素子1はさらに、背面側基板10の裏面

50

(液晶層 30 とは反対側の面)側に全面にわたって形成された光吸収層 12 を備えている。

#### 【0022】

各透明電極層 11, 21 は、液晶層 30 に画素単位で電界 E を印加するためのものである。表示側透明電極層 21 は、例えば ITO 膜よりなり、表示側基板 20 の液晶層 30 に接する側において全面に形成されている。一方、図 1, 図 2 では図示していないが、背面側透明電極層 11 には、ITO からなる複数の透明な画素電極と、各画素電極に接続され、各画素電極に与える電圧を制御する TFT (Thin Film Transistor) と、TFT に制御用の信号を印加する縦配線および横配線とが形成されている。

#### 【0023】

光吸収層 12 は、黒表示状態において、液晶層 30 および背面側基板 10 を透過した入射光 40 を吸収するために設けられたものであり、例えばカーボンを含む材料で構成されている。

#### 【0024】

液晶層 30 は、電界 E の印加に応じて、入射光 40 に対する作用を散乱状態と透過状態とに切り替え可能なものであり、ポリマーネットワーク型の液晶により構成されている。液晶層 30 は、回転楕円体形状の液晶分子 33 を、ポリマー 32 の中に球状の液晶ドロプレット 31 としてランダムに分散させたもので構成されている。図 3 に、液晶分子 33 の構造を示す。この液晶分子 33 は複屈折性を有し、その長手方向 (z 方向) の屈折率  $n_e$  は、それと垂直方向 (x, y 方向) の屈折率  $n_o$  に対して  $n_e > n_o$  の関係が成り立つ。この液晶分子 33 では、z 方向から入射した光に対しては、その光の振動方向が z 方向に垂直な x y 方向にあるので、その屈折率は  $n_o$  となる。逆に、x y 方向から入射した光に対しては、その光の振動方向が x y 方向に垂直な z 方向にあるので、その屈折率は  $n_e$  となる。ポリマー 32 の屈折率は、液晶分子 33 の低屈折率側の屈折率  $n_o$  と同じ値に設定されている。

#### 【0025】

背面側基板 10 は、その屈折率  $n_{sub 1}$  が液晶層 30 の屈折率よりも低くなっている。望ましくは、その屈折率  $n_{sub 1}$  が、液晶分子 33 の屈折率  $n_o$  よりも低くなっていると良い。一方、表示側基板 20 は、その屈折率  $n_{sub 2}$  が、液晶層 30 の屈折率と同じか、もしくは高くなっている。望ましくは、その屈折率  $n_{sub 2}$  が、液晶分子 33 の屈折率  $n_o$  と同じか、もしくは高くなっていると良い。より望ましくは、その屈折率  $n_{sub 2}$  が、散乱状態 (白表示状態)における液晶層 30 全体の平均的な屈折率  $n_{LC}$  と同じか、もしくは高くなっていると良い。より具体的には、その屈折率  $n_{sub 2}$  が、液晶層 30 全体の平均的な屈折率  $n_{LC}$  に対して、以下の  $n_{sub}$  の範囲内で高くなっていると良い。このような屈折率に設定することの根拠については、後述する。

$$0.01 < n_{sub} < 0.03$$

#### 【0026】

このように背面側基板 10 および表示側基板 20 の屈折率  $n_{sub 1}$ ,  $n_{sub 2}$  の最適化が図られている点が従来の PNLCD とは大きく異なる。また本実施の形態において、液晶層 30 が、本発明における「透過・散乱層」の一具体例に対応する。

#### 【0027】

次に、この光散乱型表示素子 1 の作用、および効果を説明する。

#### 【0028】

この光散乱型表示素子 1 では、図 2 のように液晶層 30 に電界 E を印加することで、液晶分子 33 が上下の一方向に配向する。この場合、上側から入射する光 40 に対して液晶ドロプレット 31 の屈折率が  $n_o$  となり、液晶ドロプレット 31 の周囲にあるポリマー 32 の屈折率と等しくなる (液晶ドロプレット 31 とポリマー 32 との屈折率差  $n$  が 0 となる)。従って液晶層 30 は透過状態となり、入射光 40 は液晶層 30 において散乱されることなくそのまま透過し、さらに背面側基板 10 を透過して光吸収層 12 で吸収される。これにより、黒表示となる。

10

20

30

40

50



## 【0029】

一方、電界Eを印加していないときには、図1のように液晶分子33がランダムに配向しているために液晶ドロレット31の屈折率がポリマー32の屈折率より高くなる。通常、このときの液晶ドロレット31の平均的な屈折率はx, y, z方向の三軸方向の成分を考えて

$(n_e + 2 \times n_o) / 3$ になる。

従って、上側から入射した光40に対してポリマー32と液晶ドロレット31との間の屈折率差  $n$ が生じることで、液晶ドロレット31において光が散乱される散乱状態となり、表示側基板20側に反射されて白表示となる。

## 【0030】

ここで、白表示状態(散乱状態)のときに液晶層30で反射された光が、図4に示したように、表示側基板20の液晶層30側の面に斜め入射した場合に生ずる内部反射について考察する。まず、液晶層30、表示側透明電極層21および表示側基板20からなる多層膜を考え、白表示のときに液晶層30側から表示側基板20側に光が入射する場合の反射率Rの入射角度依存性を、有効フレネル係数法により計算してみる。

## 【0031】

ここで計算条件は以下のとおりである。まず、液晶分子33の屈折率は $n_o = 1.52$ ,  $n_e = 1.80$ とし、またポリマー32の屈折率は $n_{poly} = 1.52$ とした。そして、液晶ドロレット31とポリマー32の体積比を8:2として、以下のように全体の平均的な屈折率を求めた。それによって得られた値 = 1.59を、白表示状態での液晶層30

10

20

$((n_e + 2 \times n_o) / 3) \times 0.8 + n_{poly} \times 0.2$

さらに図4に記したように、表示側透明電極層21の厚み $d_{ITO}$ と屈折率 $n_{ITO}$ をそれぞれ $d_{ITO} = 0.03 \mu m (30 nm)$ ,  $n_{ITO} = 1.78$ とし、表示側基板20の屈折率を $n_{sub2} = 1.32, 1.52, 1.59, 1.65$ に変えて計算した。また、S波とP波のそれぞれについて反射率Rを計算した。なお、S波とは、図4の紙面に対して垂直な方向に偏光している光で、P波とは、図4の紙面に対して平行な方向に偏光している光のことである。

## 【0032】

図5にその計算結果を示す。縦軸は反射率R、横軸は角度(deg)を示す。角度は、図4に示したように入射面の法線に対する入射角度である。なお、光の波長は $\lambda = 540 nm$ とした。 $\lambda = 540 nm$ としたのは、最も視感度の高い波長だからであり、赤色光や青色光の場合も図5の計算結果とほとんど同じ結果になる。

30

## 【0033】

図5の結果から、表示側基板20の屈折率 $n_{sub2}$ を液晶層30の屈折率 $n_{LC} (= 1.59)$ と同じかまたは高くすることで反射が抑えられ、逆に液晶層30の屈折率 $n_{LC}$ より低くすることで反射率が高角度側で大きくなるのが分かる。特に入射角度が臨界角 $r$ を超えると全反射条件を満たして反射率が1になる。ところで、液晶層30中で散乱を繰り返すことで光が等方的に拡散される場合を考えると、その光の角度成分が $0^\circ \sim 90^\circ$ までにおいて、同じ光強度になると考えられる。この場合、光のトータルな反射率 $R_{total}$ は、 $0^\circ \sim 90^\circ$ までの各入射角度での反射率Rを積算した値を、 $0^\circ \sim 90^\circ$ までの反射率をすべて1にして積算した値で割り算をすることで得られる。

40

## 【0034】

このようにして見積もられるトータルな反射率 $R_{total}$ の値の結果を図6に示す。さらに表示側基板20の屈折率 $n_{sub2}$ を1.30~1.80まで変化させてこのトータルな反射率 $R_{total}$ を計算した結果を図7に示す。この結果から、表示側基板20の屈折率 $n_{sub2}$ が、液晶層30の屈折率 $n_{LC}$ と等しいところから $0.01 \sim n_{sub2} = 0.03$ の範囲の $n_{sub2}$ ほどプラス側にずれた付近(屈折率1.61付近)で、トータルな反射率 $R_{total}$ が最も抑えられて最小値になることが分かる。

## 【0035】

50

以上のことを鑑みて、次のような構造を採用することで白表示での素子全体の反射率を高めることが可能である。まず光の取り出し側の表示側基板 20 であるが、図 4 に示した光の入射状態において、液晶層 30 側から表示側基板 20 側により多くの光が透過することが望ましい。光が透過しないと、表示側基板 20 側で内部反射を起こし、外部に出射されずに液晶層 30 側に戻ってしまう。これでは結果的に素子全体として、白表示での反射率が低下する。従って表示側基板 20 の屈折率  $n_{sub2}$  を、液晶分子 33 の屈折率  $n_o$  と同じかより高くすれば、液晶層 30 側から表示側基板 20 側への光の反射率  $R$  が低く抑えられて液晶層 30 側への戻り光の割合が少なくなり、結果的に、表示側基板 20 を透過して外部に出射される光の割合が増えて良いことになる。これにより、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。さらに望ましくは、表示側基板 20 の屈折率  $n_{sub2}$  を液晶層 30 の屈折率  $n_{LC}$  と同じかより高くすれば良い。より具体的には、表示側基板 20 の屈折率  $n_{sub2}$  を、液晶層 30 の屈折率  $n_{LC}$  より  $n_{sub2} = 0.02 \pm 0.01$  ほど高い屈折率にすればなお良いことになる。

10

すなわち、屈折率  $n_{sub2}$  が屈折率  $n_{LC}$  に対し、

$$0.01 < n_{sub2} < 0.03$$

ほど高い屈折率になっていることが好ましい。

#### 【0036】

一方、背面側基板 10 の屈折率  $n_{sub1}$  は、白表示の場合において背面側基板 10 側に光が入射、透過しないように、表示側基板 20 とは逆に、液晶分子 33 の屈折率  $n_o$  よりも低くなっていると良い。このようにすることで、白表示状態において液晶層 30 を透過した一部の光が、その基板面に対し斜めから背面側基板 10 に入射すると、その基板面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて背面側基板 10 で内部反射を起こしやすくなり、再び液晶層 30 へと戻り、表示側基板 20 へと反射しやすくなる。すなわち、白表示状態における背面側基板 10 への入射、透過光の割合が少なくなり、結果的に、表示側基板 20 を透過して外部に出射される光の割合が増えて良いことになる。これにより、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。

20

#### 【0037】

しかしながら、背面側基板 10 において白表示のときの反射率  $R$  が上述のように上昇しても、黒表示のときの反射が同様に (+ 分) 上昇すれば、コントラスト (= 白輝度 / 黒輝度) が低下して画質の劣化を招いてしまう。そこで黒表示のときの反射率について考察する。

30

#### 【0038】

黒表示の場合、液晶層 30 の液晶ドロレット 31 とポリマー 32 の屈折率が液晶分子 33 の屈折率  $n_o$  と同じになるので表面から入射した光が液晶層 30 で散乱されることなく透過し、下側の背面側基板 10 に到達する。このときの各層における光の入射角度に対する透過光の分布は、スネルの法則を満たすためにある角度以上は存在しないことになる(ただしすべての界面や表面が平らの場合)。つまり屈折率  $n = 1.0$  の空気側からあらゆる角度で入射しても空気よりも屈折率の高いデバイス側に入射するとその層での臨界角  $r = \arcsin(1/n_D)$  より小さい角度に分布することになる。ただしここでデバイスの各層の屈折率を代表して  $n_D$  とする。液晶層 30 の場合は  $n_D = n_{LC}$  である。今、液晶層 30 の屈折率を 1.52 とすると、この臨界角は  $r = 41.1^\circ$  となる。この場合、図 5 に示した反射率  $R$  の角度依存性から、たとえ屈折率が 1.32 の層が液晶層 30 の下側に存在したとしても  $r = 41.1^\circ$  までの角度成分であれば、光をほとんど反射しないことになる。従って、黒表示の場合において光の反射が高くないので輝度の増加が見られない。一方白表示の場合、液晶層 30 での光散乱によりすべての角度において光が存在するので結果として光の反射が高くなり、輝度が増すこととなる。従ってコントラストは上昇することになる。

40

#### 【0039】

以上説明したように、本実施の形態によれば、表示側基板 20 の液晶層 30 側の面での内部反射が抑えられるようにその屈折率  $n_{sub2}$  の最適化を図るようにしたので、白表示

50

状態における液晶層 30 側への戻り光の割合を少なくできる。また、背面側基板 10 の液晶層 30 側の面で斜め入射した場合に内部反射が起きやすくなるように、その屈折率  $n_{sub1}$  の最適化を図るようにしたので、白表示状態における背面側基板 10 への入射、透過光の割合を少なくできる。これらにより結果的に、素子全体としてみたときに、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比を高めることができる。

#### 【0040】

これによって、例えば電子ペーパーに適用した場合には、よりペーパーライクな白表示が可能となる。また、黒表示での光の反射率を上げずに高コントラストを達成することができるので、より見やすいディスプレイを実現できる。さらに、PNLCD に適用することで、他の光散乱型ディスプレイに比べて応答速度が速く、高品位な動画表示が可能となる。

10

#### [第2の実施の形態]

#### 【0041】

次に、本発明の第2の実施の形態を説明する。なお、上記第1の実施の形態に係る光散乱型表示素子1(図1, 図2)と実質的に同一の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。図8は、本実施の形態に係る光散乱型表示素子の一構成例を示している。上記第1の実施の形態では、背面側基板10の屈折率  $n_{sub1}$  を液晶分子33の屈折率  $n_o$  よりも低くすることの利点について述べたが、現状、屈折率の低い基板を使用するにはその基板が高価である場合が多く、また汎用性も乏しい。そこで、本実施の形態では、背面側基板10自体の屈折率  $n_{sub1}$  を低くしなくとも、背面側透明電極層11と光吸収層12との間に別途、低屈折率層を設けることで、上記第1の実施の形態と同様の効果を得ようとするものである。図8に示した光散乱型表示素子2では、背面側基板10と背面側透明電極層11との間に透明な低屈折率層13を設けている。

20

#### 【0042】

以下、低屈折率層13を設けることにより、背面側基板10の屈折率  $n_{sub1}$  を低くした場合と同様な効果が得られるための条件を述べる。ここでは図9に示したように、液晶層30、背面側透明電極層11、低屈折率層13および背面側基板10からなる多層膜を考え、白表示のときに液晶層30側から低屈折率層13側に光が入射する場合の反射率  $R$  の入射角度依存性を、有効フレネル係数法により計算してみる。

30

#### 【0043】

ここで計算条件は以下のとおりである。図9に示したように、背面側基板10として屈折率  $n_{sub1} = 1.52$  の基板の上に、低屈折率層13として屈折率  $n_3 = 1.40$  の膜を入れた構造において、その層の厚み  $d_3$  を変えて反射率  $R$  を計算した。液晶層30の屈折率は、図5の計算を行った場合と同様に、白表示状態での全体の屈折率  $n_{LC} = 1.59$  とした。また、背面側透明電極層11についても図5の計算を行った場合と同様に、その厚み  $d_{ITO}$  と屈折率  $n_{ITO}$  をそれぞれ  $d_{ITO} = 0.03 \mu m (30 nm)$  ,  $n_{ITO} = 1.78$  とした。また、S波とP波のそれぞれについて反射率  $R$  を計算した。なお、S波とは、図9の紙面に対して垂直な方向に偏光している光で、P波とは、図9の紙面に対して平行な方向に偏光している光のことである。

40

#### 【0044】

その結果を、S波については図10、P波については図11に示す。縦軸は反射率  $R$ 、横軸は角度 (deg) を示す。角度は、図9に示したように入射面の法線に対する入射角度である。なお、図5の計算を行った場合と同様の理由で、光の波長は最も視感度の高い  $\lambda = 540 nm$  とした。

#### 【0045】

これらの結果からS波、P波ともに、厚み  $d$  として低屈折率層13の厚み  $d_3$  が  $0.25 \mu m$  以上あれば反射が上昇する効果があり、さらに望ましくは  $0.5 \mu m$  以上であれば十分な反射の効果を得られていることが分かる。このような反射の効果が期待できるのは、低屈折率層13の厚み  $d_3$  が、光の染み出し距離(エバネッセントフィールド)と同等

50

か、あるいはそれより厚いことが必要である。というのは、ここではほぼ全反射条件を満たすことで光が反射される機構を用いているからである。従って、このような低屈折率層 13 は必ずしも ITO などの背面側透明電極層 11 の直下にある必要はなく、液晶層 30 および背面側透明電極層 11 より下側で、光吸収層 12 より上側であれば同様な効果が期待できる。

【0046】

このような低屈折率層 13 が設けられていることにより、白表示状態において液晶層 30 を透過した一部の光が、その積層面に対し斜めから低屈折率層 13 に入射すると、その積層面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて低屈折率層 13 で内部反射を起こしやすくなり、再び液晶層 30 側へと戻り、表示側基板 20 へと反射しやすくなる。すなわち、白表示状態において背面側基板 10 に入射し光吸収層 12 で吸収される光の割合が少なくなり、結果的に、表示側基板 20 を透過して外部に出射される光の割合が増えて良いことになる。これにより、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。

10

【0047】

なお、液晶層 30 の下側に低い屈折率の層があったとしても黒表示での輝度が上がる結果にはならず、白表示での輝度のみが増し、コントラストが上昇する結果となるのは、上記第 1 の実施の形態と同様である。

【0048】

以上説明したように、この第 2 の実施の形態によれば、液晶層 30 の下側、背面側透明電極層 11 と光吸収層 12 との間の任意の位置に低屈折率層 13 を積層し、その液晶層 30 側の積層面に斜め入射した場合に内部反射が起きやすくなるようにしたので、白表示状態において背面側基板 10 に入射し光吸収層 12 で吸収される光の割合を少なくできる。これにより結果的に、素子全体としてみたときに、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比を高めることができる。

20

[第 3 の実施の形態]

【0049】

次に、本発明の第 3 の実施の形態を説明する。なお、上記第 1 の実施の形態に係る光散乱型表示素子 1 (図 1, 図 2) と実質的に同一の部分には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。図 12 は、本実施の形態に係る光散乱型表示素子の一構成例を示している。この光散乱型表示素子 3 は、図 1, 図 2 に示した光散乱型表示素子 1 に対して、表示側基板 20 における液晶層 30 とは反対側の最表面に、反射防止膜 22 を積層したものである。反射防止膜 22 は、表示側基板 20 の屈折率  $n_{s,u,b}2$  よりも低い屈折率  $n_{A,R}$  となっている。

30

【0050】

ここで、図 13 (A), (B) に示したように、素子の最表面と空気との界面での反射を考える。白表示の場合において、図 13 (A) に示したように液晶層 30 で反射された光が、その基板面に対し斜めから表示側基板 20 の最表面に入射すると、基板面の法線に対する入射角度が大きくなるにつれて表示側基板 20 の最表面で内部反射を起こしてしまい、外部に出射されずに液晶層 30 側に戻ってしまい、白表示での反射率が低下するおそれがある。また、図 13 (B) に示したように表示側基板 20 の最表面において外部反射を起こすと、素子自体に入射する光が減り、適切な表示の妨げになるおそれがある。そこで反射防止膜 22 を設けることで、表示側基板 20 の最表面と空気との界面での内部反射を減らすことができ、空気側へ出射光量が増えて白輝度が高くなるし、また逆に空気側から表示側基板 20 への入射光の光量も多くなるので結果として白輝度が高くなる。

40

【0051】

図 14 に、表示側基板 20 の内部から外部へと出射する光の反射率 R の入射角度依存性を計算した結果を示す。また逆に、表示側基板 20 の外部から内部へと入射する光の反射率 R の入射角度依存性を計算した結果を、図 15 に示す。表示側基板 20 の屈折率は  $n_{s,u,b}2 = 1.65$  とし、反射防止膜 22 は屈折率  $n_{A,R} = 1.32$  で厚み  $d_{A,R} = 1000 \text{ nm}$  とした。空気 (基板外部) の屈折率  $n_{a,i,r}$  は、 $1.0$  とした。比較例として、反射防止膜 2

50

2なし（表示側基板20だけ）の場合も計算して示す。また、また、S波とP波のそれぞれについて反射率Rを計算した。なお、S波とは、図13(A)、(B)の紙面に対して垂直な方向に偏光している光で、P波とは、図13(A)、(B)の紙面に対して平行な方向に偏光している光のことである。

【0052】

図14の結果から、反射防止膜22を施すことで臨界角  $r = 37.3^\circ$  までの角度において内部反射が抑えられているのが分かる。また図15から、ほぼ全角度にわたって外部反射が抑えられていることが分かる。このような反射抑制効果を得るためには、反射防止膜22の屈折率  $n_{AR}$  が、表示側基板20の屈折率  $n_{sub2}$  より低く ( $n_{AR} < n_{sub2}$ )、さらにその厚み  $d_{AR}$  (nm) が  $\lambda / 4 n_{AR}$  であれば理想的な反射条件が得られる。  $\lambda$  は光の波長であり、例えば最も視感度の高い波長540nmに合わせると良い。実用的には誤差があることや、使用波長域が赤色光から青色光まで幅があることを考慮すると、

$0.5 \times 540 / (4 \times n_{AR}) \leq d_{AR} \leq 1.5 \times 540 / (4 \times n_{AR}) \dots \dots (1)$   
を満たせば効果がある。望ましくは、

$0.8 \times 540 / (4 \times n_{AR}) \leq d_{AR} \leq 1.2 \times 540 / (4 \times n_{AR}) \dots \dots (2)$   
を満たせば、理想条件に近づくのでより効果がある。

【0053】

以上説明したように、この第3の実施の形態によれば、表示側基板20の最表面に低屈折率の反射防止膜22を積層し、またその厚み  $d_{AR}$  を適切な値に設定することにより、表示側基板20の最表面での内部反射が減り、白表示状態における液晶層30側への戻り光の割合が少なくなり、結果的に、外部に出射される光の割合が増え、白表示状態における素子全体の反射率が上がり、白輝度が増大する。また、表示側基板20の最表面での外部反射の割合が少なくなるので、素子自体に入射する光が増え、結果的に、白輝度を増大させることができる。これにより、黒表示での反射率を上げることなく白表示での反射率のみを高くして、コントラスト比を高めることができる。

【0054】

なお、上記第2および第3の実施の形態を組み合わせた構成ももちろん可能である。

【実施例】

【0055】

次に、光散乱型表示素子の具体的な構成例を実施例として示す。ここでは一例として、上記第2および第3の実施の形態の構成を組み合わせた構成に対応する実施例を示す。

【0056】

図16に、本実施例に係る光散乱型表示素子の要部構造を示す。背面側基板10としては、屈折率  $n_{sub1} = 1.52$  で0.7mmの厚みのシリカ系ガラス基板を用いた。この背面側基板10の片面上に、低屈折率層13として、屈折率  $n_3 = 1.32$  で500nmの厚みの  $MgF_2$  の膜を真空加熱法で蒸着した。さらにその低屈折率層13の上に背面側透明電極層11として、20nmの厚みのITOからなる透明電極膜をスパッタ法で蒸着した。図17は、背面側透明電極層11のより具体的な構造を示している。背面側透明電極層11として、より具体的には、ITOの透明電極膜からなる複数の透明な画素電極61と、各画素電極61に接続され、各画素電極62に与える電圧を制御するTF T 62と、TF T 62のゲート電極に制御用の信号を印加するゲート線63と、TF T 62のソース電極に制御用の信号を印加するソース線64とを形成した。ITOの画素電極61は、メタルマスクを用いてフォトリソグラフィにより幅90 $\mu m$ で図に示したようにほぼ正方形にパターンニングした。TF T 62は、ITO膜の蒸着をする前に背面側基板10に元々縦方向および横方向に100 $\mu m$ の画素ピッチで形成されている。これに対応して、横方向に延在する複数のゲート線63が存在し、縦方向に延在する複数のソース線64が存在する。ゲート線63およびソース線64は、メタル配線(A1)により形成した。

【0057】

また、表示側基板20としては、屈折率  $n_{sub2} = 1.65$  で0.7mmの厚みのシリカ系ガラス基板を用いた。この表示側基板20の片面上に、反射防止膜22として、屈折率

$n_{AR} = 1.32$  で  $100\text{ nm}$  の厚みの  $\text{MgF}_2$  の膜を真空加熱法で蒸着した。さらに表示側透明電極層 21 として、背面側透明電極層 11 の場合と同様に  $20\text{ nm}$  の厚みの ITO 膜を  $\text{MgF}_2$  の膜が蒸着されていない側にスパッタ法で蒸着した。ここで、表示側透明電極層 21 となる ITO 膜は表示側基板 20 の一面、全面にわたって蒸着されている。

#### 【0058】

これら ITO 膜等を積層した背面側基板 10 および表示側基板 20 のうち一方の基板表面上 (ITO 側) に、スペーサとして  $50\ \mu\text{m}$  径のプラスチックボールを均等に分散させた。さらに二つの基板 10, 20 を ITO 膜同士が向き合うようにしてスペーサを挟んだ状態で密着させて固定した。この状態で基板間の隙間は  $50\ \mu\text{m}$  となる。次に、モノマー入りの PN 液晶を熱融解させ、毛細管現象を用いて基板間の隙間に入れた後、紫外線を照射することにより、モノマーを硬化、ネットワーク化し、光散乱状態を得て、これを液晶層 30 とした。次に、室温まで戻した後、光吸収層 12 を背面側基板 10 の裏面側に貼り付けた。光吸収層 12 としては、カーボン樹脂で固めたものを用いた。

10

#### 【0059】

この光散乱型表示素子では、ソース線 63 とゲート線 64 (図 17) の両方に電圧が印加された所に対応する画素が黒表示となる。この光散乱型表示素子を用いて電圧を印加したときの素子全体としての光の反射率の変化を測定した。結果を図 18 に示す。この結果から、電圧を印加していないとき (白表示) の反射率は  $45\%$  あるのに対し、電圧を  $20\text{ V}$  印加したとき (黒表示) の反射率はわずか  $4\%$  しかないと分かる。これよりコントラスト比は  $11$  になる。比較のために、本実施例の構造を用いなかった場合の素子 (基板の屈折率を最適化せず、かつ低屈折率層 13 と反射防止膜 22 も設けない構造) について同じ測定をした結果では、白表示での反射率は  $38\%$  でコントラスト比は  $10$  であった。このことから、本実施例では白表示が高い反射率にもかかわらず黒表示の反射率がほとんど上昇していないことになる。

20

#### 【0060】

なお、本発明は、以上で説明した各実施の形態、ならびに実施例に限定されず、さらに種々の変形実施が可能である。例えば、以上で述べたすべての効果は必ずしも PNLCD だけに限らず、PDLCD 等の一般的な光散乱型の反射型液晶ディスプレイにおいても効果がある。また必ずしも液晶ディスプレイに限らず電子ペーパー全般などの光散乱型ディスプレイにおいて同様な効果がある。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0061】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る光散乱型液晶表示素子の構造、および電界を印加していない状態 (白表示) での入射光に対する作用を示す断面図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態に係る光散乱型液晶表示素子の構造、および電界を印加した状態 (黒表示) での入射光に対する作用を示す断面図である。

【図 3】液晶分子の構造を示す図である。

【図 4】液晶層側から表示側基板へと入射する光の反射の状態を説明した図である。

【図 5】液晶層側から表示側基板へと入射する光の反射率  $R$  の入射角度依存性を示す特性図である。

40

【図 6】表示側基板の屈折率を変化させた場合における、液晶層側から表示側基板へと入射する光のトータル反射率  $R_{total}$  の値を示した図である。

【図 7】液晶層側から表示側基板へと入射する光のトータル反射率  $R_{total}$  の屈折率依存性を示す特性図である。

【図 8】本発明の第 2 の実施の形態に係る光散乱型液晶表示素子の構造を示す図である。

【図 9】本発明の第 2 の実施の形態に係る光散乱型液晶表示素子において、液晶層側から低屈折率層へと入射する光の反射の状態を説明した図である。

【図 10】液晶層側から低屈折率層へと入射する S 波の入射光に対する反射率  $R$  と低屈折率層の厚みとの関係を示す特性図である。

【図 11】液晶層側から低屈折率層へと入射する P 波の入射光に対する反射率  $R$  と低屈折

50

率層の厚みとの関係を示す特性図である。

【図12】本発明の第3の実施の形態に係る光散乱型液晶表示素子の構造を示す図である。

【図13】本発明の第3の実施の形態に係る光散乱型液晶表示素子における、表示側基板の最表面での光の反射の状態を説明した図である。

【図14】表示側基板内部から外部へと出射する光の反射率の入射角度依存性を示す特性図である。

【図15】表示側基板外部から内部へと入射する光の反射率の入射角度依存性を示す特性図である。

【図16】本発明の一実施例に係る光散乱型表示素子の要部構造を示す図である。

10

【図17】実施例に係る光散乱型表示素子における背面側透明電極層の構造を示す平面図である。

【図18】実施例に係る光散乱型表示素子における印加電圧と素子全体の反射率との関係を示す特性図である。

【図19】従来の光散乱型液晶表示素子の一構成例を示す断面図である。

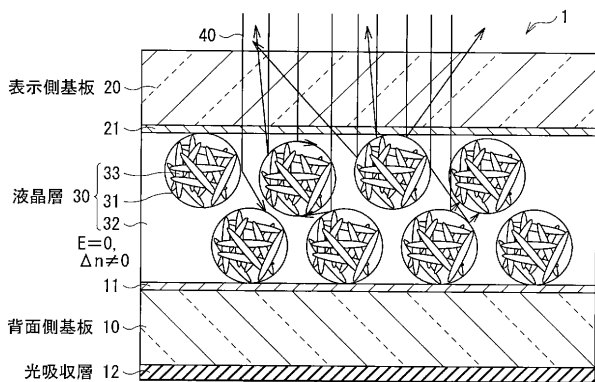
【符号の説明】

【0062】

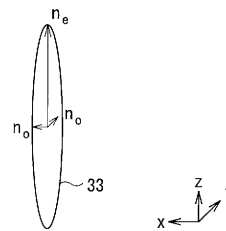
10...背面側基板、11...背面側透明電極層、12...光吸収層、13...低屈折率層、20...表示側基板、21...表示側透明電極層、22...反射防止膜(低屈折率層)、30...液晶層、31...液晶ドロレット、32...ポリマー、40...入射光。

20

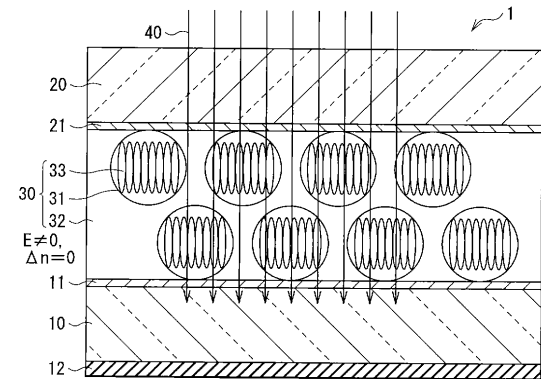
【図1】



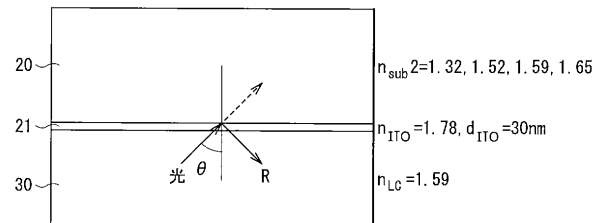
【図3】



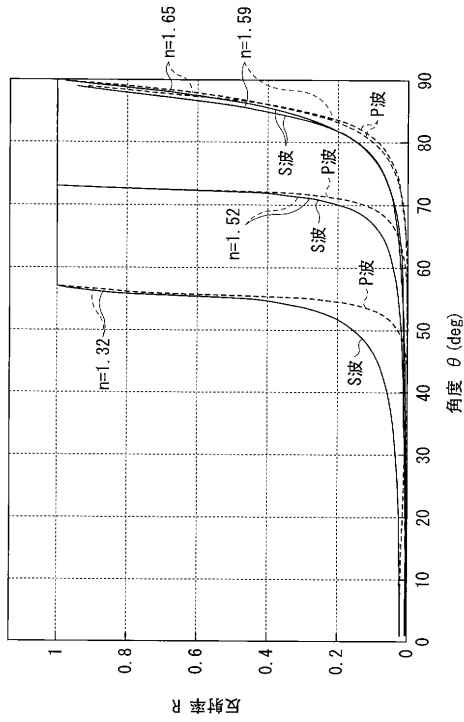
【図2】



【図4】



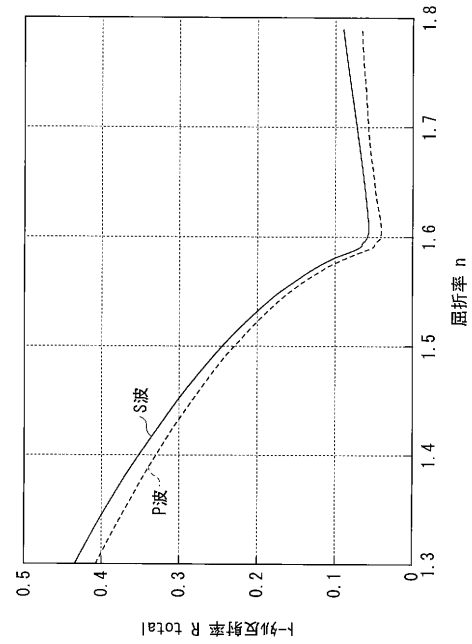
【 図 5 】



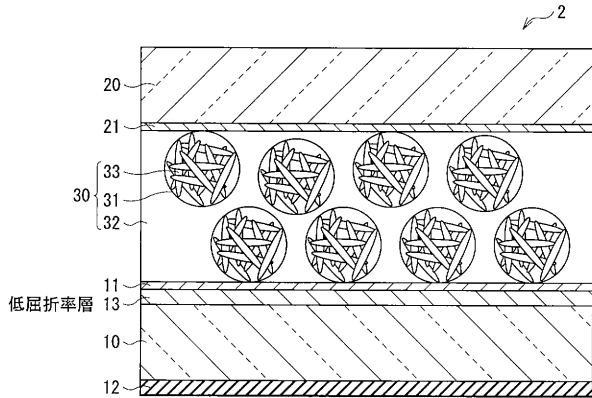
【 図 6 】

基板屈折率	1.32	1.52	1.59	1.65
トータル反射率(S波)	0.4206	0.2181	0.0651	0.0619
トータル反射率(P波)	0.3926	0.2039	0.0457	0.0485

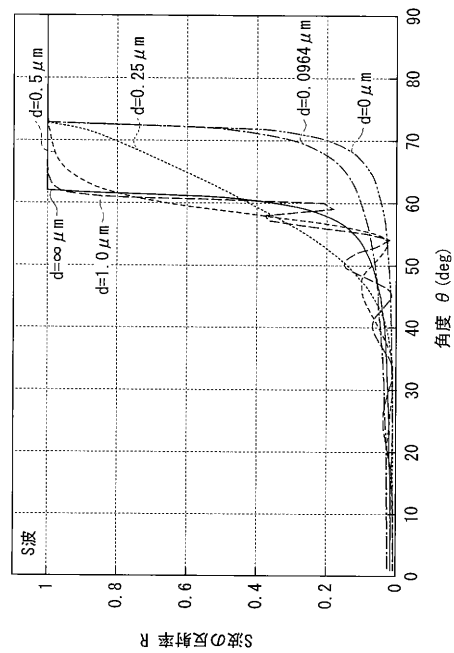
【 図 7 】



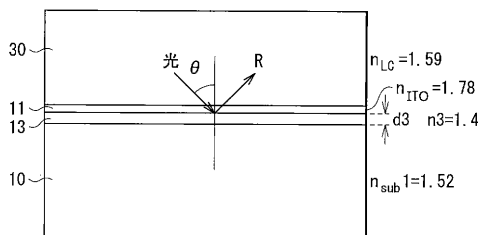
【 図 8 】



【 図 10 】

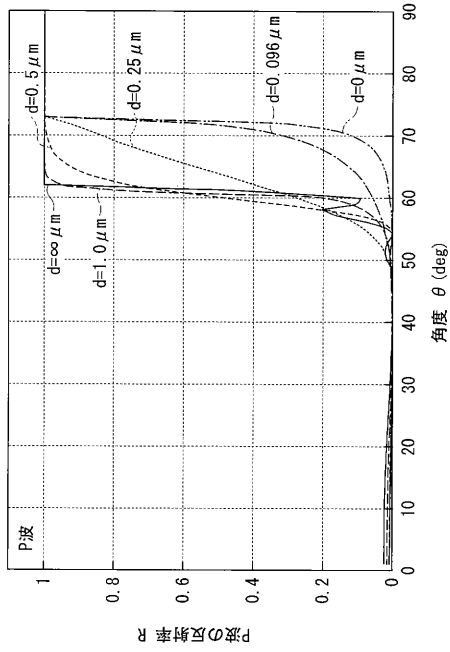


【 図 9 】

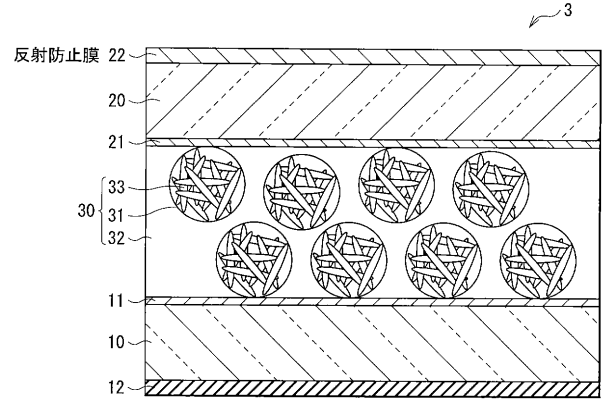




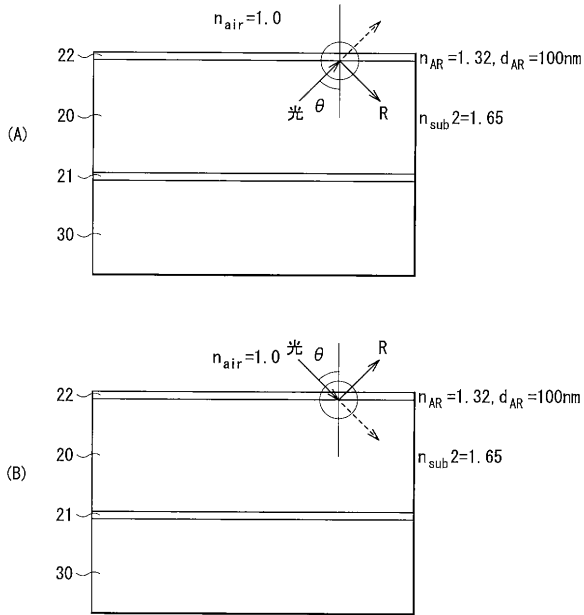
【 図 1 1 】



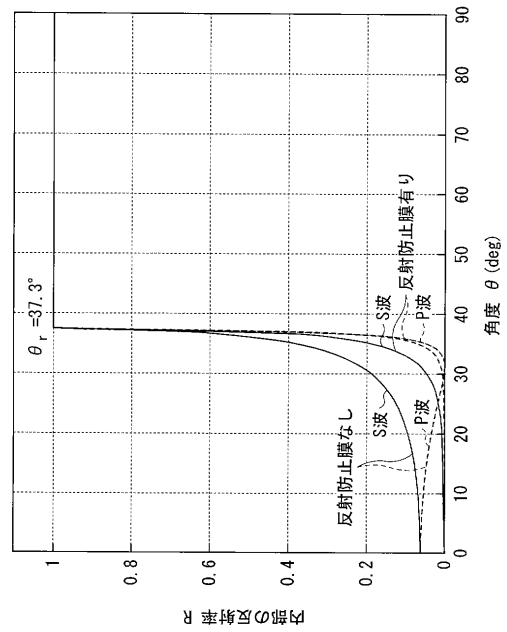
【 図 1 2 】



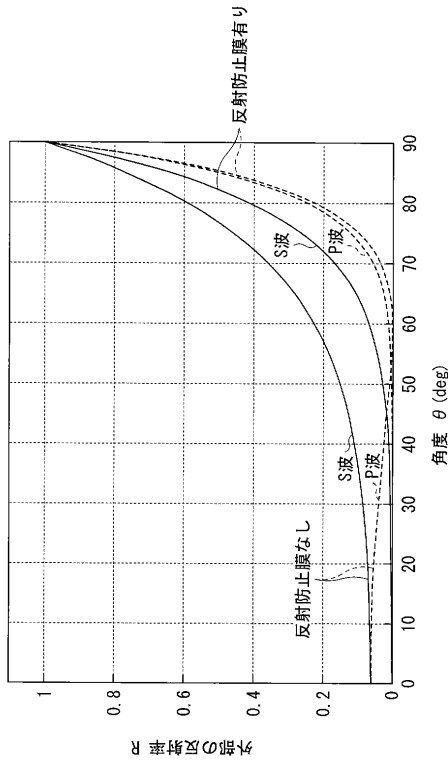
【 図 1 3 】



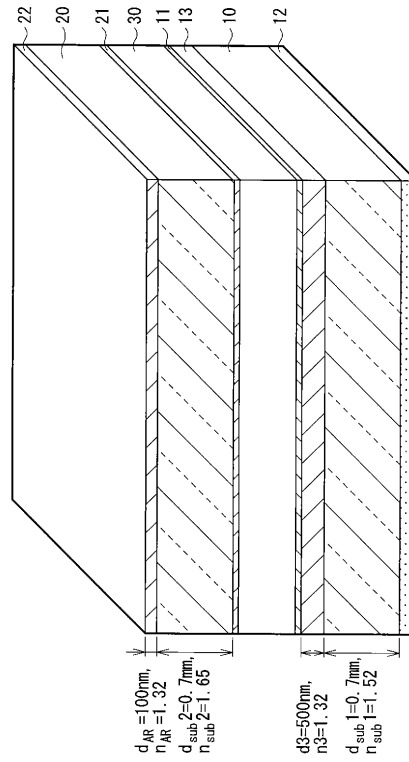
【 図 1 4 】



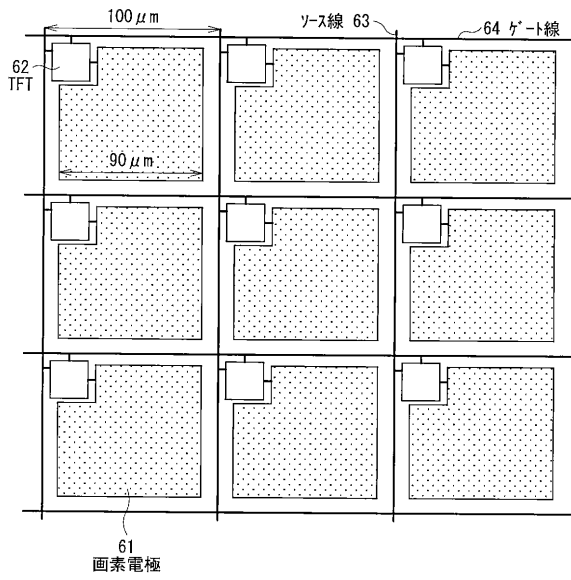
【 図 1 5 】



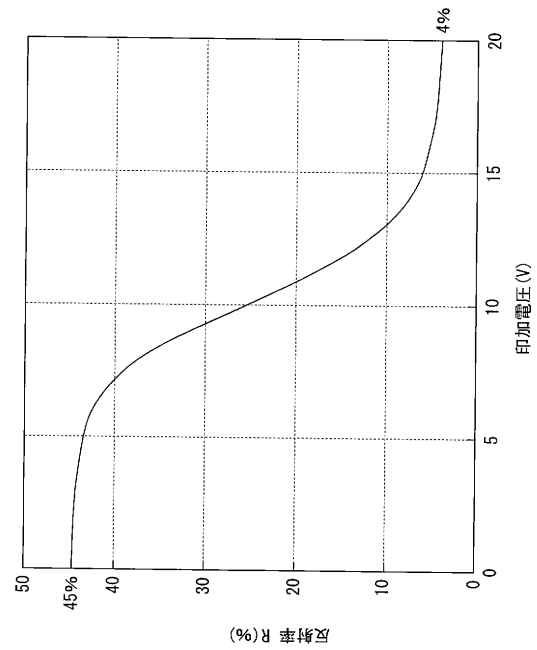
【 図 1 6 】



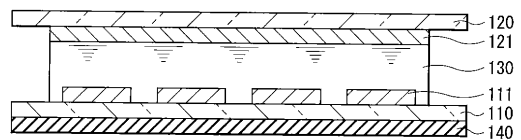
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 伸二

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

Fターム(参考) 2H088 EA22 GA10 HA01 HA10 HA14 KA05 MA02  
2H089 HA04 HA15 QA16 SA17 TA01 TA11 TA13 UA09  
2H090 JA06 JA16 JB12 JC07 JD01 KA11 LA05  
2H091 FA34Z FA37X FA50Y GA01 JA02 KA01 LA17 MA10