

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5467388号
(P5467388)

(45) 発行日 平成26年4月9日(2014.4.9)

(24) 登録日 平成26年2月7日(2014.2.7)

(51) Int.Cl.

F 1

F 2 1 S 2/00 (2006.01)

F 2 1 S 2/00 4 3 5

G 0 2 F 1/13357 (2006.01)

G 0 2 F 1/13357

F 2 1 Y 101/02 (2006.01)

F 2 1 Y 101:02

F 2 1 Y 103/00 (2006.01)

F 2 1 Y 103:00

請求項の数 17 (全 33 頁)

(21) 出願番号

特願2010-88173 (P2010-88173)

(22) 出願日

平成22年4月6日(2010.4.6)

(65) 公開番号

特開2011-222199 (P2011-222199A)

(43) 公開日

平成23年11月4日(2011.11.4)

審査請求日

平成25年3月21日(2013.3.21)

(73) 特許権者 000002185

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

(73) 特許権者 504157024

国立大学法人東北大学

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置および表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

導光板と、

前記導光板の側面に配置された光源と、

前記導光板の表面または内部に配置されると共に前記導光板と接着された光変調素子とを備え、

前記光変調素子は、

離間して互いに対向配置された第1電極および第2電極と、

前記第1電極と前記第2電極との間隙に設けられ、かつ電場の大きさに応じて、前記光源からの光に対して散乱性もしくは透明性を示す光変調層と

を有し、

前記第1電極および前記第2電極の少なくとも一方が、複数の部分電極からなり、

前記複数の部分電極のうち第1部分電極は、前記複数の部分電極のうち第2部分電極に隣接しており、かつ前記第2部分電極に隣接する辺部に、凹凸形状を有する照明装置。

【請求項 2】

前記凹凸形状は、ジグザグ形状、波形状、台形状、ランプ形状またはランダム形状となっている

請求項1に記載の照明装置。

【請求項 3】

10

20

前記凹凸形状は、鋭角の先端を有する複数の第1凸部が配列されたジグザグ形状となつてあり、

各第1凸部の少なくとも1つの輪郭が、先端を原点側とする略サインm乗の関数(mは偶数)となっている

請求項1または請求項2に記載の照明装置。

【請求項4】

前記第2部分電極は、前記第1部分電極と隣接する辺部に、凹凸形状を有する

請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項5】

前記第2部分電極の凹凸形状は、ジグザグ形状、波形状、台形状、ランプ形状またはランダム形状となっている 10

請求項4に記載の照明装置。

【請求項6】

前記第2部分電極の凹凸形状は、鋭角の先端を有する複数の第2凸部が配列されたジグザグ形状となっており、

各第2凸部の少なくとも1つの輪郭が、先端を原点側とする略サインm乗の関数(mは偶数)となっている

請求項4または請求項5に記載の照明装置。

【請求項7】

前記複数の部分電極は、マトリクス状に配置されており、 20

各部分電極は、他の部分電極と隣接する辺部に、凹凸形状を有する

請求項4ないし請求項6のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項8】

前記第1部分電極の凹凸形状は、辺部に沿って配列された複数の第1凸部によって構成され、

前記第2部分電極の凹凸形状は、辺部に沿って配列された複数の第2凸部によって構成され、

前記複数の第1凸部および前記複数の第2凸部は、互い違いに配置されている

請求項4ないし請求項7のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項9】

各第1凸部の先端が、互いに隣接する2つの第2凸部の間に形成される凹部の中に位置している 30

請求項8に記載の照明装置。

【請求項10】

各第1凸部の先端が、互いに隣接する2つの第2凸部の間に形成される凹部の外に位置している

請求項8に記載の照明装置。

【請求項11】

各第1凸部および各第2凸部のうち少なくとも一方の先端が不揃いに配置されている

請求項8に記載の照明装置。 40

【請求項12】

各第1凸部および各第2凸部のうち少なくとも一方の先端が互い違いに配置されている

請求項8に記載の照明装置。

【請求項13】

各第1凸部および各第2凸部のうち少なくとも一方の先端がランダムに配置されている

請求項8に記載の照明装置。

【請求項14】

前記第2部分電極のうち前記第1部分電極と隣接する辺部が、直線状となっている

請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項15】

50

前記複数の部分電極のうち、前記第2部分電極を介して前記第1部分電極に隣接する第3部分電極は、前記第2部分電極を介して前記第1部分電極と隣接する辺部に、凹凸形状を有し、

前記第2部分電極は、前記第1部分電極および前記第3部分電極の辺部の凹凸形状に倣つて延在している

請求項1ないし請求項3のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項16】

前記光変調素子に電圧を印加する電源をさらに備え、

前記電源は、前記第1部分電極、前記第2部分電極および前記第3部分電極に対して以下の式を満たす電圧を印加する

10

請求項15に記載の照明装置。

$V_1 > V_2 > V_3$

V_1 ：前記電源が前記第1部分電極に印加する電圧

V_2 ：前記電源が前記第2部分電極に印加する電圧

V_3 ：前記電源が前記第3部分電極に印加する電圧

【請求項17】

マトリクス状に配置された複数の画素を有すると共に、前記複数の画素が画像信号に基づいて駆動される表示パネルと、

前記表示パネルを照明する照明装置と

を備え、

20

前記照明装置は、導光板と、前記導光板の側面に配置された光源と、前記導光板の表面または内部に配置されると共に前記導光板と接着された光変調素子とを有し、

前記光変調素子は、

離間して互いに対向配置された第1電極および第2電極と、

前記第1電極と前記第2電極との間隙に設けられ、かつ電場の大きさに応じて、前記光源からの光に対して散乱性もしくは透明性を示す光変調層と

を有し、

前記第1電極および前記第2電極の少なくとも一方が、複数の部分電極からなり、

前記複数の部分電極のうち第1部分電極は、前記複数の部分電極のうち第2部分電極に隣接しており、かつ前記第2部分電極に隣接する辺部に、凹凸形状を有する

30

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照明装置および表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶ディスプレイの高画質化や省エネ化が急進展し、部分的にバックライトの光強度を変調することによって暗所コントラストの向上を実現する方式が提案されている。この手法は主に、バックライトの光源として用いられる発光ダイオード (LED ; Light Emitting Diode) を部分的に駆動して、表示画像に合わせて照明光を変調するものである。また、大型の液晶ディスプレイにおいて、小型の液晶ディスプレイと同様、薄型化の要求が強まってきており、冷陰極管 (CCFL ; Cold Cathode Fluorescent Lamp) やLEDを液晶パネルの直下に配置する方式ではなく、導光板の端部に光源を配置するエッジライト方式が注目されている。しかし、エッジライト方式では、光源の光強度を部分的に変調する部分駆動を行うことは難しい。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【特許文献 1】特開平 6 - 347790 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 2069116 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、導光板内を伝播している光の取り出し技術としては、例えば、特許文献 1において、透明と散乱を切り換える高分子分散液晶（P D L C ; Polymer Dispersed Liquid Crystal）を用いた表示装置が提案されている。これは、書き込み防止などを目的としたものであり、P D L C に対して部分的に電圧を印加して、透明と散乱を切り換える技術である。しかし、この方式において、部分的に導光光を取り出すことで、部分的に照明光を変調した場合に、P D L C を駆動する電極パターンに由来する境界部分において輝度の差が大きいときには、表示画像にその境界部分が見えてしまうという問題があった。

10

【0005】

一方、明暗の境界部分をぼかす技術が、例えば特許文献 2 などに開示されている。これらは、拡散板を使用したり、空間距離を大きくしたりすることで、境界部分の明暗差をぼかそうとするものである。しかし、これらの技術を、P D L C を用いた照明装置に適用した場合には、薄型化が阻害されてしまうという問題がある。

【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、薄型化を阻害することなく、照明光における明暗の境界部分をぼかすことの可能な照明装置および表示装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の照明装置は、導光板と、導光板の側面に配置された光源と、導光板の表面または内部に配置されると共に導光板と接着された光変調素子とを備えたものである。上記光変調素子は、離間して互いに対向配置された第 1 電極および第 2 電極を有している。この光変調素子は、さらに、第 1 電極と第 2 電極との間隙に設けられ、かつ電場の大きさに応じて、光源からの光に対して散乱性もしくは透明性を示す光変調層を有している。第 1 電極および第 2 電極の少なくとも一方が、複数の部分電極からなる。複数の部分電極のうち第 1 部分電極は、複数の部分電極のうち第 2 部分電極と隣接しており、かつ第 2 部分電極に隣接する辺部に、凹凸形状を有している。

30

【0008】

本発明の表示装置は、マトリクス状に配置された複数の画素を有すると共に、複数の画素が画像信号に基づいて駆動される表示パネルと、表示パネルを照明する照明装置とを備えたものである。この表示装置に搭載された照明装置は、上記照明装置と同一の構成要素を有している。

【0009】

本発明の照明装置および表示装置では、導光板に接着された光変調素子内に、電場の大きさに応じて、光源からの光に対して散乱性もしくは透明性を示す光変調層が設けられている。これにより、導光板内を伝播している光を部分的に取り出すことができる。また、本発明では、光変調素子内に設けられた第 1 電極および第 2 電極の少なくとも一方が、複数の部分電極からなり、複数の部分電極のうち第 1 部分電極が、複数の部分電極のうち第 2 部分電極と隣接しており、かつ第 2 部分電極に隣接する辺部に、凹凸形状を有している。これにより、透明と散乱の境界の明瞭さが低くなる。

40

【0010】

本発明において、第 1 部分電極の凹凸形状が、ジグザグ形状、波形状、台形状、ランプ形状またはランダム形状となっていることが好ましい。ここで、第 1 部分電極の凹凸形状が、鋭角の先端を有する複数の第 1 凸部が配列されたジグザグ形状となっている場合に、各第 1 凸部の少なくとも 1 つの輪郭が、先端を原点側とする略サイン m 乗の関数（ m は、2、4、6 などの偶数）となっていることが好ましい。また、本発明において、第 2 部分

50

電極が、第1部分電極と隣接する辺部に、凹凸形状を有していることが好ましい。ここで、第2部分電極の凹凸形状が、鋭角の先端を有する複数の第2凸部が配列されたジグザグ形状となっている場合に、各第2凸部の少なくとも1つの輪郭が、先端を原点側とする略サインm乗の関数となっていることが好ましい。また、本発明において、複数の部分電極が、マトリクス状に配置されており、かつ、各部分電極が、他の部分電極と隣接する辺部に、凹凸形状を有していることが好ましい。

【0011】

本発明において、第1部分電極および第2部分電極の双方に凹凸形状が設けられている場合であって、かつ、第1部分電極の凹凸形状が、辺部に沿って配列された複数の第1凸部によって構成され、第2部分電極の凹凸形状が、辺部に沿って配列された複数の第2凸部によって構成されているときに、複数の第1凸部および複数の第2凸部が互い違いに配置されていることが好ましい。また、本発明において、第1部分電極および第2部分電極の双方に凹凸形状が設けられている場合に、各第1凸部および各第2凸部のうち少なくとも一方の先端が、不揃いに配置されたり、互い違いに配置されたり、ランダムに配置されたりしていることが好ましい。

10

【発明の効果】

【0012】

本発明の照明装置および表示装置によれば、光変調素子において透明と散乱の境界の明瞭さが低くなるようにしたので、導光板から光が部分的に取り出されたときに、暗状態の部分と明状態の部分との明瞭さを低くすることができる。その結果、照明光における明暗の境界部分をぼかすことができる。また、本発明では、照明光における明暗の境界部分をぼかすにあたって、光変調素子内の電極パターンを工夫しているだけであって、拡散板の追加が必須ではないことから、薄型化が阻害されることがない。従って、本発明では、薄型化を阻害することなく、照明光における明暗の境界部分をぼかすことができる。

20

【0013】

本発明の照明装置および表示装置において、第1部分電極の凹凸形状を、鋭角の先端を有する複数の第1凸部が配列されたジグザグ形状にするとともに、各第1凸部の少なくとも1つの輪郭を、先端を原点側とする略サインm乗の関数とした場合には、各第1凸部の先端付近における第1部分電極の電極面積の変化が緩やかになる。これにより、透明と散乱の境界の明瞭さがより一層低くなるので、導光板から光が部分的に取り出されたときに、暗状態の部分と明状態の部分との明瞭さをより一層低くすることができる。その結果、照明光における明暗の境界部分をより一層ぼかすことができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【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の電極の構成の一例を表す斜視図である。

【図3】図1の電極の辺部の一例を表す平面図である。

【図4】図1の電極の辺部の他の例を表す平面図である。

【図5】図1の電極の辺部の他の例を表す平面図である。

【図6】図1のバックライトの構成の他の例を表す断面図である。

40

【図7】図1の光変調素子の作用について説明するための模式図である。

【図8】図1の光変調素子の作用について説明するための模式図である。

【図9】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10】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11】図10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12】図11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13】図3の電極の辺部の一変形例を表す平面図である。

【図14】図3の電極の辺部の他の変形例を表す平面図である。

【図15】図3の電極の辺部の他の変形例を表す平面図である。

【図16】図1の光変調素子の構成の他の例を表す断面図である。

50

【図17】図16の光変調素子の作用について説明するための模式図である。

【図18】図16の光変調素子の作用について説明するための模式図である。

【図19】図1のバックライトの構成の他の例を表す断面図である。

【図20】図1のバックライトの構成の他の例を表す断面図である。

【図21】図1のバックライトの構成の他の例を表す断面図である。

【図22】一適用例にかかる表示装置の一例を表す断面図である。

【図23】実施例および比較例にかかるバックライトの輝度分布を表す図である。

【図24】実施例および比較例にかかるバックライトの輝度分布を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

10

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

バックライト、光変調素子（垂直配向PDL C）

2. 変形例

電極形状、光変調素子（水平配向PDL C）

光変調素子の位置、光学シートの追加

3. 適用例

表示装置

20

4. 実施例

バックライト

【0016】

<実施の形態>

図1(A)は、本発明の一実施の形態に係るバックライト1(照明装置)の断面構成の一例を表したものである。図1(B)は、図1(A)の光変調素子30の断面構成の一例を表したものである。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。このバックライト1は、例えば、液晶表示パネルなどを背後から照明するものであり、導光板10と、導光板10の側面に配置した光源20と、導光板10の背後に配置した光変調素子30および反射板40と、光変調素子30を駆動する駆動回路50とを備えている。

30

【0017】

導光板10は、導光板10の側面に配置した光源20からの光を導光板10の上面に導くものである。この導光板10は、導光板10の上面に配置される表示パネル(図示せず)に対応した形状、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。なお、以下では、導光板10の側面のうち光源20からの光が入射する側面を光入射面10Aと称するものとする。導光板10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おり、光入射面10Aから入射した光を散乱し、均一化する機能を有している。なお、バックライト1に印加する電圧を変調することによって輝度の均一化を行う場合には、パターン化されていない平坦な導光板を導光板10として用いることも可能である。この導光板10は、例えば、表示パネルとバックライト1との間に配置される光学シート(例えば、拡散板、拡散シート、レンズフィルム、偏光分離シートなど)を支持する支持体としても機能する。導光板10は、例えば、ポリカーボネート樹脂(PC)やアクリル樹脂(ポリメチルメタクリレート(PMMA))などの透明熱可塑性樹脂を主に含んで構成されている。

40

【0018】

光源20は、線状光源であり、例えば、熱陰極管(HCFL; Hot Cathode Fluorescent Lamp)、CCFL、または複数のLEDを一列に配置したものなどからなる。光源20が複数のLEDからなる場合には、効率、薄型化、均一性の観点から、全てのLEDがホワイトLEDであることが好ましい。なお、光源20が、例えば、赤色LED、緑色LED

50

および青色LEDを含んで構成されていてもよい。光源20は、図1(A)に示したように、導光板10の一の側面にだけ設けられていてもよいし、導光板10の2つの側面、3つの側面または全ての側面に設けられていてもよい。

【0019】

反射板40は、導光板10の背後から光変調素子30を介して漏れ出てきた光を導光板10側に戻すものであり、例えば、反射、拡散、散乱などの機能を有している。これにより、光源20からの射出光を効率的に利用することができ、また、正面輝度の向上にも役立っている。この反射板40は、例えば、発泡PET(ポリエチレンテレフタレート)や銀蒸着フィルム、多層膜反射フィルム、白色PETなどからなる。

【0020】

光変調素子30は、本実施の形態において、導光板10の背後(下面)に空気層を介さずに密着しており、例えば接着剤(図示せず)を介して導光板10の背後に接着されている。この光変調素子30は、例えば、図1(B)に示したように、透明基板31、下側電極32、配向膜33、光変調層34、配向膜35、上側電極36および透明基板37を反射板40側から順に配置されたものである。

【0021】

透明基板31, 37は、光変調層34を支持するものであり、一般に、可視光に対しても透明な基板、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。下側電極32は、透明基板31のうち透明基板37との対向面上に設けられたものであり、例えば、図2に光変調素子30の一部を抜き出して示したように、面内のーの方向に延在する帯状の複数の部分電極32Aを互いに並列配置したものである。また、上側電極36は、透明基板37のうち透明基板31との対向面上に設けられたものであり、例えば、図2に示したように、面内のーの方向であって、かつ下側電極32の延在方向と交差(直交)する方向に延在する帯状の複数の部分電極36Aを互いに並列配置したものである。なお、図2では、下側電極32および上側電極36の辺部(エッジ)の形状が直線状となっているが、実際には、後述するように、非直線状となっている。

【0022】

下側電極32および上側電極36のパターンは、駆動方式に依存するものである。例えば、これらが上述したような帯状の部分電極を並列配置したものとなっている場合には、例えば、各部分電極を単純マトリクス駆動することが可能である。一方の電極がベタ膜(表面全体に形成された膜)となっており、他方の電極がマトリクス状に配置されている場合には、例えば、各電極をアクティブマトリクス駆動することが可能である。また、一方の電極がベタ膜となっており、他方の電極が細かな引出線がついたブロック状となっている場合には、例えば、それぞれの分割ブロックを独自に駆動できるセグメント方式にすることもできる。

【0023】

下側電極32および上側電極36において、辺部(エッジ)の形状が、非直線状となっている。例えば、複数の部分電極32Aのうち1つの部分電極32A(第1部分電極110)は、複数の部分電極32Aのうち1または複数の部分電極32A(第2部分電極120)と隣接しており、かつ第2部分電極120に隣接する辺部に、凹凸形状を有している。さらに、例えば、複数の部分電極36Aのうち1つの部分電極36A(第1部分電極130)は、複数の部分電極36Aのうち1または複数の部分電極36A(第2部分電極140)と隣接しており、かつ第2部分電極140に隣接する辺部に、凹凸形状を有している。これらの凹凸形状は、例えば、図3(A)~(E)に示したように、ジグザグ形状、波形状、ランプ形状、台形状またはランダム形状となっている。なお、図3(A)~(E)において、110(130)は、110または130を意味しており、他の符号についても同様のことを意味している。

【0024】

第1部分電極110の凹凸形状は、辺部に沿って配列された複数の第1凸部111によって構成されており、第2部分電極120の凹凸形状は、辺部に沿って配列された複数の

10

20

30

40

50

第2凸部121によって構成されている。複数の第1凸部111および複数の第2凸部121は、例えば、図3(A)～(E)に示したように、互い違いに配置されている。同様に、第1部分電極130の凹凸形状は、辺部に沿って配列された複数の第1凸部131によって構成されており、第2部分電極140の凹凸形状は、辺部に沿って配列された複数の第2凸部141によって構成されている。複数の第1凸部131および複数の第2凸部141は、例えば、図3(A)～(E)に示したように、互い違いに配置されている。

【0025】

第1部分電極110のうち凹凸形状の形成されている辺部と、第2部分電極120のうち凹凸形状の形成されている辺部との間の間隙(スリット部分)の幅が所定の大きさ以下となっている。同様に、第1部分電極130のうち凹凸形状の形成されている辺部と、第2部分電極140のうち凹凸形状の形成されている辺部との間の間隙(スリット部分)の幅も所定の大きさ以下となっている。各第1凸部111の先端111Aは、例えば、図3(A)～(E)に示したように、互いに隣接する2つの第2凸部121の間に形成される凹部122の外に配置されている。同様に、各第1凸部131の先端131Aは、例えば、図3(A)～(E)に示したように、互いに隣接する2つの第2凸部141の間に形成される凹部142の外に配置されている。なお、各第1凸部111の先端111Aは、例えば、図4(A)～(E)に示したように、凹部122の中に配置されていてもよい。同様に、各第1凸部131の先端131Aは、例えば、図4(A)～(E)に示したように、互いに隣接する2つの第2凸部141の間に形成される凹部142の中に配置されていてもよい。図4(A)～(E)に示したレイアウトでは、図3(A)～(E)に示したレイアウトと比べて、スリット部分の幅をより狭くすることが可能である。スリット部分の幅は、できるだけ狭い方が好ましいが、後述のぼかし特性から、狭すぎてもあまり意味をなさない。従って、例えば、42インチサイズのディスプレイを12×6分割する場合に、部分電極32A, 36Aの幅をおよそ80mm程度としたときには、スリット部分の幅をおよそ10～500μm程度とするのがよい。

【0026】

なお、下側電極32および上側電極36の双方において、辺部(エッジ)の形状が、必ずしも非直線状となっている必要はなく、下側電極32および上側電極36のいずれか一方の辺部(エッジ)の形状だけが、非直線状となっており、他方の辺部が直線状となっていてもよい。また、第1部分電極110および第2部分電極120の双方に、必ずしも凹凸形状が設けられている必要はなく、例えば、図5に示したように、第1部分電極110および第2部分電極120のいずれか一方の辺部にだけ凹凸形状が設けられ、他方の辺部が直線状となっていてもよい。同様に、第1部分電極130および第2部分電極140の双方に、必ずしも凹凸形状が設けられている必要はなく、例えば、図5に示したように、第1部分電極130および第2部分電極140のいずれか一方の辺部にだけ凹凸形状が設けられ、他方の辺部が直線状となっていてもよい。また、複数の部分電極32Aがマトリクス状に配置されている場合に、凹凸形状は、各部分電極32Aにおいて、他の部分電極32Aに隣接する全ての辺部に設けられていてもよいし、他の部分電極32Aに隣接する辺部のうち一部の辺部にだけ設けられていてもよい。

【0027】

下側電極32および上側電極36のうち少なくとも上側電極36(バックライト1の上面側の電極)は透明な導電性材料、例えば、酸化インジウムスズ(ITO; Indium Tin Oxide)、酸化インジウム亜鉛(IZO; Indium Zinc Oxide)、酸化亜鉛(ZnO)などからなる。ただし、下側電極32(バックライト1の下面側の電極)については、透明な材料でなくてもよく、例えば、金属によって構成されていてもよい。なお、下側電極32が金属によって構成されている場合には、下側電極32は、反射板40と同様、導光板10の背後から光変調素子30に入射する光を反射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6に示したように、反射板40を省略することも可能である。

【0028】

10

20

30

40

50

下側電極 3 2 および上側電極 3 6 を光変調素子 3 0 の法線方向から見たときに、光変調素子 3 0 のうち下側電極 3 2 および上側電極 3 6 が互いに対向している箇所に対応する部分が光変調セル 3 0 - 1 を構成している。各光変調セル 3 0 - 1 は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 に所定の電圧を印加することにより別個独立に駆動することの可能なものであり、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 に印加される電圧値の大きさに応じて、光源 2 0 からの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 3 4 を説明する際に詳細に説明する。

【 0 0 2 9 】

配向膜 3 3 , 3 5 は、例えば、光変調層 3 4 に用いられる液晶やモノマーを配向させるものである。配向膜の種類としては、例えば、垂直用配向膜および水平用配向膜があるが、本実施の形態では、配向膜 3 3 , 3 5 には、垂直用配向膜が用いられる。垂直用配向膜としては、シランカップリング材料や、ポリビニルアルコール (P V A) 、ポリイミド系材料、界面活性剤などを用いることが可能である。また、透明基板 3 1 , 3 7 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 3 1 , 3 7 の表面に配向膜 3 3 , 3 5 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 3 3 , 3 5 としてアルコール系溶媒を使用することの可能なシランカップリング材料を用いることが好ましい。また、後述するプレチルトを形成するために、水平配向膜と同様にラビング処理を行うことが好ましい。

【 0 0 3 0 】

また、垂直、水平いずれの配向膜においても、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。デバイス作成後の電圧印加による信頼性は、モノマーを重合したものと液晶との界面で決まるためである。また、配向膜を用いなくても、例えば、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電場や磁場を印加することによっても、光変調層 3 4 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、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電場や磁場を印加しながら、紫外線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。

【 0 0 3 1 】

光変調層 3 4 は、例えば、図 1 (B) に示したように、バルク 3 4 A と、バルク 3 4 A 内に分散された微粒子状の複数の微粒子 3 4 B とを含んだ複合層となっている。バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B は光学異方性を有している。

【 0 0 3 2 】

図 7 (A) は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時の、微粒子 3 4 B 内の配向状態の一例を模式的に表したものである。なお、図 7 (A) において、バルク 3 4 A 内の配向状態についての記載を省略した。図 7 (B) は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時の、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B 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。図 7 (C) は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時の、正面方向に向かう光 L 1 と、斜め方向に向かう光 L 2 とが光変調層 3 4 を透過する様子の一例を模式的に表したものである。

【 0 0 3 3 】

図 8 (A) は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時の、微粒子 3 4 B 内の配向状態の一例を模式的に表したものである。なお、図 8 (A) において、バルク 3 4 A 内の配向状態についての記載を省略した。図 8 (B) は、下側電極 3 2 およ

10

20

30

40

50

び上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時の、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B 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 8 (C) は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時の、正面方向に向かう光 L 1 と、斜め方向に向かう光 L 2 とが光変調層 3 4 において散乱される様子の一例を模式的表したものである。

【 0 0 3 4 】

バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B は、例えば、図 7 (A), (B) に示したように、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時に、バルク 3 4 A の光軸 A X 1 および微粒子 3 4 B の光軸 A X 2 の向きが互いに一致する (平行となる) 構成となっている。なお、光軸 A X 1 , A X 2 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、光軸 A X 1 および光軸 A X 2 の向きは常に互いに一致している必要はなく、光軸 A X 1 の向きと光軸 A X 2 の向きとが、例えば製造誤差などによって多少ずれていってもよい。

【 0 0 3 5 】

また、微粒子 3 4 B は、例えば、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時に、光軸 A X 2 が導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行となる構成となっている。微粒子 3 4 B は、さらに、例えば、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時に、光軸 A X 2 が透明基板 3 1 , 3 7 の法線と僅かな角度 θ で交差する構成となっている (図 7 (B) 参照) 。なお、角度 θ については、微粒子 3 4 B を構成する材料を説明する際に詳述する。

【 0 0 3 6 】

一方、バルク 3 4 A は、例えば、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間への電圧印加の有無に拘らず、バルク 3 4 A の光軸 A X 1 が一定となる構成となっている。具体的には、バルク 3 4 A は、例えば、図 7 (A), (B), 図 8 (A), (B) に示したように、バルク 3 4 A の光軸 A X 1 が導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行となると共に透明基板 3 1 , 3 7 の法線と所定の角度 θ で交差する構成となっている。つまり、バルク 3 4 A の光軸 A X 1 は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時に、微粒子 3 4 B の光軸 A X 2 と平行となっている。

【 0 0 3 7 】

なお、光軸 A X 2 が常に、導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行となると共に透明基板 3 1 , 3 7 の法線と角度 θ で交差している必要はなく、例えば製造誤差などによって透明基板 3 1 , 3 7 の法線と、角度 θ とは若干異なる角度で交差していてもよい。また、光軸 A X 1 , A X 2 が常に導光板 1 0 の光入射面 1 0 A 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導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と、小さな角度で交差していてもよい。

【 0 0 3 8 】

ここで、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B の常光屈折率が互いに等しく、かつバルク 3 4 A および微粒子 3 4 B 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、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない時には、図 7 (A) に示したように、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、図 7 (C) に示したように、正面方向に向かう光 L 1 および斜め方向に向かう光 L 2 は、光変調層 3 4 内で散乱されることなく、光変調層 3 4 を透過する。その結果、例えば、図 9 (A), (B) に示したように、光源 2 0 からの光 L (斜め方向からの光) は、透過領域 3 0 A の界面 (透明基板 3 1 または導光板 1 0 と空気との界面) において全反射され、透過領域 3 0 A の輝度 (黒表示の輝度) が、光変調素子 3 0 を設けていない場合 (図 9 (B) 中の一点鎖線) と比べて下がる。

【 0 0 3 9 】

また、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B は、例えば、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時には、図 8 (A) に示したように、光軸 A X 1 および光軸 A X 2

10

20

30

40

50

X 2 の向きが互いに異なる（交差する）構成となっている。また、微粒子 3 4 B は、例えば、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時に、微粒子 3 4 B の光軸 A X 2 が導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行となると共に透明基板 3 1 , 3 7 の法線と角度 1 よりも大きな角度 2 (例えば 90°) で交差する構成となっている。なお、角度 2 については、微粒子 3 4 B を構成する材料を説明する際に詳述する。

【 0 0 4 0 】

したがって、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時には、光変調層 3 4 において、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大きくなり、高い散乱性が得られる。これにより、例えば、図 8 (C) に示したように、正面方向に向かう光 L 1 および斜め方向に向かう光 L 2 は、光変調層 3 4 内で散乱される。その結果、例えば、図 9 (A) , (B) に示したように、光源 2 0 からの光 L (斜め方向からの光) は、散乱領域 3 0 B の界面 (透明基板 3 1 または導光板 1 0 と空気との界面) を透過すると共に、反射板 4 0 側に透過した光は反射板 4 0 で反射され、光変調素子 3 0 を透過する。従って、散乱領域 3 0 B の輝度は、光変調素子 3 0 を設けていない場合 (図 9 (B) 中の一点鎖線) と比べて極めて高くなり、しかも、透過領域 3 0 A の輝度が低下した分だけ、部分的な白表示の輝度 (輝度突き上げ) が大きくなる。

【 0 0 4 1 】

なお、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 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 3 4 A および微粒子 3 4 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。

【 0 0 4 2 】

また、バルク 3 4 A の屈折率差 ($n_0 = \text{異常光屈折率 } n_1 - \text{常光屈折率 } n_0$) や、微粒子 3 4 B の屈折率差 ($n_1 = \text{異常光屈折率 } n_3 - \text{常光屈折率 } n_2$) 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 3 4 A および微粒子 3 4 B の屈折率差が大きい場合には、光変調層 3 4 の散乱能が高くなり、導光条件を容易に破壊することができ、導光板 1 0 からの光を取り出しやすいからである。

【 0 0 4 3 】

また、バルク 3 4 A および微粒子 3 4 B は、電場に対する応答速度が互いに異なる。バルク 3 4 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 3 4 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 3 4 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 3 4 A は、例えば、微粒子 3 4 B の配向方向または配向膜 3 3 , 3 5 の配向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。バルク 3 4 A の筋状構造、多孔質構造もしくは棒状構造は、例えば、導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行となると共に透明基板 3 1 , 3 7 の表面と僅かな角度 1 で交差する方向に長軸を有している。

【 0 0 4 4 】

一方、微粒子 3 4 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 3 4 A 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 (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、例えば、負の誘電率異方性を有するもの (いわゆるネガ型液晶) が用いられる。

【 0 0 4 5 】

ここで、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 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 2 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、導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行となると共に透明基板 3 1 , 3 7 の法線と僅かな角度 1 で交差している。つまり、微粒子 3 4 B 内の液

10

20

30

40

50

晶分子は、下側電極32および上側電極36間に電圧が印加されていない時には、導光板10の光入射面10Aと平行な面内において角度1だけ傾斜した状態で配向している。この角度1は、プレチルト角と呼ばれるもので、例えば0.1°以上30°以下の範囲であることが好ましい。この角度1は、0.5°以上10°以下の範囲であることがより好ましく、0.7°以上2°以下の範囲であることがさらにより好ましい。角度1を大きくすると、後述するような理由から散乱の効率が低下する傾向にある。また、角度1を小さくし過ぎると、電圧印加時に液晶の立ち下がる方位角がばらつく。例えば、180°反対側の方位(リバースチルト)に液晶が立ち下がることもある。これにより、微粒子34Bとバルク34Aとの屈折率差を有效地に利用できないので、散乱効率が低くなり、輝度が小さくなる傾向にある。

10

【0046】

また、下側電極32および上側電極36間に電圧が印加されている時には、微粒子34B内において、液晶分子の長軸方向は、光軸AX2と交差(もしくは直交)している。このとき、微粒子34B内の液晶分子の長軸は、導光板10の光入射面10Aと平行となると共に透明基板31, 37の法線と角度1よりも大きな角度2(例えば90°)で交差している。つまり、微粒子34B内の液晶分子は、下側電極32および上側電極36間に電圧が印加されている時には、導光板10の光入射面10Aと平行な面内において角度2だけ傾斜した状態もしくは角度2(=90°)で横に寝た状態で配向している。

【0047】

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。電圧無印加の状態で、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(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34B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34Aを上述した筋状構造とする場合には、バルク34A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34A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。

20

【0048】

駆動回路50は、例えば、ある光変調セル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、他の光変調セル30-1において微粒子34Bの光軸AX2がバルク34Aの光軸AX1と交差もしくは直交するよう各光変調セル30-1の一対の電極(下側電極32、上側電極36)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50は、電場制御によって、バルク34Aおよび微粒子34Bの光軸AX1, AX2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)することができるようになっている。

30

【0049】

以下に、本実施の形態のバックライト1の製造方法について、図10(A)~(C)から図12(A)~(C)を参照しながら説明する。

40

【0050】

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, 37上に、

50

ITOなどの透明導電膜32-1, 36-1を形成する(図10(A))。次に、表面全体にレジスト層(図示せず)を形成したのち、パターニングによりレジスト層に電極パターンを形成する。続いて、レジスト層をマスクとして、透明導電膜32-1, 36-1を選択的に除去することにより、下側電極32、上側電極36を形成する(図10(B))。その後、レジスト層を除去する。

【0051】

パターニングの方法としては、例えば、フォトリソグラフィ法、レーザー加工法、パターン印刷法、スクリーン印刷法などを用いることが可能である。また、例えば、メルク社の“ハイパーイッチ”材料を用いて、スクリーン印刷後に所定の加熱を行った後、水洗することでパターニングを行うこともできる。電極パターンは駆動方法および部分駆動の分割数によって決定される。例えば、42インチサイズのディスプレイを 12×6 分割する場合には、電極幅をおよそ80mm程度とし、電極間のスリット部分の幅を10~500μm程度にする。電極材料としては、ITO、IZO、ZnOなどを用いることが可能である。下側電極32、上側電極36の双方にこれらの材料を用いてもよいし、一方の電極にだけ、これらの材料を用い、他方の電極に反射率の高い金属材料を用いてもよい。また、ITOナノ粒子をパターン印刷した後、それを焼成することによって電極パターンを形成してもよい。

【0052】

次に、表面全体に配向膜33, 35を塗布したのち、乾燥させ、焼成する(図10(C))。配向膜33, 35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, 37としてプラスチック基板を用いる場合には、配向膜33, 35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, 35に対してラビング処理を行う。これにより、配向膜33, 35が水平配向用の配向膜として機能し、さらに配向膜33, 35のラビング方向にプレチルトを形成することが可能となる。

【0053】

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11(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。

【0054】

続いて、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パターン39を、例えば額縁状に塗布する(図11(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。

【0055】

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、真空注入法などで光変調セル30-1を作成することも可能である。

【0056】

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41を面内に均一に滴下する(図11(C))。混合物41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。

【0057】

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。

【0058】

10

20

30

40

50

混合物41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41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。

【0059】

透明基板31および透明基板37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12(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、5～40μm、好ましくは6～20μm、より好ましくは7～10μmである。

10

【0060】

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L3を照射してモノマーを重合させてポリマー化する(図12(B))。このようにして、光変調素子30が製造される。

【0061】

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、0.1～500mW/cm²の範囲が好ましく、さらに好ましくは0.5～30mW/cm²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。

20

【0062】

そして、導光板10に光変調素子30を貼り合わせる。貼り合わせには、粘着、接着のいずれでもよいが、導光板10の屈折率と光変調素子30の基板材料の屈折率とにできるだけ近い屈折率の材料で粘着、接着することが好ましい。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、本実施の形態のバックライト1が製造される。

30

【0063】

このように、光変調素子30を作成し、最後に導光板10に光変調素子30を貼り合わせるプロセスを説明したが、導光板10の表面に、配向膜35を形成した透明基板37を予め貼り合わせてから、バックライト1を作成することもできる。また、枚葉方式、ロール・ツー・ロール方式のいずれでもバックライト1を作成することができる。

【0064】

次に、本実施の形態のバックライト1の作用および効果について説明する。

【0065】

本実施の形態のバックライト1では、例えば、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30-1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30-1の一対の電極(下側電極32、上側電極36)に電圧が印加される。これにより、光源20から射出され、導光板10内に入射した光は、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。一方、光源20から射出され、導光板10内に入射した光は、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において散乱される。この散乱光のうち散乱領域30Bの下面を透過した光は反射板40で反射され、再度、導光板10に戻されたのち、バックライト1の上面から射出される。また、散乱光のうち、散乱領域30Bの上面に向かった光は、

40

50

導光板 10 を透過したのち、バックライト 1 の上面から射出される。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。

【0066】

一般に、PDL C は、液晶材料と等方性の低分子材料とを混合し、紫外線照射や溶媒の乾燥などにより相分離を起こさせることによって形成され、液晶材料の微小粒子が高分子材料中に分散された複合層となっている。この複合層中の液晶材料は、電圧無印加時にはランダムな方向を向いているので散乱性を示すが、電圧印加時には電場方向に配向するので、液晶材料の常光屈折率と高分子材料の屈折率とが互いに等しい場合には、正面方向 (PDL C の法線方向) において高い透明性を示す。しかし、この PDL C では、斜め方向においては、液晶材料の異常光屈折率と高分子材料の屈折率との差が顕著となり、正面方向が透明性であっても斜め方向において散乱性が発現してしまう

10

【0067】

通常、PDL C を使った光変調素子は、表面に透明導電膜の形成された 2 枚のガラス板の間に PDL C を挟み込んだ構造となっていることが多い。上述したような構造を有する光変調素子に対して空気中から斜めに光が入射した場合には、その斜め方向から入射した光は空気とガラス板の屈折率差によって屈折し、より小さな角度で PDL C に入射することになる。そのため、このような光変調素子においては、大きな散乱は生じない。例えば、空気中から 80° の角度で光が入射した場合には、その光の PDL C への入射角はガラス界面での屈折によって 40° 程度にまで小さくなる。

20

【0068】

しかし、導光板を用いたエッジライト方式では、導光板越しに光が入射するので、光が 80° 程度の大きな角度で PDL C 中を横切ることになる。そのため、液晶材料の異常光屈折率と高分子材料の屈折率との差が大きく、さらに、より大きな角度で光が PDL C 中を横切るので、散乱を受ける光路も長くなる。例えば、常光屈折率 1.5、異常光屈折率 1.65 の液晶材料の微小粒子が屈折率 1.5 の高分子材料中に分散されている場合には、正面方向 (PDL C の法線方向) においては屈折率差がないが、斜め方向においては屈折率差が大きくなる。このため、斜め方向の散乱性を小さくすることができないので、視野角特性が悪い。さらに、導光板上に拡散フィルムなどの光学フィルムを設けた場合には、斜め漏れ光が拡散フィルムなどによって正面方向にも拡散されるので、正面方向の光漏れが大きくなり、正面方向の変調比が低くなってしまう。

30

【0069】

一方、本実施の形態では、バルク 34A および微粒子 34B が光学異方性材料を主に含んで形成されているので、斜め方向において、散乱性が小さくなり、透明性を向上させることができる。例えば、バルク 34A および微粒子 34B が、互いに常光屈折率が等しく、かつ互いに異常光屈折率も等しい光学異方性材料を主に含んで構成され、かつ、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない領域では、これらの光軸の向きが一致もしくはほぼ一致する。これにより、正面方向 (光変調素子 30 の法線方向) 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少なくなるか、またはなくなり、高い透明性が得られる。その結果、視野角の大きい範囲における光の漏洩を低減またはほとんどなくすることができ、視野角特性を良くすることができる。

40

【0070】

例えば、常光屈折率 1.5、異常光屈折率 1.65 の液晶と、常光屈折率 1.5、異常光屈折率 1.65 の液晶性モノマーとを混合し、配向膜または電界によって液晶と液晶性モノマーを配向させた状態で液晶性モノマーを重合させると、液晶の光軸と、液晶性モノマーが重合することによって形成されたポリマーの光軸とが互いに一致する。これにより、あらゆる方向で屈折率を一致させることができるので、そのようにした場合には、透明性が高い状態を実現でき、より一層、視野角特性を良くすることができる。

【0071】

また、本実施の形態では、例えば、図 9 (A)、(B) に示したように、透過領域 30

50

Aの輝度（黒表示の輝度）が、光変調素子30を設けていない場合（図9（B）中的一点鎖線）と比べて下がっている。他方、散乱領域30Bの輝度は、光変調素子30を設けていない場合（図9（B）中的一点鎖線）と比べて極めて高くなり、しかも、透過領域30Aの輝度が低下した分だけ、部分的な白表示の輝度（輝度突き上げ）が大きくなる。

【0072】

ところで、輝度突き上げとは、全面白表示した場合に比べて、部分的に白表示を行った場合の輝度を高くする技術である。CRTやPDPなどでは一般によく使われている技術である。しかし、液晶ディスプレイでは、バックライトは画像にかかわらず全体に均一発光しているので、部分的に輝度を高くすることはできない。もっとも、バックライトを、複数のLEDを2次元配置したLEDバックライトとした場合には、LEDを部分的に消灯することは可能である。しかし、そのようにした場合には、LEDを消灯した暗領域からの拡散光がなくなるので、全てのLEDを点灯した場合と比べて、輝度が低くなってしまう。また、部分的に点灯しているLEDに対して流す電流を大きくすることにより、輝度を増やすことも可能であるが、そのようにした場合には、非常に短時間に大電流が流れるので、回路の負荷や信頼性の点で問題が残る。

10

【0073】

一方、本実施の形態では、バルク34Aおよび微粒子34Bが光学異方性材料を主に含んで形成されているので、斜め方向の散乱性が抑制され、暗状態での導光板10からの漏れ光が少ない。これにより、部分的な暗状態の部分から部分的な明状態の部分に導光するので、バックライト1への投入電力を増やすことなく、輝度突き上げを実現することができる。

20

【0074】

また、本実施の形態では、下側電極32および上側電極36間に電圧が印加されていない領域において、微粒子34Bの光軸AX2が、導光板10の光入射面10Aと平行となっており、かつ透明基板31, 37の法線と僅かな角度1で交差している。つまり、微粒子34B内に含まれる液晶分子が、光入射面10Aと平行な面内において角度1だけ傾斜した状態（プレチルト角が付与された状態）で配向している。そのため、下側電極32および上側電極36間に電圧が印加された時に、微粒子34B内に含まれる液晶材料は、ランダムな方位に立ち上がることはなく、光入射面10Aと平行な面内で立ち下がる。このとき、バルク34Aおよび微粒子34Bの光軸AX1, AX2が、光入射面10Aと平行な面内において互いに交差もしくは直交する。この場合に、導光板10の光入射面10Aから入射した光において、透明基板31に対して垂直に振動する光は、微粒子34Bの常光屈折率とバルク34Aの異常光屈折率との差を感じる。このとき、微粒子34Bの常光屈折率とバルク34Aの異常光屈折率との差は大きいことから、透明基板31に対して垂直に振動する光の散乱効率が高くなる。一方、透明基板31に対して平行に振動する光は、微粒子34Bの異常光屈折率とバルク34Aの常光屈折率の差を感じる。このとき、微粒子34Bの異常光屈折率とバルク34Aの常光屈折率の差も大きいことから、透明基板31に対して平行に振動する光の散乱効率も高くなる。下側電極32および上側電極36間に電圧が印加された領域を伝播する光は、斜め方向の成分を多く含む。例えば、導光板10としてアクリル導光板を用いた場合には、下側電極32および上側電極36間に電圧が印加された領域内の光は、41.8°以上の角度で伝播する。その結果、斜め方向を含む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ので、表示輝度を向上させることができる。また、上記の輝度突き上げの効果により、表示輝度をさらに向上させることができる。

30

【0075】

ところで、例えば、電圧無印加時に導光板10の光入射面10Aに垂直に、バルク34Aおよび微粒子34Bの光軸AX1, AX2を配置し、下側電極32および上側電極36間に電圧を印加した時に、微粒子34B内に含まれる液晶材料が光入射面10Aと垂直な面内で立ち上がるようとした場合には、透明基板31に対して垂直に振動する光は、微粒子34Bの常光屈折率とバルク34Aの異常光屈折率との差を感じるが、透明基板31に

40

50

対して平行方向に振動する光は、微粒子34Bの常光屈折率とバルク34Aの常光屈折率との差を感じることになる。ここで、微粒子34Bの常光屈折率とバルク34Aの常光屈折率との差は、ほとんどないか、または全くない。そのため、光入射面10Aから入射した光において、透明基板31に対して垂直に振動する光は、前述した場合と同様に大きな屈折率差を感じるが、透明基板31に対して平行方向に振動する光は、屈折率差をほとんど感じないか、または全く感じない。その結果、透明基板31に対して垂直に振動する光の散乱効率は高くなるが、透明基板31に対して平行に振動する光の散乱効率は低いか、または、ゼロとなる。従って、光入射面10Aに対して光軸AX1, AX2を垂直に配置した場合には、光入射面10Aに対して光軸AX1, AX2を平行に配置した場合に比べて、散乱効率が低くなるので、導光板10から取り出せる輝度が、本実施の形態の光変調素子30よりも低くなる。10

【0076】

従って、本実施の形態では、視野角の大きい範囲における光の漏洩を低減またはほとんどなくしつつ、表示輝度を向上させることができる。その結果、正面方向の変調比を高くすることができる。

【0077】

また、本実施の形態では、光変調素子30内に設けられた下側電極32および上側電極36の少なくとも一方が、互いに隣接する複数の部分電極(32A, 36A)からなる。さらに、複数の部分電極(32A, 36A)のうち一の部分電極が、複数の部分電極(32A, 36A)のうち他の部分電極と隣接する辺部に、凹凸形状を有している。これにより、透明と散乱の境界の明瞭さが低くなるので、導光板10から光が部分的に取り出されたときに、電極パターンに由来する境界部分において輝度の差が大きいときであっても、暗状態の部分と明状態の部分との明瞭さを低くすることができる。その結果、照明光における明暗の境界部分をぼかすことができる。また、本実施の形態では、照明光における明暗の境界部分をぼかすにあたって、光変調素子30内の電極パターンを工夫しているだけであって、拡散板の追加が必須ではないことから、薄型化が阻害されることがない。従って、本実施の形態では、薄型化を阻害することなく、照明光における明暗の境界部分をぼかすことができる。20

【0078】

<変形例>

【第1の変形例】

上記実施の形態では、下側電極32および上側電極36の少なくとも一方の凹凸形状が、ジグザグ形状となっている場合に、たとえば、図3(A)に示したように、一部の凹凸形状に含まれる凸部の輪郭が直線状となっていたが、それ以外の形状となっていてもよい。

【0079】

また、例えば、部分電極110に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図13に示したように、部分電極110の凹凸形状が、鋭角の先端を有する複数の第1凸部111が配列されたジグザグ形状となっており、各第1凸部111の少なくとも1つの辺部の輪郭が、先端を原点側とするサインm乗の関数(mは、2、4、6などの偶数)となっていてもよい。このとき、各第1凸部111の少なくとも1つの辺部の輪郭は、サインm乗の関数によって描かれる曲線の一部と一致している。なお、辺部の輪郭が厳密にサインm乗の関数をトレースしていくなくてもよく、サインm乗の関数を概ねトレースしていくてもよい。また、例えば、部分電極120に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図13に示したように、部分電極120の凹凸形状が、鋭角の先端を有する複数の第2凸部121が配列されたジグザグ形状となっており、各第2凸部121の少なくとも1つの辺部の輪郭が、先端を原点側とするサインm乗の関数または略サインm乗の関数となっていてもよい。また、例えば、部分電極130に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図13に示したように、部分電極130の凹凸形状が、鋭角の先端を有する複数の第1凸部131が配列されたジグザグ形状となっており、各第1凸部131の少なくとも1つの辺部の40

輪郭が、先端を原点側とするサインm乗の関数または略サインm乗の関数となっていてもよい。さらに、例えば、部分電極140に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図13に示したように、部分電極140の凹凸形状が、鋭角の先端を有する複数の第2凸部141が配列されたジグザグ形状となっており、各第2凸部141の少なくとも1つの辺部の輪郭が、先端を原点側とするサインm乗の関数または略サインm乗の関数となっていてもよい。なお、部分電極110および部分電極120の双方に凹凸形状が形成されている場合に、それらの凹凸形状が、図13に示したようなジグザグ形状となっていてもよい。また、部分電極130および部分電極140の双方に凹凸形状が形成されている場合に、それらの凹凸形状が、図13に示したようなジグザグ形状となっていてもよい。また、部分電極110ないし部分電極140の全てに凹凸形状が形成されている場合に、それらの凹凸形状が、図13に示したようなジグザグ形状となっていてもよい。これらのようにした場合には、その凸部の先端付近における下側電極32または上側電極36の電極面積の変化が緩やかになる。これにより、透明と散乱の境界の明瞭さがより一層低くなるので、導光板10から光が部分的に取り出されたときに、暗状態の部分と明状態の部分との明瞭さをより一層低くすることができる。その結果、照明光における明暗の境界部分をより一層ぼかすことができる。10

【0080】

[第2の変形例]

また、上記実施の形態および第1の変形例において、部分電極110に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図14(A), (B)に示したように、各第1凸部111の先端111Aを、互い違いに配置してもよい。なお、図14(A), (B)において、110(130)は、110または130を意味しており、他の符号についても同様のことを意味している。同様に、例えば、部分電極120に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図14(A), (B)に示したように、各第2凸部121の先端121Aを、互い違いに配置してもよい。また、部分電極130に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図14(A), (B)に示したように、各第1凸部131の先端131Aを、互い違いに配置してもよい。また、例えば、部分電極140に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図14(A), (B)に示したように、各第2凸部141の先端141Aを、互い違いに配置してもよい。なお、部分電極110および部分電極120の双方に凹凸形状が形成されている場合に、それらの凹凸形状の先端が、図14(A), (B)に示したように互い違いに配置されていてもよい。また、部分電極130および部分電極140の双方に凹凸形状が形成されている場合に、それらの凹凸形状の先端が、図14(A), (B)に示したように互い違いに配置されていてもよい。また、部分電極110ないし部分電極140の全てに凹凸形状が形成されている場合に、それらの凹凸形状の先端が、図14(A), (B)に示したように互い違いに配置されていてもよい。これらのようにした場合にも、照明光における明暗の境界部分をより一層ぼかすことができる。20

【0081】

[第3の変形例]

また、上記実施の形態ならびに第1および第2の変形例において、部分電極110および部分電極120のうち互いに隣接する辺部に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図15に示したように、部分電極110の凹凸形状と部分電極120の凹凸形状との間の間隙に、部分電極110および部分電極120の辺部の凹凸形状に倣って延在する部分電極150が設けられていてもよい。なお、図15において、110(130)は、110または130を意味しており、他の符号についても同様のことを意味している。同様に、部分電極130および部分電極140のうち互いに隣接する辺部に凹凸形状が設けられている場合に、例えば、図15に示したように、部分電極130の凹凸形状と部分電極140の凹凸形状との間の間隙に、部分電極130および部分電極140の辺部の凹凸形状に倣って延在する部分電極160が設けられていてもよい。なお、部分電極110ないし部分電極140の全てに凹凸形状が形成されている場合に、それらの凹凸形状の先端が、図14(A), (B)に示したように互い違いに配置されていてもよい。これらの場合に304050

、部分電極 110～160 に電圧を印加する電源（図示せず）を設け、この電源から、部分電極 110～160 に対して、以下の式を満たす電圧を印加するようにすることができる。そのようにした場合には、輝度の面内変化をより緩やかにすることができ、照明光における明暗の境界部分をより一層ぼかすことができる。

V1 > V2 > V3

V1：電源が部分電極 110, 130 に印加する電圧

V2：電源が部分電極 150, 160 に印加する電圧

V3：電源が部分電極 120, 140 に印加する電圧

【0082】

【第4の変形例】

10

上記実施の形態およびその変形例では、配向膜 33, 35 として垂直用配向膜が用いられ、電圧無印加時に、光軸 AX1, AX2 が透明基板 31, 37 の法線と僅かな角度 1 で交差していたが、配向膜 33, 35 として水平用配向膜が用いられ、電圧無印加時に、光軸 AX1, AX2 が透明基板 31, 37 の表面と僅かな角度で交差していてもよい。

【0083】

本変形例では、例えば、図 16 に示したように、上記実施の形態およびそれらの変形例における光変調層 34 に代わって光変調層 64 が設けられている。以下では、上記実施の形態およびその変形例の構成との共通点についての説明を適宜、省略し、上記実施の形態およびその変形例の構成との相違点について主に説明する。

【0084】

20

光変調層 64 は、例えば、図 16 に示したように、バルク 64A（第2領域）と、バルク 64A 内に分散された微粒子状の複数の微粒子 64B（第1領域）とを含んだ複合層となっている。バルク 64A および微粒子 64B は光学異方性を有している。

【0085】

図 17（A）は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時の、微粒子 64B 内の配向状態の一例を模式的に表したものである。なお、図 17（A）において、バルク 64A 内の配向状態についての記載を省略した。図 17（B）は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時の、バルク 64A および微粒子 64B の屈折率異方性を示す屈折率橈円体の一例を表したものである。図 17（C）は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時の、正面方向に向かう光 L1 と、斜め方向に向かう光 L2 とが光変調層 64 を透過する様子の一例を模式的に表したものである。

30

【0086】

図 18（A）は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されている時の、微粒子 64B 内の配向状態の一例を模式的に表したものである。なお、図 18（A）において、バルク 64A 内の配向状態についての記載を省略した。図 18（B）は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されている時の、バルク 64A および微粒子 64B の屈折率異方性を示す屈折率橈円体の一例を表したものである。図 18（C）は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されている時の、正面方向に向かう光 L1 と、斜め方向に向かう光 L2 とが光変調層 64 において散乱される様子の一例を模式的に表したものである。

40

【0087】

バルク 64A および微粒子 64B は、例えば、図 17（A），（B）に示したように、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時に、バルク 64A の光軸 AX3 および微粒子 64B の光軸 AX4 の向きが互いに一致する（平行となる）構成となっている。なお、光軸 AX3, AX4 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、光軸 AX3 および光軸 AX4 の向きは常に互いに一致している必要はなく、光軸 AX3 の向きと光軸 AX4 の向きとが、例えば製造誤差などによって多少ずれてもよい。

【0088】

50

また、微粒子 64B は、例えば、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時に、光軸 AX4 が導光板 10 の光入射面 10A と平行となる構成となっている。微粒子 64B は、さらに、例えば、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時に、光軸 AX4 が透明基板 31, 37 の表面と僅かな角度 3 で交差する構成となっている(図 17 (B) 参照)。なお、角度 3 については、微粒子 64B を構成する材料を説明する際に詳述する。

【0089】

一方、バルク 64A は、例えば、下側電極 32 および上側電極 36 間への電圧印加の有無に拘らず、バルク 64A の光軸 AX3 が一定となる構成となっている。具体的には、バルク 64A は、例えば、図 17 (A), (B), 図 18 (A), (B) に示したように、バルク 64A の光軸 AX3 が導光板 10 の光入射面 10A と平行となると共に透明基板 31, 37 の表面と所定の角度 4 で交差する構成となっている。つまり、バルク 64A の光軸 AX3 は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時に、微粒子 64B の光軸 AX4 と平行となっている。

10

【0090】

なお、光軸 AX4 が常に、導光板 10 の光入射面 10A と平行となると共に透明基板 31, 37 の表面と角度 4 で交差している必要はなく、例えば製造誤差などによって透明基板 31, 37 の表面と、角度 4 とは若干異なる角度で交差していてもよい。また、光軸 AX3, AX4 が常に導光板 10 の光入射面 10A 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導光板 10 の光入射面 10A と、小さな角度で交差していてもよい。

20

【0091】

ここで、バルク 64A および微粒子 64B の常光屈折率が互いに等しく、かつバルク 64A および微粒子 64B 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、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時には、図 17 (A) に示したように、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、図 17 (C) に示したように、正面方向に向かう光 L1 および斜め方向に向かう光 L2 は、光変調層 64 内で散乱されることなく、光変調層 64 を透過する。その結果、例えば、図 9 (A), (B) に示したように、光源 20 からの光 L (斜め方向からの光) は、透過領域 30A の界面 (透明基板 31 または導光板 10 と空気との界面) において全反射され、透過領域 30A の輝度 (黒表示の輝度) が、光変調素子 60 を設けていない場合 (図 9 (B) 中の一点鎖線) と比べて下がる。

30

【0092】

また、バルク 64A および微粒子 64B は、例えば、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されている時には、図 18 (A) に示したように、光軸 AX3 および光軸 AX4 の向きが互いに異なる (交差する) 構成となっている。また、微粒子 64B は、例えば、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されている時に、微粒子 64B の光軸 AX4 が導光板 10 の光入射面 10A と平行となると共に透明基板 31, 37 の表面と角度 3 よりも大きな角度 4 (例えば 90°) で交差する構成となっている。なお、角度 4 については、微粒子 64B を構成する材料を説明する際に詳述する。

40

【0093】

したがって、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されている時には、光変調層 64 において、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大きくなり、高い散乱性が得られる。これにより、例えば、図 18 (C) に示したように、正面方向に向かう光 L1 および斜め方向に向かう光 L2 は、光変調層 64 内で散乱される。その結果、例えば、図 9 (A), (B) に示したように、光源 20 からの光 L (斜め方向からの光) は、散乱領域 30B の界面 (透明基板 31 または導光板 10 と空気との界面) を透過すると共に、反射板 40 側に透過した光は反射板 40 で反射され、光変調素子 60 を透過する。従って、散乱領域 30B の輝度は、光変調素子 60 を設けていない場合 (図

50

9 (B) 中の一点鎖線) と比べて極めて高くなり、しかも、透過領域 30 A の輝度が低下した分だけ、部分的な白表示の輝度(輝度突き上げ)が大きくなる。

【0094】

なお、バルク 64 A および微粒子 64 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 64 A および微粒子 64 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。

【0095】

また、バルク 64 A の屈折率差($n_0 = \text{異常光屈折率 } n_1 - \text{常光屈折率 } n_0$) や、微粒子 64 B の屈折率差($n_1 = \text{異常光屈折率 } n_3 - \text{常光屈折率 } n_2$) 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 64 A および微粒子 64 B の屈折率差が大きい場合には、光変調層 64 の散乱能が高くなり、導光条件を容易に破壊することができ、導光板 10 からの光を取り出しやすいからである。

【0096】

また、バルク 64 A および微粒子 64 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 64 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 64 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 64 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 64 A は、例えば、微粒子 64 B の配向方向または配向膜 33, 35 の配向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。バルク 64 A の筋状構造、多孔質構造もしくは棒状構造は、例えば、導光板 10 の光入射面 10 A と平行となると共に明基板 31, 37 の表面と僅かな角度 $\angle 3$ で交差する方向に長軸を有している。バルク 64 A が筋状構造となっている場合に、短軸方向の平均的な筋状組織サイズは、導光光の散乱性を高くするという観点からは、0.1 μm 以上 10 μm 以下となっていることが好ましく、0.2 μm 以上 2.0 μm 以下の範囲であることがより好ましい。また、散乱の波長依存性を少なくするという観点からは、短軸方向の平均的な筋状組織サイズは、0.5 μm 以上 5 μm 以下の範囲であることが好ましく、1 ~ 3 μm の範囲であることがより好ましい。筋状組織のサイズは、偏光顕微鏡、共焦点顕微鏡、電子顕微鏡などで観察することができる。

【0097】

一方、微粒子 64 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 64 A 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 64 B 内に含まれる液晶材料(液晶分子)は、例えば棒状分子である。微粒子 64 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(いわゆるポジ型液晶)を用いることが好ましい。

【0098】

ここで、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時には、微粒子 64 B 内において、液晶分子の長軸方向は、光軸 A X 4 と平行となっている。このとき、微粒子 64 B 内の液晶分子の長軸は、導光板 10 の光入射面 10 A と平行となると共に透明基板 31, 37 の表面と僅かな角度 $\angle 3$ で交差している。つまり、微粒子 64 B 内の液晶分子は、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない時には、導光板 10 の光入射面 10 A と平行な面内において角度 $\angle 3$ だけ傾斜した状態で配向している。この角度 $\angle 3$ は、プレチルト角と呼ばれるもので、例えば 0.1° 以上 30° 以下の範囲であることが好ましい。この角度 $\angle 3$ は、0.5° 以上 10° 以下の範囲であることがより好ましく、0.7° 以上 2° 以下の範囲であることがさらに好ましい。角度 $\angle 3$ を大きくすると、後述するような理由から散乱の効率が低下する傾向にある。また、角度 $\angle 3$ を小さくし過ぎると、電圧印加時に液晶の立ち上がる方位角がばらつく。例えば、180° 反対側の方位(リバースチルト)に液晶が立ち上がることもある。これにより、微粒

10

20

30

40

50

子 6 4 B とバルク 6 4 A との屈折率差を有効に利用できないので、散乱効率が低くなり、輝度が小さくなる傾向にある。

【 0 0 9 9 】

また、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時には、微粒子 6 4 B 内において、液晶分子の長軸方向は、光軸 A X 4 と交差（もしくは直交）している。このとき、微粒子 6 4 B 内の液晶分子の長軸は、導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行となると共に透明基板 3 1, 3 7 の表面と角度 3 よりも大きな角度 4（例えば 90°）で交差している。つまり、微粒子 6 4 B 内の液晶分子は、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されている時には、導光板 1 0 の光入射面 1 0 A と平行な面内において角度 4 だけ傾斜した状態もしくは角度 4（= 90°）で真っ直ぐ立った状態で配向している。

【 0 1 0 0 】

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、本変形例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。電圧無印加の状態で、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（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 6 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 6 4 A を上述した筋状構造とする場合には、バルク 6 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 6 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。

【 0 1 0 1 】

本変形例では、例えば、光変調セル 3 0 - 1 において微粒子 6 4 B の光軸 A X 4 がバルク 6 4 A の光軸 A X 3 と平行もしくはほぼ平行となり、別の光変調セル 3 0 - 1 において微粒子 6 4 B の光軸 A X 4 がバルク 6 4 A の光軸 A X 3 と交差もしくは直交するように、各光変調セル 3 0 - 1 の一対の電極（下側電極 3 2、上側電極 3 6）に電圧が印加される。これにより、光源 2 0 から射出され、導光板 1 0 内に入射した光は、光変調素子 6 0 のうち、光軸 A X 3 と光軸 A X 4 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 3 0 A を透過する。一方、光源 2 0 から射出され、導光板 1 0 内に入射した光は、光変調素子 6 0 のうち、光軸 A X 3 と光軸 A X 4 とが互いに交差もしくは直交している散乱領域 3 0 B において散乱される。この散乱光のうち散乱領域 3 0 B の下面を透過した光は反射板 4 0 で反射され、再度、導光板 1 0 に戻されたのち、バックライト 1 の上面から射出される。また、散乱光のうち、散乱領域 3 0 B の上面に向かった光は、導光板 1 0 を透過したのち、バックライト 1 の上面から射出される。このように、本変形例では、透明領域 3 0 A の上面からは光はほとんど射出されず、散乱領域 3 0 B 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。

【 0 1 0 2 】

本変形例では、バルク 6 4 A および微粒子 6 4 B が光学異方性材料を主に含んで形成されているので、斜め方向において、散乱性が小さくなり、透明性を向上させることができる。例えば、バルク 6 4 A および微粒子 6 4 B が、互いに常光屈折率が等しく、かつ互いに異常光屈折率も等しい光学異方性材料を主に含んで構成され、かつ、下側電極 3 2 および上側電極 3 6 間に電圧が印加されていない領域では、これらの光軸の向きが一致もしく

はほぼ一致する。これにより、正面方向（光変調素子 60 の法線方向）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少なくなるか、またはなくなり、高い透明性が得られる。その結果、視野角の大きい範囲における光の漏洩を低減またはほとんどなくすることができ、視野角特性を良くすることができる。

【0103】

例えば、常光屈折率 1.5、異常光屈折率 1.65 の液晶と、常光屈折率 1.5、異常光屈折率 1.65 の液晶性モノマーとを混合し、配向膜または電界によって液晶と液晶性モノマーを配向させた状態で液晶性モノマーを重合させると、液晶の光軸と、液晶性モノマーが重合することによって形成されたポリマーの光軸とが互いに一致する。これにより、あらゆる方向で屈折率を一致させることができるので、そのようにした場合には、透明性が高い状態を実現でき、より一層、視野角特性を良くすることができる。10

【0104】

また、本変形例では、例えば、図 9 (A)、(B) に示したように、透過領域 30A の輝度（黒表示の輝度）が、光変調素子 60 を設けていない場合（図 9 (B) 中の一点鎖線）と比べて下がっている。他方、散乱領域 30B の輝度は、光変調素子 60 を設けていない場合（図 9 (B) 中の一点鎖線）と比べて極めて高くなり、しかも、透明領域 30A の輝度が低下した分だけ、部分的な白表示の輝度（輝度突き上げ）が大きくなる。

【0105】

また、本変形例では、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加されていない領域において、微粒子 64B の光軸 A X 4 が、導光板 10 の光入射面 10A と平行となっており、かつ透明基板 31, 37 の表面と僅かな角度 β で交差している。つまり、微粒子 64B 内に含まれる液晶分子が、光入射面 10A と平行な面内において角度 β だけ傾斜した状態（プレチルト角が付与された状態）で配向している。そのため、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加された時に、微粒子 64B 内に含まれる液晶材料は、ランダムな方位に立ち上がることはなく、光入射面 10A と平行な面内で立ち上がる。このとき、バルク 64A および微粒子 64B の光軸 A X 3, A X 4 が、光入射面 10A と平行な面内において互いに交差もしくは直交する。この場合に、導光板 10 の光入射面 10A から入射した光において、透明基板 31 に対して垂直に振動する光は、微粒子 64B の異常光屈折率とバルク 64A の常光屈折率との差を感じる。このとき、微粒子 64B の異常光屈折率とバルク 64A の常光屈折率との差は大きいことから、透明基板 31 に対して垂直に振動する光の散乱効率が高くなる。一方、透明基板 31 に対して平行に振動する光は、微粒子 64B の常光屈折率とバルク 64A の異常光屈折率の差を感じる。このとき、微粒子 64B の常光屈折率とバルク 64A の異常光屈折率の差も大きいことから、透明基板 31 に対して平行に振動する光の散乱効率も高くなる。従って、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加された領域を伝播する光は、斜め方向の成分を多く含む。例えば、導光板 10 としてアクリル導光板を用いた場合には、下側電極 32 および上側電極 36 間に電圧が印加された領域内の光は、 41.8° 以上の角度で伝播する。その結果、斜め方向を含む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ので、表示輝度を向上させることができる。また、上記の輝度突き上げの効果により、表示輝度をさらに向上させることができる。203040

【0106】

[第 5 の変形例]

上記実施の形態およびその変形例では、光変調素子 30, 60 は、導光板 10 の背後（下面）に空気層を介さずに密着して接合されていたが、例えば、図 19 に示したように、導光板 10 の上面に空気層を介さずに密着して接合されていてもよい。また、光変調素子 30, 60 は、例えば、図 20 に示したように、導光板 10 の内部に設けられていてもよい。ただし、この場合でも、光変調素子 30, 60 は、導光板 10 と空気層を介さずに密着して接合されていることが必要である。

【0107】

【第6の変形例】

また、上記実施の形態およびその変形例では、導光板10の上に特に何も設けられていなかったが、例えば、図21に示したように、光学シート70（例えば、拡散板、拡散シート、レンズフィルム、偏光分離シートなど）を設けてよい。このようにした場合には、導光板10から斜め方向に射出した光の一部が正面方向に立ち上がる所以、変調比を効果的に向上させることができる。さらに、レンズフィルムを用いた場合には、下面の反射シートの間で繰り返し反射が生じるので、ブロック境界をぼかすという観点では有利である。

【0108】

<適用例>

10

次に、上記実施の形態およびその変形例のバックライト1の一適用例について説明する。

【0109】

図22は、本適用例にかかる表示装置2の概略構成の一例を表したものである。この表示装置2は、液晶表示パネル80（表示パネル）と、液晶表示パネル80の背後に配置されたバックライト1とを備えている。

【0110】

液晶表示パネル80は、映像を表示するためのものである。この液晶表示パネル80は、例えば、映像信号に応じて各画素が駆動される透過型の表示パネルであり、液晶層を一对の透明基板で挟み込んだ構造となっている。具体的には、液晶表示パネル80は、バックライト1側から順に、偏光子、透明基板、画素電極、配向膜、液晶層、配向膜、共通電極、カラーフィルタ、透明基板および偏光子を有している。

20

【0111】

透明基板は、可視光に対して透明な基板、例えば板ガラスからなる。なお、バックライト1側の透明基板には、図示しないが、画素電極に電気的に接続されたTFT（Thin Film Transistor；薄膜トランジスタ）および配線などを含むアクティブ型の駆動回路が形成されている。画素電極および共通電極は、例えばITOからなる。画素電極は、透明基板上に格子配列またはデルタ配列されたものであり、画素ごとの電極として機能する。他方、共通電極は、カラーフィルタ上に一面に形成されたものであり、各画素電極に対して対向する共通電極として機能する。配向膜は、例えばポリイミドなどの高分子材料からなり、液晶に対して配向処理を行う。液晶層は、例えば、VA（Vertical Alignment）モード、TN（Twisted Nematic）モードまたはSTN（Super Twisted Nematic）モードの液晶からなり、駆動回路（図示せず）からの印加電圧により、バックライト1からの射出光の偏光軸の向きを画素ごとに変える機能を有する。なお、液晶の配列を多段階で変えることにより画素ごとの透過軸の向きが多段階で調整される。カラーフィルタは、液晶層を透過してきた光を、例えば、赤（R）、緑（G）および青（B）の三原色にそれぞれ色分離したり、または、R、G、Bおよび白（W）などの四色にそれぞれ色分離したりするカラーフィルタを、画素電極の配列と対応させて配列したものである。フィルタ配列（画素配列）としては、一般的に、ストライプ配列や、ダイアゴナル配列、デルタ配列、レクタングル配列のようなものがある。

30

【0112】

偏光子は、光学シャッタの一種であり、ある一定の振動方向の光（偏光）のみを通過させる。なお、偏光子は、透過軸以外の振動方向の光（偏光）を吸収する吸収型の偏光素子であってもよいが、バックライト1側に反射する反射型の偏光素子であることが輝度向上の観点から好ましい。偏光子はそれぞれ、偏光軸が互いに90度異なるように配置されており、これによりバックライト1からの射出光が液晶層を介して透過し、あるいは遮断されるようになっている。

40

【0113】

駆動回路50は、各光変調セル30-1の一対の電極（下側電極32、上側電極36）へ印加する電圧の大きさを制御するようになっている。駆動回路50は、例えば、複数の

50

光変調セル30-1のうち黒表示の画素位置に対応するセルにおいて微粒子34Bの光軸AX2がバルク34Aの光軸AX1と平行となり、複数の光変調セル30-1のうち白表示の画素位置に対応するセルにおいて微粒子34Bの光軸AX2がバルク34Aの光軸AX1と交差するように各光変調セル30-1の一対の電極(下側電極32、上側電極36)へ印加する電圧の大きさを制御するようになっている。

【0114】

本適用例では、液晶表示パネル80を照明する光源として、上記実施の形態およびその変形例のバックライト1が用いられている。これにより、視野角の大きい範囲における光の漏洩を低減またはほとんどなくしつつ、表示輝度を向上させることができる。その結果、正面方向の変調比を高くすることができる。また、バックライト1への投入電力を増やすことなく、輝度突き上げを実現することができる。

10

【0115】

また、本適用例では、バックライト1は、表示画像に合わせて部分的に液晶表示パネル80に入射する光強度を変調する。しかし、光変調素子30,60に含まれる電極(下側電極32、上側電極36)のパターンエッジ部分で急激な明るさ変化があると、表示画像上でもその境界部分が見えてしまう。そこで、できるだけ電極境界部分において、明るさが単調に変化する特性が求められ、そのような特性のことをぼかし特性と呼ぶ。ぼかし特性を大きくするためには、拡散性の強い拡散板を用いるのが効果的であるが、拡散性が強いと、全光線透過率も低くなるので明るさが低くなる傾向にある。従って、本適用例において、光学シート70に拡散板を用いる場合には、その拡散板の全光線透過率は、50%~85%であることが好ましく、60%~80%であることがより好ましい。また、導光板10と、バックライト1内の拡散板との空間距離を大きくすればするほど、ぼかし特性は良くなる。また、この他に、光変調素子30,60に含まれる電極(下側電極32、上側電極36)のパターンの数を増やし、明と暗ができるだけ単調に変化するように各電極の電圧を調整することもできる。

20

【0116】

また、本適用例では、照明光における明暗の境界部分をぼかすことができることから、光変調素子30,60内の電極パターンに由来する画質の劣化を抑制することができる。また、本適用例では、照明光における明暗の境界部分をぼかすにあたって、拡散板を追加しない場合には、より一層の薄型化を実現することができる。

30

【0117】

<実施例>

以下、本発明の実施例について説明する。なお、下記の実施例は例示であり、本発明はこれらの実施例に何ら限定されるものではない。

【0118】

(セル作成方法)

フィルム基板(PET)を用いて液晶セル(300×250mmサイズ)を次のように作成した。まず、レーザー加工によりITO電極のパターンニングを行った。次に、ITOフィルムにポリアミドイミド溶液をバーコータにて塗布し80×10分の乾燥を行った後、ラビング布を用いてラビングを行った。このラビングした配向膜を5mm厚の導光板に粘着材料を用いて貼合した。さらに、貼合した導光板付きITOフィルム上に液晶と、紫外線硬化性の液晶性モノマーと、重合開始剤とを所定組成になるように混合した溶液(以下、「モノマー混合液晶」と称する。)を大気中で滴下した後、真空中で同様に作成した配向膜付きITOフィルムを貼り合わせて導光板付きフィルム液晶セルを作成した。

40

【0119】

25、波長589nmにおける常光屈折率1.513、異常光屈折率1.714、ネマチック-液晶相転移温度106の液晶を用い、液晶性モノマーには、同じく常光屈折率1.49、異常光屈折率1.64、ネマチック-液晶相転移温度106の2官能モノマーを用いた。液晶と液晶性モノマーが90:10重量比となるように混合し、液晶性モノマーの重量比1%相当の重合性開始剤((株)アデカ製N-1919)を添加した。そ

50

の後、紫外線を照射して液晶中の液晶性モノマーを硬化させた。

【0120】

(評価方法)

(1) 輝度分布

作成した導光板付き液晶セルの端面エッジ部分から白色LEDの光を照射した。LED光を照射する導光板入射面とラビング方向が平行となるとともに、光変調層が下側になるように白色LEDおよび光変調層を配置した。作成したセルの下面には空気層を介して白色反射板を置いた。実施例1～実施例3では、セルの特定部分のみに電圧を印加して、面内で明部と暗部の表示を行った。このとき、セルの明部分には、140Vpp、240Hzの正負パルスを印加した。さらに、実施例4では、セルの特定部分に上述の電圧を印加すると同時に、それに隣接するセルに対して、60Vpp、240Hzの正負パルスを印加して、面内全体を明るくした。さらに、セルの直上に、拡散シート、レンズシート(BEF)、反射型偏光シート(例えばDBEF(3M社の登録商標))をのせた。明暗境界部分が見えるかの判定は、導光板から50cmの距離からセルを見たときの官能評価で行い、さらにCCD(Charge Coupled Device)にてセル全体の画像を取得した。さらに、ハイランド社製の面内輝度分布計“RISA カラー”を用いて、面内輝度分布を測定した。この時、光学シートの組み合わせとしては、以下の3つのもの用意した。

(1) 拡散シート/レンズシート/反射型偏光シート

(2) 拡散シート2枚/レンズシート/反射型偏光シート

(3) 拡散板/レンズシート/反射型偏光シート

【0121】

(実施例1)

300×250mmサイズ導光板において、75×83mmの分割ブロックが4×3マトリクス配列になるようにITO電極のパターニングを行った。このとき、上側(光射出側)のITO電極のブロック境界部分を、図3(A)に示したような直線状の辺からなるジグザグ形状にし、下側のITO電極のブロック境界部分を直線状にした。加工後にジグザグ形状を測定したところ、ピッチ2mm、長さ30mm、先端部分30μmであった。これらのITO電極を有する光変調層を用いて、上述の通りセルを作成し、評価を行った。

【0122】

(実施例2)

上側(光射出側)のITO電極のブロック境界部分の凹凸形状に含まれる凸部の輪郭が図13に示したようなサイン2乗関数になるように加工した以外は、実施例1と同様にしてITO電極のパターニングを行うことによりセルを作成し、評価を行った。

【0123】

(実施例3)

上側(光射出側)のITO電極のブロック境界部分の凹凸形状に含まれる凸部の輪郭が図14(B)に示したようなサイン2乗関数になるように加工した以外は、実施例1と同様にしてITO電極のパターニングを行うことによりセルを作成し、評価を行った。なお、各凸部の先端が2mmの幅で千鳥状に配置されるようにITO電極のパターニングを行った。

【0124】

(実施例4)

上側(光射出側)のITO電極のブロック境界部分の凹凸形状に含まれる凸部の輪郭が図13に示したようなサイン2乗関数になるように加工した以外は、実施例1と同様にしてITO電極のパターニングを行うことによりセルを作成し、隣接ブロックにも電圧を印加して評価を行った。

【0125】

(比較例1)

上側(光射出側)のITO電極のブロック境界部分の輪郭が直線状となるように加工し

た以外は、実施例 1 と同様にして ITO 電極のパターニングを行うことによりセルを作成し、評価を行った。

【0126】

図 23 (A) は、実施例 1 の光変調層の上に、光学シートを何も載せなかったときの面内輝度分布と、上述の (1)、(2)、または (3) の光学シートを載せたときの面内輝度分布の結果を示したものである。上述の (1)、(2) および (3) のいずれの光学フィルムを用いた場合においても、明暗部分の境界部分は見えなかった。図 23 (B) は、比較例 1 の光変調層の上に、光学シートを何も載せなかったときの面内輝度分布と、上述の (1)、(2)、または (3) の光学シートを載せたときの面内輝度分布の結果を示したものである。この場合には、上述の (1)、(2) および (3) のいずれの光学シートを用いた場合でも、明暗の境界部分が見えてしまい、映像表示としては問題があることがわかった。

10

【0127】

図 24 (A) ~ (E) における右側の各図は、実施例 1 ~ 4 および比較例 1 の光変調層の上に、上述の (1) の光学シートを載せたときの面内輝度分布の結果を示したものである。図 24 (A) ~ (E) における左側の各図は、実施例 1 ~ 4 および比較例 1 の光変調層の上に、何も光学シートを載せなかったときの面内輝度分布の結果を示したものである。図 24 (A) には比較例 1 の光変調層を用いたときの結果が、図 24 (B) には実施例 1 の光変調層を用いたときの結果が、図 24 (C) には実施例 2 の光変調層を用いたときの結果が、図 24 (D) には実施例 3 の光変調層を用いたときの結果が、図 24 (E) には実施例 4 の光変調層を用いたときの結果がそれぞれ示されている。図 24 から、実施例 1 に比べて、実施例 2 の方がより境界部分が不明瞭になっておりぼかし特性が向上している。さらに、実施例 2 に比べて、実施例 3 の方がよりぼかし特性が高いことがわかる。実施例 4 は、他と比べて、最もぼかし特性が高いことがわかった。

20

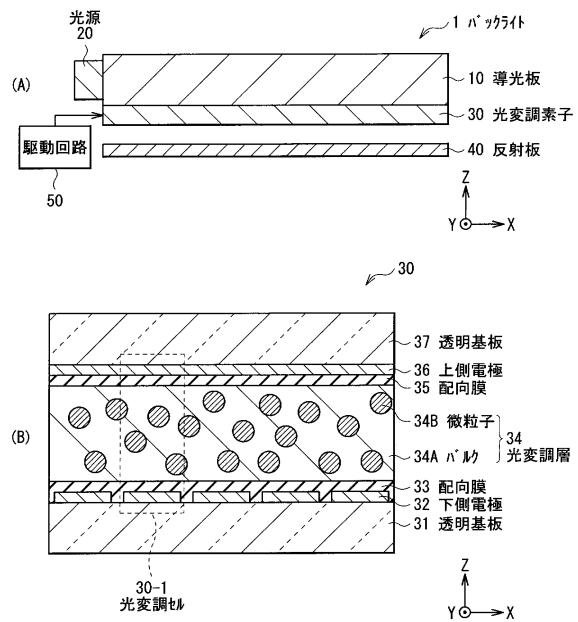
【符号の説明】

【0128】

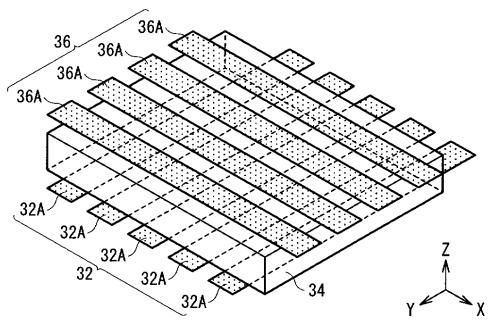
1 ... バックライト、2 ... 表示装置、10 ... 導光板、10A ... 光入射面、20 ... 光源、30, 60 ... 光変調素子、30-1 ... 光変調セル、30A ... 透過領域、30B ... 散乱領域、31, 37 ... 透明基板、32 ... 下側電極、32A, 36A ... 部分電極、32B, 36B ... 邊部、32C, 36C, 111A, 121A, 131A, 141A ... 先端、33, 35 ... 配向膜、34, 64 ... 光変調層、34A, 64A ... バルク、34B, 64B ... 微粒子、36 ... 上側電極、38 ... スペーサ、39 ... シール剤パターン、40 ... 反射板、41 ... 混合物、50 ... 駆動回路、70 ... 光学シート、80 ... 液晶表示パネル、100 ... 拡散シート、110, 130 ... 第 1 部分電極、120, 140 ... 第 2 部分電極、122, 142 ... 凹部、150, 160 ... 部分電極、AX1, AX2 ... 光軸、L, L1, L2 ... 光、n₀, n₂ ... 常光屈折率、n₁, n₃ ... 異常光屈折率、1, 2 ... 角度、n₀ ... バルクの屈折率差、n₁ ... 微粒子の屈折率差。

30

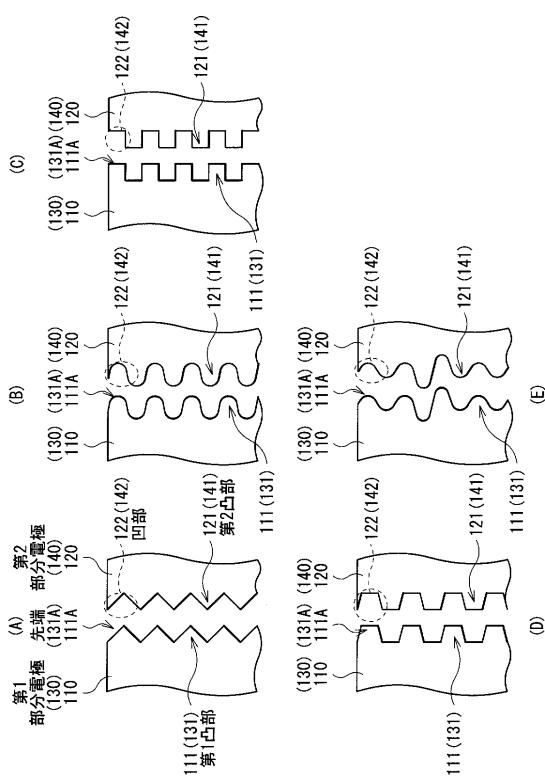
【図1】



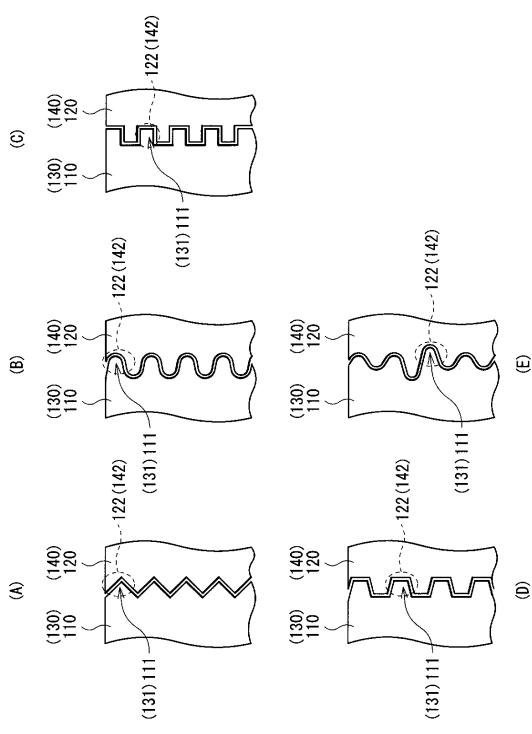
【図2】



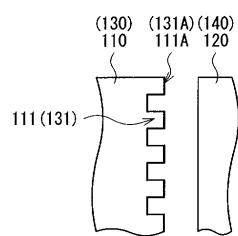
【図3】



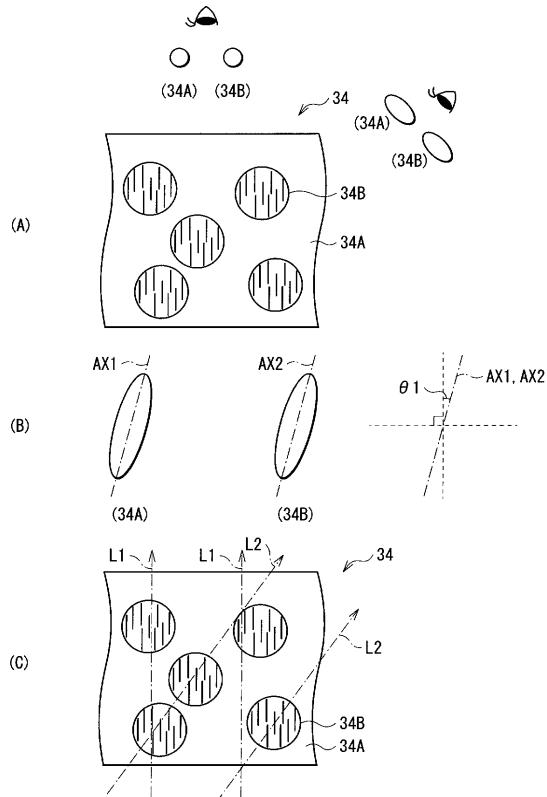
【図4】



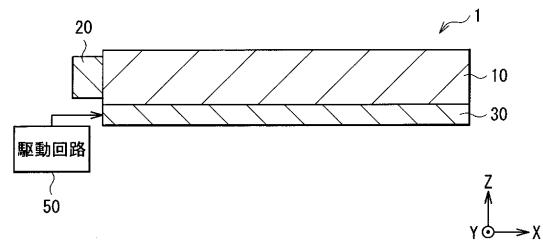
【図5】



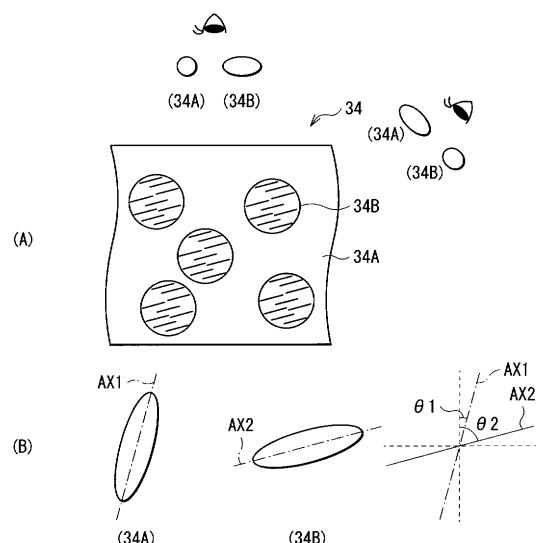
【図7】



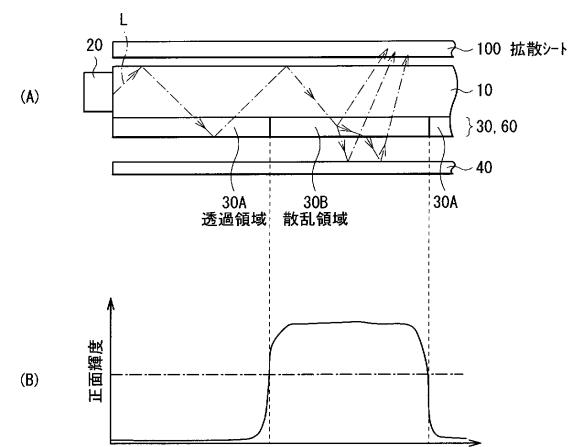
【図6】



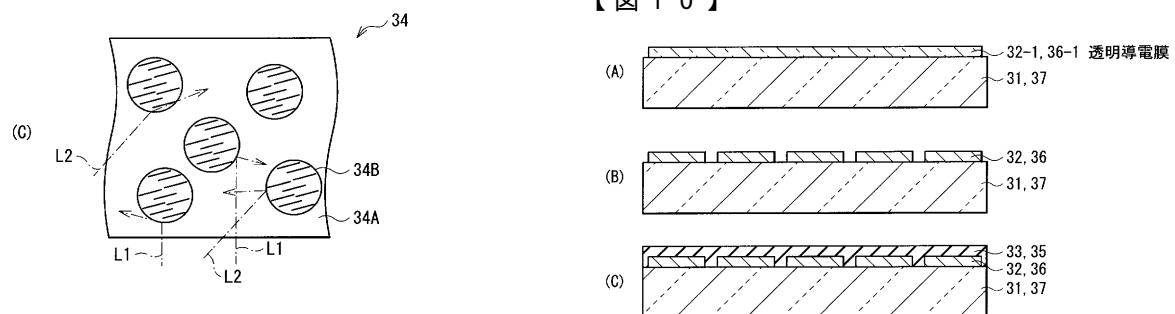
【図8】



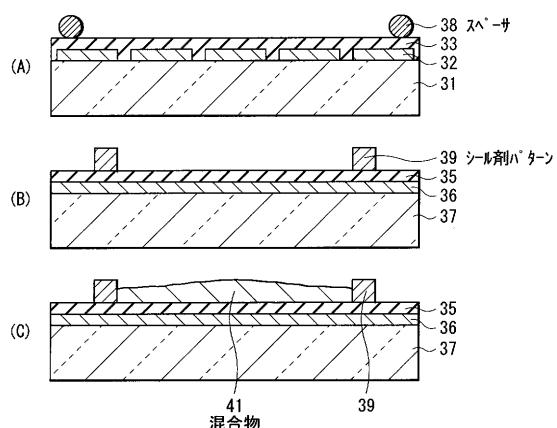
【図9】



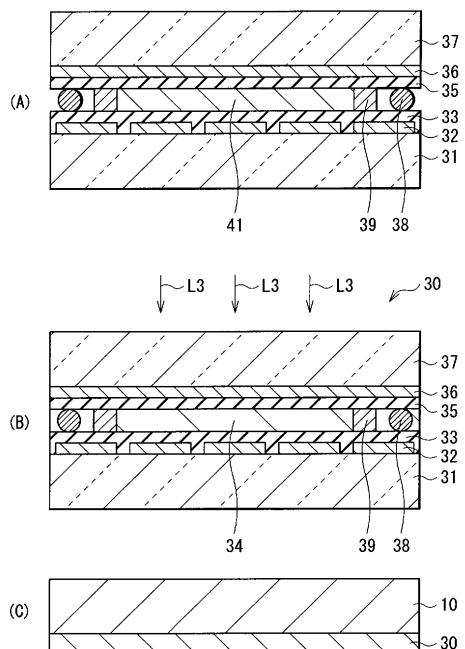
【図10】



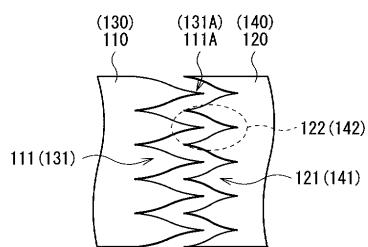
【図11】



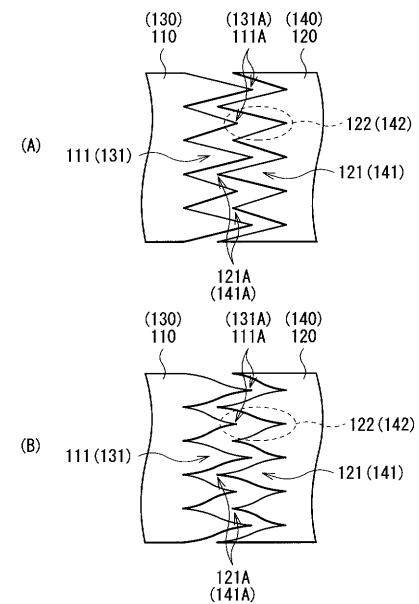
【図12】



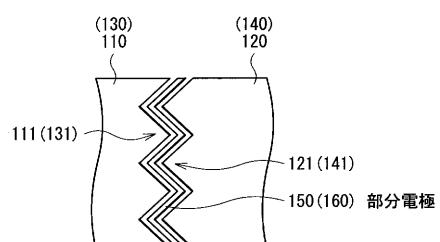
【図13】



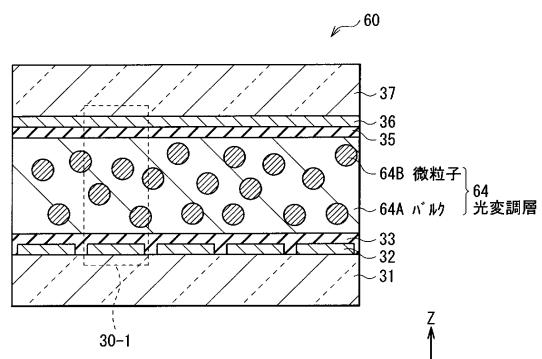
【図14】



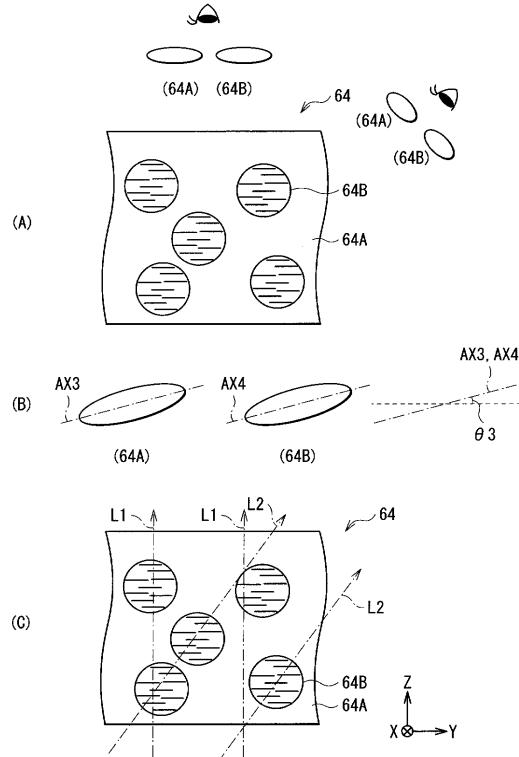
【図15】



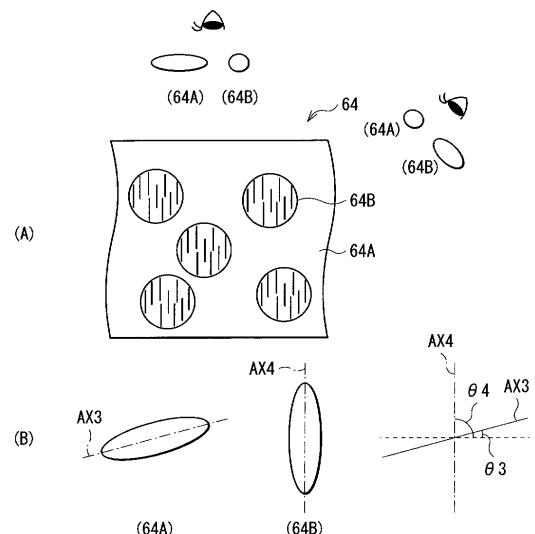
【図16】



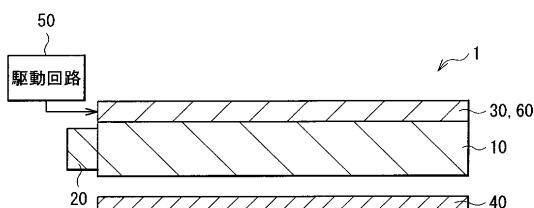
【図17】



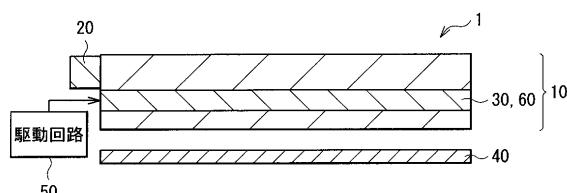
【図18】



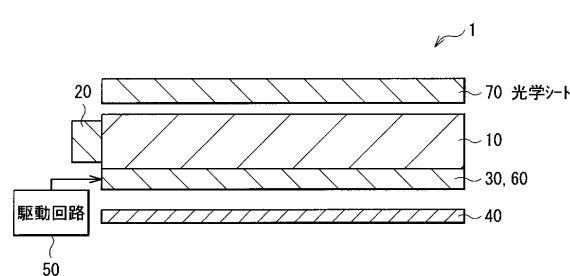
【図19】



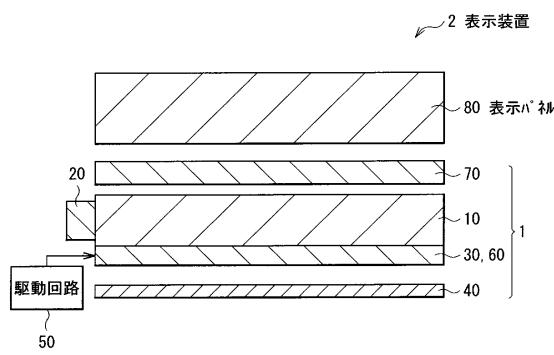
【図20】



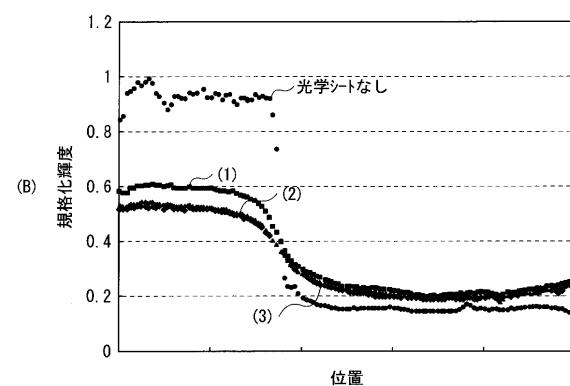
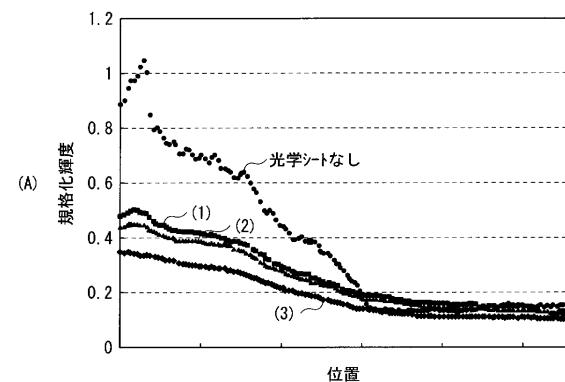
【図21】



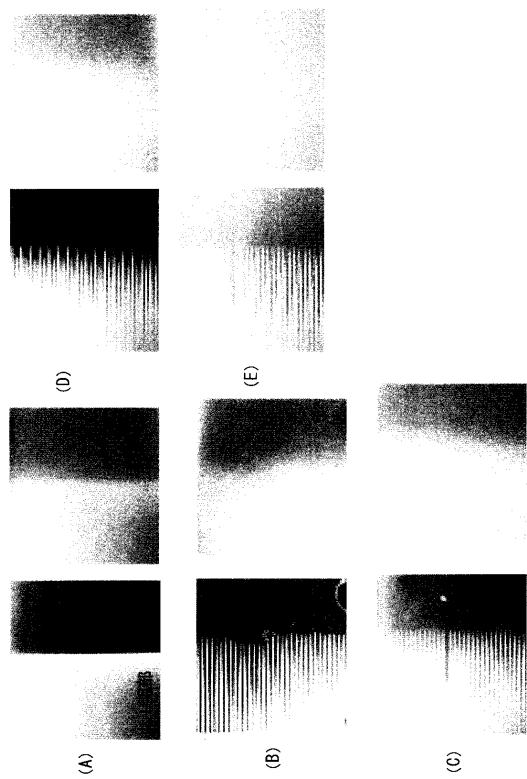
【図22】



【図23】



【図24】



フロントページの続き

(74)代理人 100098785
弁理士 藤島 洋一郎

(72)発明者 内田 龍男
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 石鍋 隆宏
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 川上 徹
宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(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 水野 守
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 高橋 学

(56)参考文献 特開2001-318367 (JP, A)
特開平07-128677 (JP, A)
特開平11-212088 (JP, A)
特開2004-246362 (JP, A)
特開2000-147494 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.CI., DB名)

F 21 S 2 / 0 0
G 02 F 1 / 1 3 3 5 7
F 21 Y 1 0 1 / 0 2
F 21 Y 1 0 3 / 0 0