

(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2004-325647
(P2004-325647A)

(43) 公開日 平成16年11月18日(2004.11.18)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2B 26/08	GO2B 26/08 A	2H038
F21V 8/00	F21V 8/00 GO1C	2H041
GO2B 6/00	GO2B 6/00 331	2H091
GO9F 9/37	GO9F 9/37 Z	5C094
// GO2F 1/13357	GO2F 1/13357	
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2003-118426 (P2003-118426)	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成15年4月23日 (2003.4.23)	(74) 代理人	100077931 弁理士 前田 弘
		(74) 代理人	100094134 弁理士 小山 廣毅
		(74) 代理人	100113262 弁理士 竹内 祐二
		(72) 発明者	石津谷 幸司 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	倉立 知明 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		最終頁に続く	

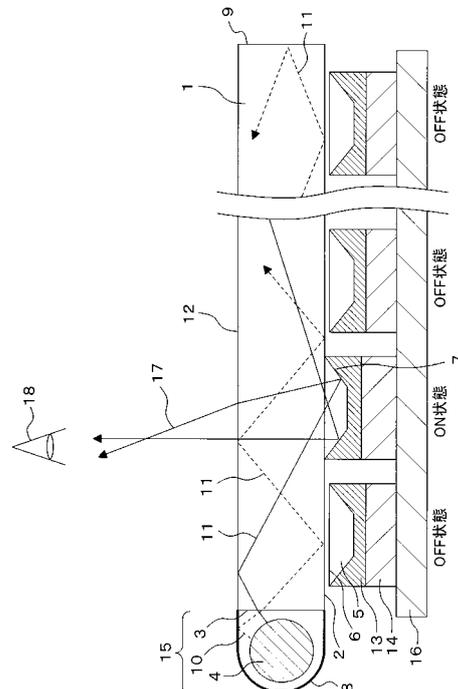
(54) 【発明の名称】 表示素子

(57) 【要約】

【課題】コンパクトな光源を端面に備えた導光板から、効率よくエバネッセント光を取り出して表示を行う表示素子を提供する。

【解決手段】端面3に拡散光源4を備えた導光板1の全反射面2に対して、光抽出構造体5の光抽出面6を光の波長程度の距離まで近づけることにより、光抽出構造体5に導光板内の透過光11を入射させ、光反射面7で反射させて、導光板1の表示面12から表示光17を取り出す。光反射面7と光抽出面6の角度を最適化することにより、表示光17を効率よく取り出す。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を全反射する全反射面と、前記全反射面に対向する表示面と、前記全反射面に垂直な端面を持った平行平板である導光板と、
 前記導光板の一端面の近傍に設置された拡散光源と、
 前記導光板と屈折率が同じ透光性材料からなり、前記導光板の前記全反射面に対向する位置に設けた光抽出構造体であって、前記全反射面に対向し光を内部に透過させる光抽出面と、前記光抽出面から入射した光を反射させることにより、反射させた光を前記光抽出面から出射させて前記導光板を透過させ、前記導光板の前記表示面から外部へ出射させるように設定された光反射面を少なくとも 1 つ備えた光抽出構造体と、
 前記光抽出面の位置を、前記全反射面から光の波長分の距離よりも遠い第 1 の位置と、前記全反射面から光の波長分の距離よりも近い第 2 の位置との間で移動させることが可能である変位素子と、
 前記変位素子を駆動する回路を備えた回路基板とで構成され、
 前記導光板、前記光抽出構造体、前記変位素子、前記回路基板の順に積層された構造からなる表示素子であって、
 前記拡散光源と前記導光板の間に介在する物質の屈折率を n_0 、前記導光板の屈折率を n_1 としたとき、前記光抽出面と前記光反射面とのなす角度 θ_1 が、

10

【数 1】

$$\theta_1 = 45^\circ - \frac{1}{4} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right)$$

20

で与えられる角度であることを特徴とする表示素子。

【請求項 2】

光を全反射する全反射面と、前記全反射面に対向する表示面と、前記全反射面に垂直な端面を持った平行平板である導光板と、
 前記導光板の一端面の近傍に設置された拡散光源と、
 前記導光板よりも屈折率が大きい透光性材料からなり、前記導光板の前記全反射面に対向する位置に設けた光抽出構造体であって、前記全反射面に対向し光を内部に透過させる光抽出面と、前記光抽出面から入射した光を反射させることにより、反射させた光を前記光抽出面から出射させて前記導光板を透過させ、前記導光板の前記表示面から外部へ出射させるように設定された光反射面を少なくとも 1 つ備えた光抽出構造体と、
 前記光抽出面の位置を、前記全反射面から光の波長分の距離よりも遠い第 1 の位置と、前記全反射面から光の波長分の距離よりも近い第 2 の位置との間で移動させることが可能である変位素子と、
 前記変位素子を駆動する回路を備えた回路基板とで構成され、
 前記導光板、前記光抽出構造体、前記変位素子、前記回路基板の順に積層された構造からなる表示素子であって、
 前記拡散光源と前記導光板の間に介在する物質の屈折率を n_0 、前記導光板の屈折率を n_1 、前記光抽出構造体の屈折率を n_2 としたとき、前記光抽出面と前記光反射面とのなす角度 θ_2 が、

30

40

【数 2】

$$\theta_2 = \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_1}{n_2} \text{Sin} \left(90^\circ - \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \right)$$

で与えられる角度であることを特徴とする表示素子。

50

【請求項 3】

前記光抽出構造体の構造が三角柱状構造物であって、前記三角柱状構造物の三角形状の底面が前記導光板の前記端面と垂直となるように設置され、前記三角柱状構造物の3つの四辺形側面のうち、1つの側面が前記導光板に対向する前記光抽出面であり、残りの少なくとも1つの側面が前記光反射面であることを特徴とする請求項1又は2に記載の表示素子。

【請求項 4】

前記三角柱状構造物の3つの四辺形側面のうち、1つの四辺形側面が前記導光板に対向する前記光抽出面であり、他の2つの四角形側面が前記光反射面であることを特徴とする請求項3に記載の表示素子。

10

【請求項 5】

前記導光板の前記表示面に近接して設けられ、前記表示面から出射した光を光学的に変換する少なくとも1つの光学的変換機能を有する光変換層を備えていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項 6】

前記光変換層は、光学的変換機能を持った複数の層の積層体からなることを特徴とする請求項5に記載の表示素子。

【請求項 7】

前記光変換層は、光を散乱させる機能を有することを特徴とする請求項5又は6に記載の表示素子。

20

【請求項 8】

前記光変換層は、波長選択機能を有することを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の表示素子。

【請求項 9】

前記拡散光源と前記導光板との間に介在する物質の屈折率を n_0 、前記導光板の屈折率を n_1 としたとき、前記導光板の前記表示面と前記光変換層との間に、

【数 3】

$$n_3 = n_1 \cos \left(\arcsin \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right)$$

30

で与えられる屈折率 n_3 を有する低屈折率層を備えていることを特徴とする請求項5乃至8のいずれか1項に記載の表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、拡散光源の光が伝搬する導光板から、光を取り出して画像等を表示する表示素子に関する。

【0002】

40

【従来の技術】

従来、表示装置に用いられる表示素子として、CRT（カソードレイチューブ）、PDP（プラズマディスプレイ）、液晶ディスプレイ、LED（発光ダイオード）、EL（エレクトロルミネッセンス）等があり、これらについて様々な研究が行われている。

【0003】

近年、表示素子の1つとして、エバネッセント光を利用した表示素子が提案されている。これは光が導光板等の内部を全反射を繰り返しながら伝搬している状態において、前記導光板の全反射面の外部へ光の波長の距離程度の光が染み出す現象を利用したものである。このように導光板の表面から染み出した光は、エバネッセント光と呼ばれる。前記全反射面に透光物体を光の波長以下の距離まで近づけると、全反射面と透光物体が接していない

50

状態であっても、エバネッセント光は透光物体に入射することが知られている。前記導光板から染み出したエバネッセント光を取り出して表示光として利用することにより表示素子を得ることができる。

【0004】

エバネッセント光を取り出す方法は、これまでにいくつかの方法が発表されている（例えば、特許文献1乃至3参照。）。

【0005】

特許文献1に記載された表示装置は、図10に示すように、導光板101、散乱体102、アクチュエータ部103、振動部107、固定部106から構成され、アクチュエータ部103は、圧電体104と一对の電極105を備える。

10

【0006】

特許文献1の表示装置は、導光板101の内部を光108が全反射しながら透過している状態において、アクチュエータ部103を駆動して散乱体102を導光板101の全反射面111に対して光の波長程度の距離よりも近い位置に移動させる構造を備える。上記散乱体102を導光板101に近づけることにより、上記散乱体102は、導光板101から染み出したエバネッセント光を散乱し、導光板101の全反射面111へ出射する。全反射面111へ出射された光を上記全反射面111に対向した出射面112から取り出すことで、表示光109を得ることができる。

【0007】

また、特許文献2には、図11に示すようなエバネッセント光を取り出す光スイッチング素子が開示されている。特許文献2の光スイッチング素子は、導光板201、マイクロプリズム202、バッファ部材206、スペーサー210、変位素子212、IC部209から構成されている。変位素子212は、一对の電極204、205バネ部材207、支柱208から構成されている。

20

【0008】

特許文献2に記載された表示素子は、導光板201の内部を光215が全反射しながら透過している状態において、変位素子212を駆動して導光板201の全反射面213にマイクロプリズム202を近づけることにより、全反射面213から染み出したエバネッセント光をマイクロプリズム202内へ入射させている。この表示素子は、マイクロプリズム202に入射した光をマイクロプリズム202内の反射面203で反射させて導光板201の垂直方向へ光を出射することにより、表示光211を得ることができるとされている。

30

【0009】

また、特許文献3に記載された表示装置は、上記特許文献2と概ね同様の構造を有している。特許文献3の表示装置は、導入光215の全反射面213に対する角度 ϕ と、マイクロプリズム202の頂角 θ との関係を

【0010】

【数4】

$$\phi = 180^\circ - \theta$$

40

【0011】

と規定することにより、導光板201から損失の少ない表示光211が得られるとされている。

【0012】

前記各特許文献に記載された発明は、いずれもアクチュエータや駆動部といった変位素子を用いている。近年、変位素子技術の発達により、変位素子は応答速度が速く、小型化でき、消費電力も少ないので、表示素子としても高応答速度、小型化、省電力が期待されて

50

いる。

【 0 0 1 3 】

【 特許文献 1 】

特開平 7 - 2 8 7 1 7 6 号公報

【 特許文献 2 】

特開平 1 1 - 2 0 2 2 2 2 号公報

【 特許文献 3 】

特開平 1 1 - 2 0 2 2 2 3 号公報

【 0 0 1 4 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、特許文献 1 に記載された散乱体 1 0 2 を用いて導光板 1 0 1 からエバネッセント光を取り出す技術においては、散乱体 1 0 2 で散乱された光のすべてを表示光 1 0 9 として利用し得ないといった問題がある。

【 0 0 1 5 】

即ち、前記導光板 1 0 1 から取り出されたエバネッセント光は、前記反射体 1 0 2 によりランダムな角度で散乱反射され、再び導光板 1 0 1 に入射される。しかし、前記導光板 1 0 1 の屈折率は導光板の外部の屈折率よりも大きいため、散乱体 1 0 2 により散乱された光のうち、導光板 1 0 1 の全反射条件を満たす一部の光 1 1 0 は、図 1 0 のように導光板 1 0 1 の外部には出射されずに導光板 1 0 1 の出射面 1 1 2 で全反射してしまう。このように、特許文献 1 の表示装置では、散乱体 1 0 2 で散乱された光のすべてを効率よく導光板 1 0 1 から光を取り出すことができず、表示画面が暗いといった問題があった。

【 0 0 1 6 】

また、図 1 1 に示した特許文献 2 及び 3 の表示装置では、前記マイクロプリズム 2 0 2 の頂角 2 1 4 は、マイクロプリズム 2 0 2 に入射する光がある特定の入射角度であるときにのみ、入射された光を好適な角度で導光板 2 0 1 に反射することができるように設計されている。一般的に光源として利用されている拡散光源は、出射光の指向性は弱く、様々な方向へ光を出射する。従って、拡散光源を用いた場合、前記マイクロプリズム 2 0 2 へは導光板を介して様々な方向から光が入射されるが、マイクロプリズム 2 0 2 の反射面 2 0 3 で反射された表示光 2 1 1 は導光板 2 0 1 に垂直方向へ出射されるものは少ない。その結果、特許文献 2 及び 3 の表示装置は、光源光の利用効率が低く、画面表示は暗いものになってしまう。

【 0 0 1 7 】

本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものあり、光源からの光を有効に利用するとともに導光板から効率よくエバネッセント光を取り出して、明るい表示光を得るように最適化された表示素子を提供するものである。

【 0 0 1 8 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明の表示素子は、光を全反射する全反射面と、前記全反射面に対向する表示面と、前記全反射面に垂直な端面を持った平行平板である導光板と、前記導光板の一端面の近傍に設置された拡散光源と、前記導光板と屈折率が同じ透光性材料からなり、前記導光板の前記全反射面に対向する位置に設けた光抽出構造体であって、前記全反射面に対向し光を内部に透過させる光抽出面と、前記光抽出面から入射した光を反射させることにより、反射させた光を前記光抽出面から出射させて前記導光板を透過させ、前記導光板の前記表示面から外部へ出射させるように設定された光反射面を少なくとも 1 つ備えた光抽出構造体と、前記光抽出面の位置を、前記全反射面から光の波長分の距離よりも遠い第 1 の位置と、前記全反射面から光の波長分の距離よりも近い第 2 の位置との間で移動させることが可能である変位素子と前記変位素子を駆動する回路を備えた回路基板とで構成される。そして、本発明は、前記導光板、前記光抽出構造体、前記変位素子、前記回路基板の順に積層された構造からなる表示素子である。本発明は、前記拡散光源と前記導光板の間に介在する物質の屈折率を n_0 、前記導光板の屈折率を n_1 としたとき、前記光抽出面と前記光反射

10

20

30

40

50

面とのなす角度 θ_1 が、

【数 5】

$$\theta_1 = 45^\circ - \frac{1}{4} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \quad \dots(1)$$

で与えられる角度であることを特徴とする表示素子である。

【0019】

また、本発明の表示素子は、光を全反射する全反射面と、前記全反射面に対向する表示面と、前記全反射面に垂直な端面を持った平行平板である導光板と、前記導光板の一端面の近傍に設置された拡散光源と、前記導光板よりも屈折率が高い透光性材料からなり、前記導光板の前記全反射面に対向する位置に設けた光抽出構造体であって、前記全反射面に対向し光を内部に透過させる光抽出面と、前記光抽出面から入射した光を反射させることにより、反射させた光を前記光抽出面から出射させて前記導光板を透過させ、前記導光板の前記表示面から外部へ出射させるように設定された光反射面を少なくとも1つ備えた光抽出構造体と、前記光抽出面の位置を、前記全反射面から光の波長分の距離よりも遠い第1の位置と、前記全反射面から光の波長分の距離よりも近い第2の位置との間で移動させることが可能である変位素子と前記変位素子を駆動する回路を備えた回路基板とで構成されている。そして、本発明は、前記導光板、前記光抽出構造体、前記変位素子、前記回路基板の順に積層された構造からなる表示素子である。本発明は、前記拡散光源と前記導光板の間に介在する物質の屈折率を n_0 、前記導光板の屈折率を n_1 、前記光抽出構造体の屈折率を n_2 としたとき、前記光抽出面と前記光反射面とのなす角度 θ_2 が、

【数 6】

$$\theta_2 = \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_1}{n_2} \text{Sin} \left(90^\circ - \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \right) \quad \dots(2)$$

で与えられる角度であることを特徴とする表示素子である。

【0020】

本発明において、前記光抽出構造体の構造が三角柱状構造物であって、前記三角柱状構造物の三角形の底面が前記導光板の前記端面と垂直となるように設置され、前記三角柱状構造物の3つの四辺形側面のうち、1つの四角形側面が前記導光板に対向する前記光抽出面であり、残りの少なくとも1つの四角形側面が前記光反射面であるとなる構成することが好ましい。

【0021】

この場合、前記三角柱状構造物の3つの四辺形側面のうち、1つの四角形側面が前記導光板に対向する前記光抽出面であり、他の2つの四角形側面が前記光反射面となるように構成することも可能である。

【0022】

本発明において、前記導光板の前記表示面に近接して設けられ、前記表示面から出射した光を光学的に変換する少なくとも1つの光学的変換機能を有する光変換層を備えているように構成することも可能である。

【0023】

この場合、前記光変換層は、光学的変換機能を持った複数の層の積層体からなるように構成することも可能である。

【0024】

また、前記光変換層は、光を散乱させる機能を有するように構成することも可能である。

【 0 0 2 5 】

更に、前記光変換層は、波長選択機能を有するように構成することも可能である。

【 0 0 2 6 】

本発明において、前記拡散光源と前記導光板との間に介在する物質の屈折率を n_0 、前記導光板の屈折率を n_1 としたとき、前記導光板の前記表示面と前記光変換層との間に、

【 数 7 】

$$n_3 = n_1 \cos \left(\text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \quad \dots (3)$$

10

で与えられる屈折率 n_3 を有する低屈折率層を備えているように構成することも可能である。

【 0 0 2 7 】

本発明の作用について説明する。

【 0 0 2 8 】

本発明は、拡散光源を備えることを特徴とする。拡散光源とは、出射される光の指向性が弱く、いずれの方向へも光を出射する光源をいう。拡散光源を使用することにより、容易に光を導光板内部全体に出射することができる。また、表示素子の光源部にコリメータレンズ等を用いて光の方向性を規制する必要がないため、光源の光を有効に利用できるとともに、光源部を小型で安価に形成することができる。

20

【 0 0 2 9 】

導光板に入射した光は、前記全反射面と表示面と間で全反射を繰り返し、導光板内に行き渡る。光の全反射条件を満たす全反射面では、エバネッセント光が光の波長程度染み出している。

【 0 0 3 0 】

導光板の端面に備えた拡散光源から入射した光が全反射面で全反射している導光板において、前記光抽出構造体の光抽出面が、前記導光板の全反射面から光の波長分の距離よりも遠い第 1 の位置にある状態（以下、「OFF 状態」ともいう。）では、エバネッセント光は光抽出構造体に入射しない。

30

【 0 0 3 1 】

前記回路基板で変位素子を駆動させ、前記光抽出構造体の光抽出面の位置を前記全反射面から光の波長分の距離よりも近い第 2 の位置に移動させた状態（以下、「ON 状態」ともいう。）において、導光板の全反射面から染み出したエバネッセント光は光抽出面から光抽出構造体へと入射する。光抽出構造体へ入射した光は、光反射面で反射し、光抽出面から出射されて再び導光板に入射する。導光板に入射した光は、導光板を透過して表示面から導光板の外部へ出射される。

【 0 0 3 2 】

このように、回路基板で変位素子を駆動させて光抽出構造体の光抽出面と導光板の全反射面との距離を制御する。該距離を制御することにより、前記エバネッセント光の光抽出構造体への入射、非入射を切り替える。

40

【 0 0 3 3 】

前記光抽出構造体は、入射した光を表示面へ反射する。このようにして導光板の表示面から出射する光（以下、「表示光」ともいう。）を制御することができ、観察者は表示面上で光の点灯、消灯を観察することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

本発明の表示素子において、前記光抽出構造体の屈折率は、前記導光板の屈折率とほぼ同じであるか、導光板の屈折率よりも大きいことを特徴とする。これにより、前記光抽出面が前記第 2 の位置（ON 状態）に移動した場合、前記全反射面から出ているエバネッセン

50

ト光をすべて光抽出構造体に入射させることができ、表示素子としての光の利用効率を向上させることができる。

【0035】

仮に、光抽出構造体の屈折率が導光板の屈折率よりも小さいとすると、光抽出構造体の光抽出面が第2の位置に移動した場合であっても、一部のエバネッセント光は導光板と光抽出構造体との界面で全反射条件を満たしてしまい、光抽出構造体に入射することなく導光板内に全反射してしまう。その結果、光抽出構造体から表示面へ出射する光も低下するので、表示素子としての光の利用効率が低下してしまう。

【0036】

更に、本発明において、前記光抽出面と光反射面とがなす角度を最適化することにより、前記表示面から取り出される光の量を増加させることができ、いわゆる「光取り出し効率」を向上させることができる。光取り出し効率とは、前記光反射面で反射された光に対して、前記導光板の表示面で全反射されずに表示面から導光板外部に出射される光の割合をいい、光取り出し効率が高いほど明るい画面表示を実現することができる。

【0037】

前記光取り出し効率の向上は、光反射面で反射された光の進行方向と前記表示面の法線とのなす角度をできる限り小さくすることにより実現される。

【0038】

本発明において、光抽出構造体の屈折率と導光板の屈折率がほぼ同じである表示素子がON状態にあるとき、光抽出構造体の光抽出面と光反射面との角度が式(1)で与えられる角度 θ_1 をなすと、光反射面で反射された光の進行方向は、光抽出面の法線方向を中心とする角度範囲に反射される。光抽出面と表示面は平行であるので、光反射面で反射された光の進行方向は表示面の法線方向を中心として反射されることとなる。これにより、光反射面で反射された光の進行方向と前記表示面の法線とのなす角を小さくすることができ、光取り出し効率が大きくなるので、明るい表示素子を得ることができる。

【0039】

また、本発明において、光抽出構造体の屈折率が導光板の屈折率よりも大きい表示素子がON状態にあるとき、光抽出構造体の光抽出面と光反射面との角度が式(2)で与えられる角度 θ_2 をなすと、光反射面で反射された光の進行方向は、光抽出面の法線方向を中心とする角度範囲に反射される。光抽出面と表示面は平行であるので、光反射面で反射された光の進行方向は表示面の法線方向を中心として反射されることとなる。これにより、光反射面で反射された光の進行方向と前記表示面の法線とのなす角を小さくすることができ、光取り出し効率が大きくなるので、明るい表示素子を得ることができる。

【0040】

本発明において、前記光抽出構造体が三角柱状構造物であり、三角柱状構造物の3つの四辺形側面のうち、1つが導光板に対向する光抽出面であり、他の少なくとも1つが光反射面であることを特徴としている。光抽出構造体、変位素子の積層部(以下、「光取り出し素子」ともいう。)を1つの画素として考えると、前記光抽出面が四辺形側面であれば、光取り出し素子を1次元の又は2次元の基板上に無駄な隙間がないように複数配置することができる。これにより、本発明の表示素子において、表示可能な情報量を大きくすることができる。

【0041】

また、前記三角柱状構造物の三角形の底面が前記導光板の端面と垂直となるように位置させることにより、光反射面で反射された光の進行方向と表示面の法線とのなす角が小さくなるので、表示素子の取り出し効率を大きくさせることができる。

【0042】

また、本発明において、前記三角柱状構造体の3つの四辺形側面のうち2つの四辺形側面を光反射面とした場合、1つの光反射面は導光板の光源側の端面方向から光抽出構造体に入射した光を反射し、他の光反射面は光源側の端面に対向する端面(以下、「対向反射面」ともいう。)で反射し、該対向反射面方向から光抽出構造体に入射した光を反射する。

よって、光源光を効率よく利用することができ、前記光抽出構造体から出射される光量が増加し、明るい画面表示を実現することができる。

【0043】

本発明に係る表示素子は、前記表示面の近傍に光を光学的に変換する機能を少なくとも1つ有する光変換層を備えていることを特徴としている。前記光変換層を備えることにより、表示面から出射した表示光を光学的に変換することが可能となるので、使用用途に応じて表示光を様々に変換することが可能となる。

【0044】

また、1つの光変換層に光学的変換機能を複数持たせたり、1つの光学的変換機能を持った光変換層を複数積層させた積層体を用いたりすることで、複数の光学的変換機能の組み合わせることができ、表示面から出射した表示光を様々に変換することが可能である。

10

【0045】

この場合、表示素子は、前記光変換層に複数の光学的変換機能を持たせたり、1つの光学的変換機能を持った光変換層を複数積層させた積層体を用いたりすることで、複数の光学的変換機能を兼備することになる。これにより、前記表示面から出射した表示光は、複数の光変換効果を発現する。

【0046】

また、前記光変換層は、光を散乱する機能を有するように構成することも可能である。前述のように、光取り出し効率を向上するためには、前記光抽出構造体の光反射面で反射した光の進行方向と表示面の法線とのなす角度が小さい方が好ましい。しかし、光反射面で反射した光の進行方向と表示面の法線とのなす角度を小さくすると、光取り出し効率は向上するが、視野角が狭くなる場合がある。前記光を散乱する機能を有する光変換層は、表示面から出射された光を散乱することにより、表示光を表示面の法線とのなす角度が大きい方向へも出射させることが可能となる。これにより、視野角の広い表示素子を得ることができる。

20

【0047】

また、本発明における表示素子において、前記光変換層に波長選択機能を持たせることにより、表示面から導光板外部に出射する光の波長を制御することが可能となる。これにより、前記光反射面で反射した光のうち、特定の波長を有する光のみが光変換層を透過するようになるため、前記表示素子はカラー表示を行うことができる。

30

【0048】

また、本発明に係る光変換層として、光の3原色に対応する波長選択性を組み合わせた光変換層を用いることにより、フルカラー画面表示が可能な表示素子を得ることもできる。

【0049】

本発明において、前記導光板の前記表示面と前記光変換層との間に、前記(3)式で与えられる屈折率 n_3 を有する低屈折率層を備えることにより、前記表示装置を小型化することができる。

【0050】

即ち、前記表示面の近傍に光変換層を備える場合、表示素子の小型化を考えると、表示面と光変換層を密着させて厚みをできるだけ薄くすることが好ましい。しかし、光変換層の屈折率が導光板の屈折率よりも大きい場合に、表示面と光変換層を密着させると、表示面と光変換層が接する面では光の全反射条件が成り立たないため、表示素子がOFF状態であっても導光板から光が漏出してしまふ。そのため、前記表示面と光変換層とを密着させることができない。

40

【0051】

本発明において、前記低屈折率層を備えることにより、前記導光板と低屈折率層が接する面で全反射条件が成り立ち、OFF状態において導光板から光が出射することがない。従って、前記導光板、低屈折率層、及び光変換層をこの順に密着させて積層することことができ、表示素子の厚みを薄くすることが可能となる。

【0052】

50

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0053】

<表示素子の構造>

図1は本発明における表示素子の断面図を示している。図1を用いて本発明の表示素子の構造と表示機構について説明する。

【0054】

本発明の表示素子は、導光板1、拡散光源4と、光抽出構造体5、変位素子14及び回路基板16等によって構成されている。

【0055】

導光板1は、光が内部で全反射することが可能な全反射面2、及び表示面12を備える。導光板1の端部には、前記全反射面2及び表示面12に垂直な端面3と対向反射面9が形成されている。

10

【0056】

導光板1の材質は、ガラスや透光性のセラミックやアクリル等のプラスチック材料が好ましい。導光板1の全反射面2と表示面12は平行な平面であるので、透過光11は、全反射面2と表示面12の両面で全反射を繰り返しながら導光板1中を伝搬する。透過光11は、導光板1の全反射面2と表示面12で全反射し続け、何ら外因のない通常状態において、導光板1の外部へ出射することがない。そのため、本実施形態に係る表示素子は、拡散光源4からの透過光11を無駄なく利用することができる。

20

【0057】

また、端面3に対向する対向反射面9は、導光板1内の透過光11が正反射するように反射処理がされており、透過光11を導光板1の端部から外部に逃がすことがない。そのため、本表示素子は、前記透過光11を導光板1内で効率よく使うことができる。

【0058】

導光板1の端面3の近傍には、拡散光源4が設置されている。拡散光源4は、特に限定されるものではないが、冷陰極管、熱陰極管、LED等が好ましい。

【0059】

この拡散光源4の周囲には、拡散光源4から出射された出射光10を反射して、前記導光板1の端面3に入射するように反射処理された反射部材8が設置されている。反射部材8は、前記出射光10を導光板1へ逃がさず入射することができる。

30

【0060】

前記拡散光源4から出射される出射光10は指向性が弱いため、前記反射部材8で反射された光も、前記端面3から入射され得る角度の範囲内において指向性が弱く、様々な入射角度で導光板1に入射される。反射部材8は、鏡面処理を施されたアルミニウム板等を加工して形成される。

【0061】

本発明では、拡散光源4を用いることで、光源部15を比較的単純な構造にすることができる。そのため、光源部15を小型で安価にすることができ、ひいては表示素子全体を低コストで小型化することができる。

40

【0062】

光抽出構造体5は透光性材料からなり、導光板1の全反射面2に対向するように配置されている。光抽出構造体5の材質は、ガラスや透光性のセラミックやアクリル等のプラスチック材料が好ましい。

【0063】

光抽出構造体5の光抽出面6は、全反射面2に対向し、全反射面2から放出されたエバネッセント光を内部に透過する。また、光抽出構造体5の光反射面7は、光が正反射するように処理されており、光抽出面6から入射した光を反射させて、光抽出面6から出射させる。該光反射面7は、1つの光抽出構造体に対して少なくとも一面形成される。

【0064】

50

光抽出構造体 5 は光抽出構造支持体 1 3 に支持され、変位素子 1 4 に固定されている。光抽出構造支持体 1 3 は、前記光抽出体 5 の光抽出面 6 が導光板 1 の全反射面 2 と平行となるように、変位素子 1 4 の端部に固定する。光抽出構造支持体 1 3 は、前記光抽出構造体 5 の光反射面 7 における光の反射に影響を及ぼさない材料で形成される。また、光抽出構造支持体 1 3 は、前記光抽出面 6 が全反射面 2 に当接する際の圧力を分散するために、適度な柔軟性を有する材料で形成されていてもよい。

【0065】

なお、上記光抽出構造体 5 は、光抽出構造支持体 1 3 を介さず、直接、変位素子 1 4 に固着することも可能である。

【0066】

変位素子 1 4 は、光抽出構造体 5 の光抽出面 6 を、導光板 1 の全反射面 2 から光の波長分の距離よりも遠い第 1 の位置 (OFF 状態) と、光の波長分の距離よりも近い第 2 の状態 (ON 状態) との間で移動させることができる。変位素子 1 4 は、回路基板 1 6 からの信号に基づき駆動する。変位素子 1 4 は、特に限定されるものではなく、圧電素子、静電アクチュエータ、形状記憶合金アクチュエータ等から適宜選択して用いられる。

【0067】

<表示素子の表示機構>

本実施形態に係る表示素子がどのようにして画面表示を可能とするかについて説明する。

【0068】

図 1 において、拡散光源 4 から出射された出射光 1 0 は、直接に又は反射部材 8 で反射されて端面 3 から導光板 1 に入射する。入射された光は、透過光 1 1 として全反射面 2 と表示面 1 2 とで全反射を繰り返しながら導光板 1 内を透過する。

【0069】

変位素子 1 4 を回路基板 1 6 で駆動することにより、光抽出構造体 5 の光抽出面 6 の位置を導光板 1 の全反射面 2 から光の波長分の距離よりも遠い第 1 の位置に移動させた状態 (OFF 状態) では、透過光 1 1 は光抽出構造体 5 へ入射しない。この状態において、表示面 1 2 に画像等は表示されていない。

【0070】

変位素子 1 4 を回路基板 1 6 で駆動することにより、光抽出構造体 5 の光抽出面 6 の位置を導光板 1 の全反射面 2 から光の波長分の距離よりも近い第 2 の位置に移動させた状態 (ON 状態) では、導光板 1 の全反射面 2 から透過光 1 1 がエバネッセント光として光抽出面 6 から光抽出構造体 5 へ入射する。光抽出構造体 5 は、入射した透過光 1 1 を光反射面 7 で反射し光抽出面 6 から出射する。再び、導光板 1 に入射した光は、導光板 1 を透過して表示面 1 2 から表示光 1 7 として導光板 1 の外部へ出射される。この状態において、観察者 1 8 は表示面 1 2 から出射された表示光 1 7 を感知し、画面表示を認識する。

【0071】

このように、上記の 2 つの状態により表示面 1 2 から出射する表示光 1 7 を制御することができ、表示素子の表示面 1 2 側にいる観察者 1 8 は光の点灯、消灯を見ることが可能となる。また、表示光 1 7 の階調は ON 状態の時間を回路基板 1 6 で制御することにより、任意に変化させることができる。

【0072】

以下、具体的な実施例について説明する。

【0073】

(実施例 1)

図 2 は、本発明の実施例 1 に係る表示素子の要部拡大断面図である。本実施例において、光抽出構造体 5 の屈折率と導光板 1 の屈折率とはほぼ同じである。図 2 は実施例 1 に係る表示素子の ON 状態の断面図を示している。

【0074】

光源部 1 5 は、拡散光源 4 と反射部材 8 から構成されている。拡散光源 4 及び反射部材 8 と導光板 1 の端面 3 との間の光入射部 1 9 には、所定の屈折率を有する透光性の物質が充

10

20

30

40

50

填されており、透光性の物質は空気等の気体やガラスや透光性セラミックや透光性プラスチック材料等が好ましい。

【0075】

拡散光源4から光入射部19に放射された出射光10は、直接に、又は反射部材8で反射されて端面3から入射する。出射光10は、端面3の法線20に対して半角 0° から 90° の角度範囲21で入射する。

【0076】

ここで、前記光入射部19の屈折率を n_0 、導光板1の屈折率を n_1 とする。出射光10の角度範囲21とスネルの式を考慮すると、導光板1の内部に入射した透過光11は、導光板1の端面3の法線20に対して式(4)で表される半角 ψ_1 の角度範囲22で導光板1に入射される。

【0077】

【数8】

$$0 \leq \psi_1 \leq \text{ArcSin}\left(\frac{n_0}{n_1}\right) \quad \dots(4)$$

【0078】

このように導光板1の内部の透過光11は、上記角度範囲22を持つ。表示素子がON状態にあるとき、光抽出構造体5に入射し光反射面7で反射された取り出し光23は、角度範囲24を持つ。

【0079】

ON状態において、取り出し光23に対する表示光17の割合である光取り出し効率を大きくするためには、表示面12で全反射条件を満たさない取り出し光の23の割合を大きくする必要がある。そのために、取り出し光23と表示面の法線25とのなす角26をできるだけ小さくする必要がある。取り出し光23と表示面12の法線25のなす角26を小さくするためには、前記取り出し光23の角度範囲24が決まっていることから、取り出し光23の角度範囲24の中心27と表示面12の法線25とのなす角度を小さくすることが有効である。

【0080】

これらのことより、本実施例では、取り出し光23の角度範囲24の中心27と表示面12の法線25とのなす角度を小さくするために、光抽出構造体5の光抽出面6と光反射面7との角度 θ_1 を最適化する。本実施例において最適な角度 θ_1 は、前記光入射部19の屈折率を n_0 、導光板1の屈折率を n_1 とすると、次式(1)で与えられる。

【0081】

【数9】

$$\theta_1 = 45^\circ - \frac{1}{4} \text{ArcSin}\left(\frac{n_0}{n_1}\right) \quad \dots(1)$$

【0082】

上記の式(1)について説明する。本実施例では、導光板1の屈折率と光抽出構造体5の屈折率は同じであるので、光反射面7に入射する光32の角度範囲33の角度 θ_2 は、導光板1に入射した透過光11の角度範囲22の半角 ψ_1 と等しい。よって、光反射面7に入射する光32は、表示面12の法線25に対して次式(5)で表される角度 θ_2 の角度範囲33で入射する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

【 数 1 0 】

$$90^\circ - \text{ArcSin}\left(\frac{n_0}{n_1}\right) \leq \psi_2 \leq 90^\circ \quad \dots(5)$$

【 0 0 8 4 】

上式(5)で表される角度範囲33で光反射面7に入射する光32の中心34が、取り出し光23の中心27となす角度 ϕ_1 は次式(6)で表される。

【 0 0 8 5 】

【 数 1 1 】

$$\phi_1 = 90^\circ - \frac{1}{2} \text{ArcSin}\left(\frac{n_0}{n_1}\right) \quad \dots(6)$$

【 0 0 8 6 】

前記光取り出し効率を大きくするためには、取り出し光23の中心27と表示面12の法線25とのなす角度26をできるだけ小さくする必要がある。光反射面7において、光反射面7に入射する光32の中心34が表示面12の法線25方向と一致するとき、取り出し光23は表示面12の法線25を中心に反射され、光取り出し効率を最も大きくすることができる。

20

【 0 0 8 7 】

光反射面7において、光反射面7に入射する光32の中心34が表示面12の法線25方向と一致するとき、角度 ϕ_1 は光反射面7の法線29によって1/2に分割される。また、光反射面7の法線29と表示面12の法線25がなす角度 ϕ_2 と、光抽出面6と光反射面7とがなす角度 θ_1 は等しい。よって、 ϕ_1 、 ϕ_1 及び ϕ_2 の間には、

30

【 数 1 2 】

$$\theta_1 = \phi_2 = \frac{1}{2} \phi_1 = 45^\circ - \frac{1}{4} \text{ArcSin}\left(\frac{n_0}{n_1}\right)$$

で示される関係があり、式(1)が導き出される。

【 0 0 8 8 】

このように、上記の式(1)を満たすように光反射面7を設計することにより、光反射面7において、光反射面7に入射する光32の中心34が表示面12の法線25方向と一致し、取り出し光23は表示面12の法線25を中心に反射されることとなり、光取り出し効率を大きくすることができる。

40

【 0 0 8 9 】

例えば、光入射部の屈折率 n_0 が1.0、導光板の屈折率 n_1 が1.5、光抽出構造体の屈折率 n_2 が1.5であるとき、式(1)により、光抽出面と光反射面とのなす角度 ϕ_1 は約34.5°と算出され、このとき光取り出し効率が最大となる。

【 0 0 9 0 】

このように、式(1)で最適化された光抽出面6と光反射面7の角度を、実測値と比較して検証する。

50

【0091】

図4は、本発明における表示素子の表示光の正規化された照度の強度と、光抽出面6と光反射面7のなす角度との関係を示したグラフである。本実施例1に係る表示素子の実測結果を で示す。図4から分かるように、光抽出面と光反射面の角度が35°であるとき、正規化された照度が極大となっていることが分かる。よって、式(1)によって得られた値とよく合致しており、式(1)が本発明の表示素子における光抽出面と光反射面の設計に有効であることが分かる。

【0092】

(実施例2)

図3は、本発明の実施例2に係る表示装置の要部拡大断面図である。本実施例において、光抽出構造体5の屈折率は、導光板1の屈折率より大きい。図3は表示素子のON状態の断面図を示している。

10

【0093】

光源部15は、上記実施例1と同等に構成されている。拡散光源4から出射された光は、端面3から導光板1に入射して伝搬してゆく。

【0094】

ここで、入射光部19の屈折率を n_0 、導光板1の屈折率を n_1 、光抽出構造体5の屈折率を n_2 とする。本実施例では、光抽出構造体5の屈折率は導光板1の屈折率よりも大きいので、 $n_1 < n_2$ の関係が成り立つ。前記実施例1と同様、表示面12における光取り出し効率を大きくするために、光抽出構造体5の光抽出面6と光反射面7とのなす角度 θ_2 を最適化すると、角度 θ_2 は次の式(2)で与えられる。

20

【0095】

【数13】

$$\theta_2 = \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_1}{n_2} \text{Sin} \left(90^\circ - \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \right) \quad \dots(2)$$

【0096】

上記の式(2)について説明する。光抽出面6に入射する光は、光抽出面6の法線38に対して次式(7)で表される角度 ψ_3 の角度範囲35で入射する。

30

【0097】

【数14】

$$90^\circ - \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \leq \psi_3 \leq 90^\circ \quad \dots(7)$$

40

【0098】

式(7)で表される角度範囲35で光抽出面6に入射する光36の中心37と光抽出面6の法線38とがなす角度 ψ_3 は次式(8)で表される。

【0099】

【数15】

$$\phi_3 = 90^\circ - \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \quad \dots(8)$$

【 0 1 0 0 】

本実施例 2 において、導光板 1 の屈折率 n_1 と光抽出構造体 5 の屈折率 n_2 は異なるので、光抽出面 6 に入射する光 3 6 は、光抽出面 6 で屈折して光抽出構造体 5 に入射する。光抽出構造体 5 に入射した光 3 9 は、角度範囲 4 1 を有している。入射した光 3 9 の中心 4 0 と光抽出面 6 の法線 3 8 とがなす角度 ϕ_4 は、スネルの式を考慮すると次式 (9) で表される。

【 0 1 0 1 】

【 数 1 6 】

$$\phi_4 = \text{ArcSin} \left(\frac{n_1}{n_2} \text{Sin} \left(90^\circ - \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \right) \quad \dots(9)$$

20

【 0 1 0 2 】

光取り出し効率を大きくするためには、取り出し光 2 3 の中心 2 7 と表示面 1 2 の法線 2 5 のなす角度をできるだけ小さくする必要がある。光反射面 7 において、光反射面 7 に入射する光 4 7 の中心 4 3 が表示面 1 2 の法線 2 5 方向へ反射されるとき、取り出し光 2 3 は表示面 1 2 の法線 2 5 を中心に反射され、光取り出し効率を大きくすることができる。

【 0 1 0 3 】

光反射面 7 において、光反射面 7 に入射する光 4 7 の中心 4 3 が表示面 1 2 の法線 2 5 方向と一致するとき、角度 ϕ_4 は光反射面 7 の法線 2 9 によって 1 / 2 に分割される。また、光反射面 7 の法線 2 9 と表示面 1 2 の法線 2 5 がなす角度 ϕ_5 と、光抽出面 6 と光反射面 7 とがなす角度 θ_2 は等しい。よって、 ϕ_2 、 ϕ_4 及び ϕ_5 の間には、

30

【 数 1 7 】

$$\theta_2 = \phi_5 = \frac{1}{2} \phi_4 = \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_1}{n_2} \text{Sin} \left(90^\circ - \frac{1}{2} \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \right)$$

で示される関係があり、式 (2) が導き出される。

【 0 1 0 4 】

このように、式 (2) を満たすように光反射面 7 を設計することにより、光反射面 7 において、光反射面 7 に入射する光 4 7 の中心 4 3 が表示面 1 2 の法線 2 5 方向と一致し、取り出し光 2 3 は表示面 1 2 の法線 2 5 を中心に反射されることとなり、光取り出し効率を大きくすることができる。

【 0 1 0 5 】

例えば、光入射部の屈折率が 1、導光板の屈折率が 1.5、光抽出構造体の屈折率が 1.7 であるとき、式 (2) により、光抽出面と光反射面の角度 ϕ_2 は約 27.8° と算出され、このとき光取り出し効率が最大となる。

【 0 1 0 6 】

このように、式 (2) で最適化された光抽出面 6 と光反射面 7 の角度を、実測値と比較して検証する。図 4 は本発明の表示素子における表示光の正規化された照度の強度と、光抽

50

出面 6 と光反射面 7 の角度の関係を示したものである。本実施例に係る表示素子の実測結果を で示す。図 4 から分かるように、光抽出面と光反射面の角度が 30° であるとき、正規化された照度が極大となっていることが分かる。よって、式 (2) によって得られた値とよく合致しており、式 (2) が本発明の表示素子における光抽出面と光反射面の設計に有効であることが分かる。

【0107】**(実施例 3)**

本実施例において、前記光抽出構造体の配置及び形状について説明する。本実施例の表示素子の基本的な構造は、前記実施例 1 又は実施例 2 で説明した表示素子を同様である。従って、以下、実施例 3 について前記各実施例と異なる構成について説明する。

10

【0108】

図 1 に示す光抽出構造体 5、光抽出構造支持体 13 及び変位素子 14 の積層体 (光取り出し素子) を 1 つの画素として考えると、光取り出し素子を 1 次元的又は 2 次元的に回路基板 16 上に複数配置することにより、様々な情報の表示が可能となる。

【0109】

光取り出し素子を 1 次元的に配置すれば、変化量を表示するメータ等に用いることができ、また 2 次元的に配置すれば画像を表示が可能になり、画像表示装置として用いることができる。また、表示素子の光取り出し効率を大きくするには、光反射面をできるだけ大きくすることが好ましい。

【0110】

図 5 は、全反射面 2 に配置された光抽出構造体 6 の俯瞰図である。本実施例において、光抽出構造体 5 は、三角柱状に形成されている。光抽出構造体 5 の光抽出面 6 は四辺形側面であるため、導光板 1 に対して光抽出構造体 5 を無駄な隙間がないように敷き詰めることが可能である。また、光抽出構造体 5 を適切な三角柱状構造物に形成することで光反射面 7 を大きくすることができる。これにより、表示素子の表示可能な情報量を大きくすることができるとともに、表示素子の光取り出し効率を大きくすることができる。また、本実施例において、前記光抽出構造体 5 は、その三角形の底面 48 が導光板 1 の端面 3 と垂直な関係になるように設置されており、光取り出し効率を大きくすることができる。

20

【0111】**(実施例 4)**

図 6 は、実施例 4 に係る表示素子の要部拡大断面図である。本実施例の表示素子の基本的な構造は、前記実施例 1 乃至実施例 3 で説明した表示素子を同様である。従って、以下、実施例 4 について前記各実施例と異なる構成について説明する。

30

【0112】

本実施例において、光抽出構造体 5 は三角柱状構造物に形成されており、3 つの四辺形側面のうち、1 つの側面が前記光抽出面 6 であり、他の 2 つの側面が光反射面 7、7 となるように形成されている。本実施例に係る表示素子は、光反射面 7、7 を 2 つ設けることにより、一の光反射面 7 で導光板 1 の端面 3 方向からの透過光 11 を反射し、他の光反射面 7 で導光板 1 の対向反射面 9 方向からの透過光 11 を反射することが可能となる。光反射面を 2 つ設けることにより、光源部 15 の核酸光源 4 及び反射部材 8 から導光板

40

【0113】**(実施例 5)**

図 7 は、実施例 5 に係る表示素子の要部拡大断面図である。本実施例の表示素子の基本的な構造は、前記実施例 1 乃至実施例 3 で説明した表示素子を同様である。従って、以下、実施例 4 について前記各実施例と異なる構成について説明する。

【0114】

本実施例に係る表示素子は、表示面 12 に近接して設けられ、前記表示面 12 から出射した光を光学的に変換する少なくとも 1 つの光学的機能を有する光変換層 44 を備える。

【0115】

50

光変換層 44 を備えることにより、表示面 12 から出射した表示光 17 を光学的に変換することが可能となるので、表示素子の使用用途に応じて表示光 17 を様々に変換することが可能となる。また、1つの光変換層に複数の光学的変換機能を持たせたり、光変換層にある光学的変換機能を持った複数の層を積層させた積層体を用いたりすることで、複数の光学的変換機能の組み合わせることができる。これにより、表示面から出射した表示光を様々に変換することが可能である。また、表示光の利用効率を著しく低下させないために、前記光変換層 44 は光を光学的に変換する際には光の著しい減衰を生じさせないことが望ましい。

【0116】

本実施例に係る光変換層 44 は、光を散乱する機能を有する。導光板 1 の表示面 12 から出射した表示光 17 は、前記光変換層 44 で散乱されて多方向へ放射する拡散光となる。これにより、視野角の広い表示素子を得ることができる。光を散乱する機能を持った光変換層 44 としては、磨りガラスのように透明物質の表面を荒らしたものの、透明物質にアルミニウム、銀、鉄等の反射体の微粒子を混入したものの、あるいはマイクロレンズアレイ等を用いることができる。

10

【0117】

(実施例 6)

図 8 は、実施例 6 に係る表示素子の要部拡大断面図である。本実施例の表示素子の基本的な構造は、前記実施例 1 乃至実施例 3 で説明した表示素子を同様である。従って、以下、実施例 5 について前記各実施例と異なる構成について説明する。

20

【0118】

本実施例に係る表示素子は、波長選択機能を有する光変換層 44 を備える。ここで、波長選択機能とは、白色光など種々の波長を有する光から特定の波長を有する光のみを選択的に透過させる機能をいう。本実施例に係る光変換層 44 は、3種類のカラーフィルター 44 から構成されている。拡散光源 4 には、冷陰極管、熱陰極管又は白色発光ダイオード等の白色光源が使用される。該カラーフィルター 44 は、それぞれレッド、グリーン及びブルーの光の 3 原色に対し波長選択機能を備えており、これらのカラーフィルター 44 を透過した表示光 17 は、透過したカラーフィルターの選択波長に応じて着色される。本実施例に係る表示素子は、上記 3 色の表示光 17 の組み合わせを变化させることによりフルカラー表示を行うことができる。また、画素 49 と画素 49 の間にはブラックマトリックス 45 を設けることが好ましい。ブラックマトリックス 45 を設けることにより、表示光 17 は画素 49 のみから出射されるので、表示光 17 のコントラストを向上させることができる。

30

【0119】

前記カラーフィルターに変えて透過型ホログラム等を用いることも可能である。透過型ホログラムは、レッド、グリーン及びブルーの光の 3 原色に対し波長選択機能を備えており、これらの透過型ホログラムを透過した表示素子 17 は、透過した透過型ホログラムの選択波長に応じて着色される。本実施例に係る表示素子は、上記 3 色の表示光 17 の組み合わせを变化させることによりフルカラー表示を行うことができる。

40

【0120】

本実施例において、前記波長選択機能を有する光変換層 44 に光を散乱する機能を付加させたり、該光変換層 44 に光を散乱する機能を持った他の光変換層を積層したりすることも可能である。これにより、視野角の広いフルカラー表示素子を得ることができる。

【0121】

(実施例 7)

図 9 は、実施例 7 に係る表示素子の要部拡大断面図である。本実施例の表示素子の基本的な構造は、前記実施例 1 乃至実施例 3 で説明した表示素子を同様である。従って、以下、実施例 7 について前記各実施例と異なる構成について説明する。

【0122】

本実施例は、OFF 状態において、透過光 11 の光変換層 44 への漏出を低減する。即

50

ち、導光板 1 の屈折率が前記光変換層の屈折率より大きく、導光板 1 と光変換層 4 4 とが密着して積層されている場合、表示素子が OFF 状態であるにもかかわらず、表示面 1 2 に入射する光の一部が光変換層 4 4 へ漏出してしまおうそれがあつた。本実施例は、導光板 1 の表示面 1 2 と光変換層 4 4 の間に低屈折率層 4 6 を介在させ、該低屈折率層の屈折率を最適化することにより、OFF 状態における透過光 1 1 の漏出を防止する。

【0123】

実施例 7 において、導光板 1、低屈折率層 4 6 及び光変換層 4 4 は、互いに密着した状態で積層されている。この場合、光入射部 1 9 の屈折率を n_0 、導光板 1 の屈折率を n_1 とすると、低屈折率層 4 6 は式 (3) で与えられる屈折率 n_3 であることが最適である。

【0124】

【数 18】

$$n_3 = n_1 \cos \left(\text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \quad \dots (3)$$

【0125】

式 (3) について図 9 を用いて説明する。前述のように、透過光 1 1 は導光板 1 の端面 3 の法線 2 0 に対して、式 (4) で示される半角 φ_1 の角度範囲 2 2 を持つ。

【0126】

【数 19】

$$0 \leq \varphi_1 \leq \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \quad \dots (4)$$

【0127】

この角度範囲 2 2 を持った透過光 1 1 のすべてが導光板 1 と低屈折率層 4 6 の界面、すなわち表示面 1 2 で全反射条件を満たすために、低屈折率層の屈折率 n_3 は光の全反射条件から次式の式 (10) となる。

【0128】

【数 20】

$$n_3 = n_1 \sin \left(90^\circ - \text{ArcSin} \left(\frac{n_0}{n_1} \right) \right) \quad \dots (10)$$

【0129】

よって、式 (3) が得られる。表示面 1 2 と光変換層 4 4 の間に上記条件を満たす低屈折率層 4 6 を設けることにより、導光板 1 と低屈折率層 4 6 の界面において透過光 1 1 の全反射条件が保たれる。

【0130】

従来は、光変換層の屈折率が導光板の屈折率より大きい場合、表示素子が OFF 状態における光の漏出を防止するため、導光板と光変換層を密着させて積層することができなかつた。そのため、表示素子の厚みが厚くなる原因となつていた。

【0131】

本実施例に係る表示素子は、導光板 1 の表示面 1 2 と光変換層 4 4 との間に前記低屈折

10

20

30

40

50

率層 4 6 を介在させることにより、導光板 1 と光変換層 4 4 とを低屈折率層 4 6 を介して密着させて積層することができる。これにより、表示素子の厚みを薄くすることが可能となる。低屈折率層 4 6 としては、ポラスシリカ等の透明材料の薄膜が好ましい。

【 0 1 3 2 】

なお、これまでに述べた表示素子は、本発明における表示素子の一例を示したものであり、本発明は実施の形態に示したいくつかの実施例や図面で示した大きさ、角度等に限定されるものではない。

【 0 1 3 3 】

【発明の効果】

本発明に係る表示素子は、光抽出構造体の光抽出面と光抽出面の角度や光取り出しの形状を最適化することにより、光取り出し効率を向上させることができ、明るい表示素子を得ることができる。また、本発明に係る表示素子は、表示面の近傍に光変換層を設けることにより、使用用途に合わせて表示光を任意に変換することができ、様々な表示を行うことが可能な表示素子を得ることができる。

【 0 1 3 4 】

更に、本発明に係る表示素子は、小型で安価な拡散光源を用いるため、表示素子全体を小型することができ、また安価に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明における表示素子の要部拡大断面図である。

【図 2】実施例 1 に係る表示素子の要部拡大断面図である。

【図 3】実施例 2 に係る表示素子の要部拡大断面図である。

【図 4】本発明における表示素子の表示光の正規化された光束の強度と、光抽出面と光反射面の角度の関係を示したグラフである。

【図 5】実施例 3 に係る表示素子の導光板と光抽出構造体の関係を示した俯瞰図である。

【図 6】実施例 4 に係る表示素子の要部拡大断面図である。

【図 7】実施例 5 に係る表示素子の要部拡大断面図である。

【図 8】実施例 6 に係る表示素子の要部拡大断面図である。

【図 9】実施例 7 に係る表示素子の要部拡大断面図である。

【図 10】従来技術に係る表示素子の断面図である。

【図 11】従来技術に係る光スイッチング素子の断面図である。

【符号の説明】

- 1 導光板
- 2 全反射面
- 3 端面
- 4 拡散光源
- 5 光抽出構造体
- 6 光抽出面
- 7 光反射面
- 8 反射部材
- 9 対向反射面
- 1 2 表示面
- 1 3 光抽出構造支持体
- 1 4 変位素子
- 1 6 回路基板

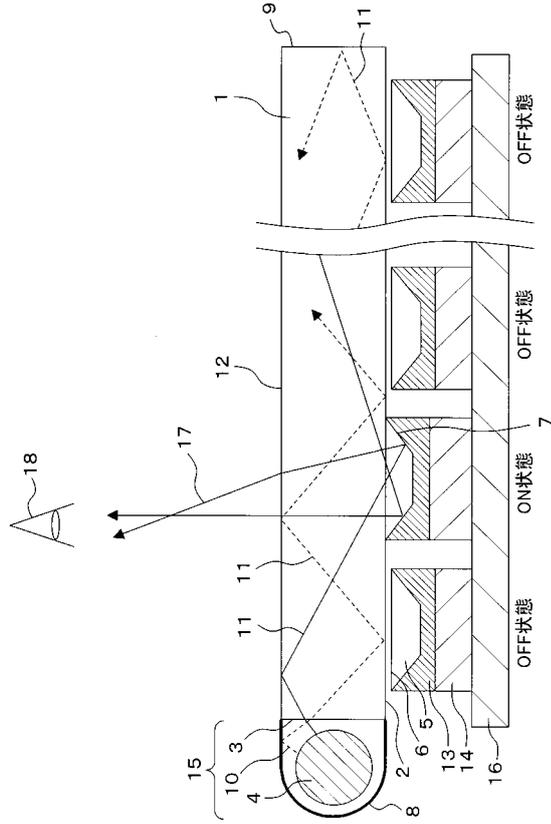
10

20

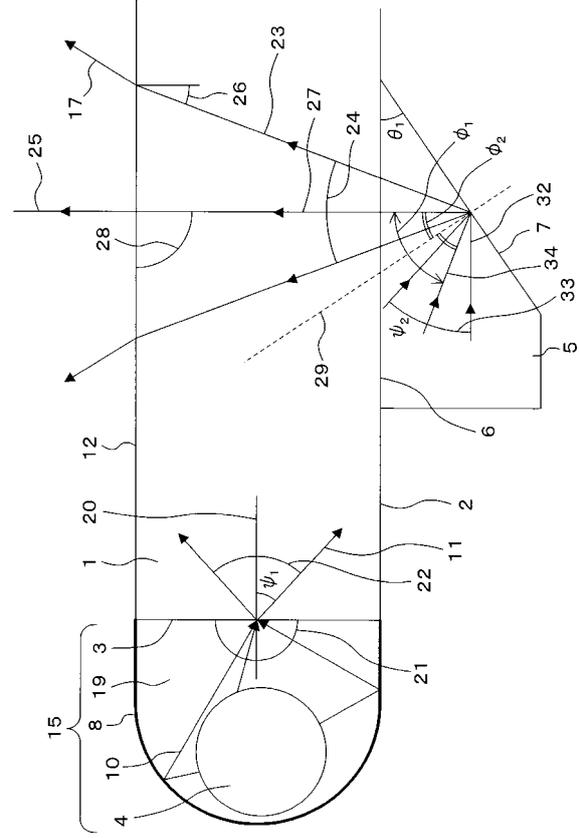
30

40

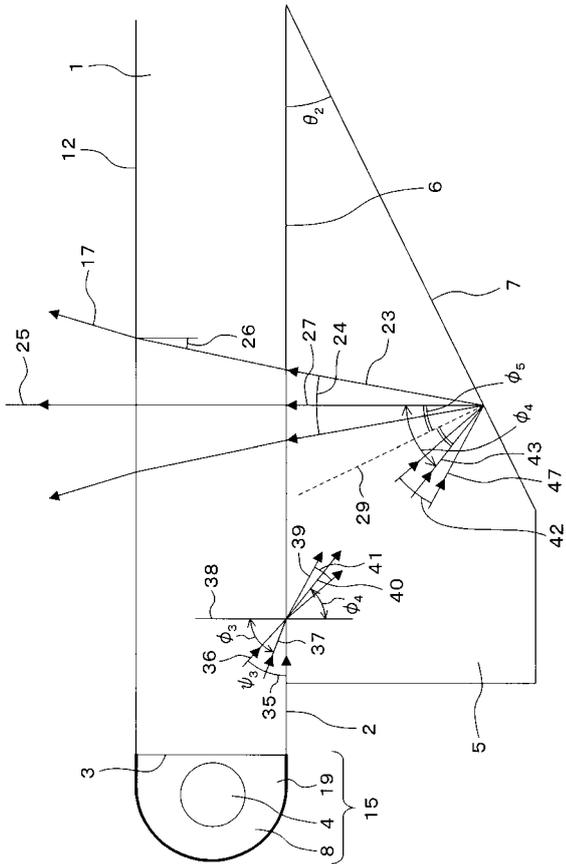
【図 1】



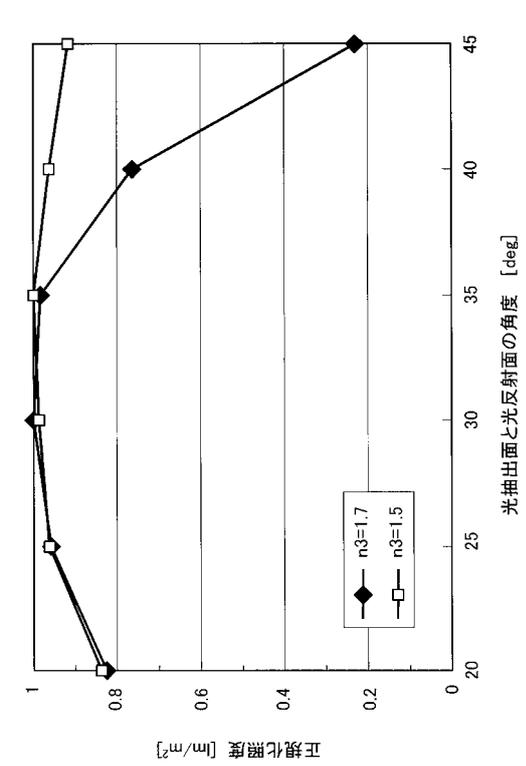
【図 2】



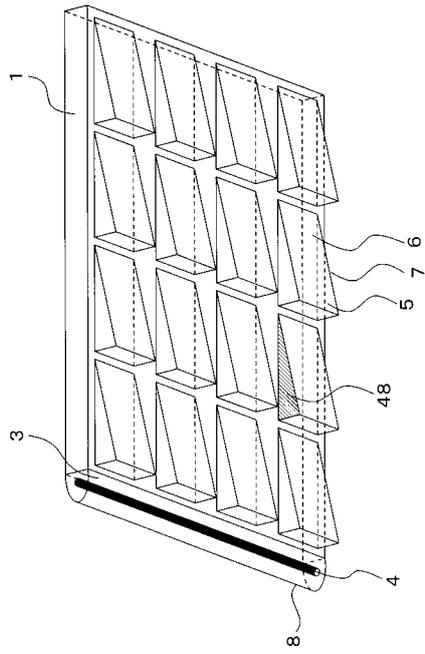
【図 3】



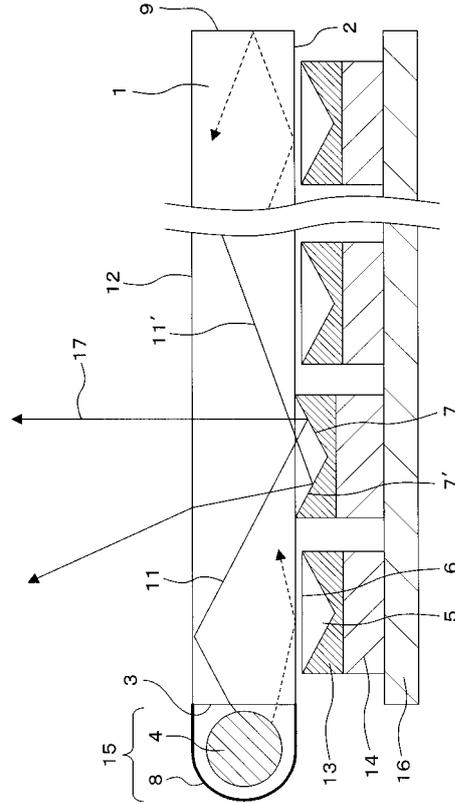
【図 4】



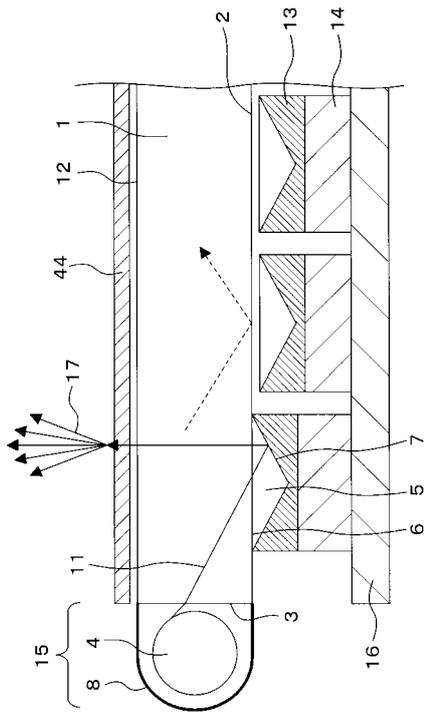
【 図 5 】



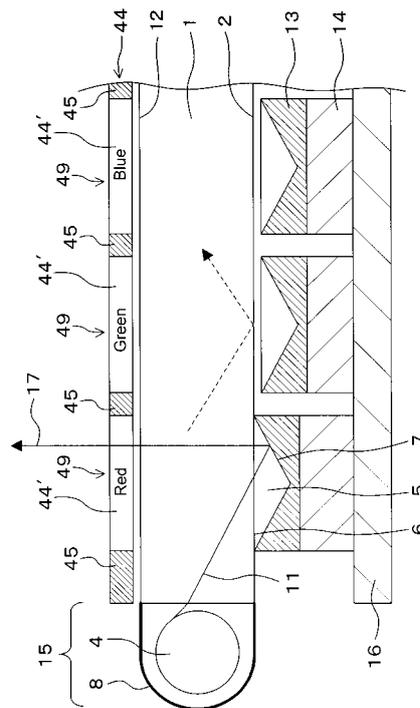
【 図 6 】



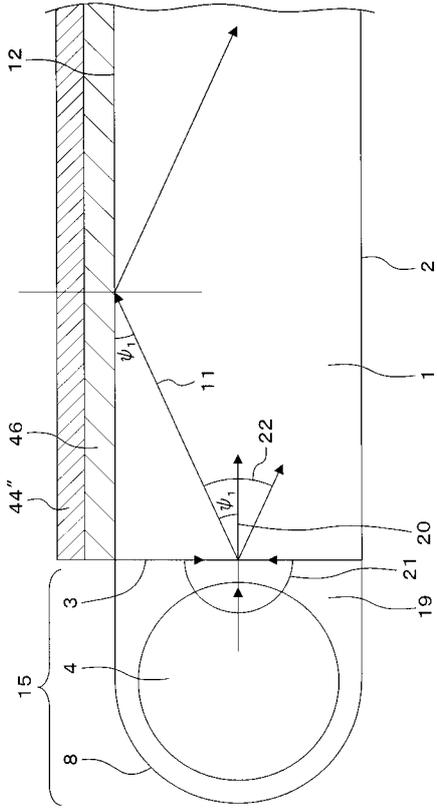
【 図 7 】



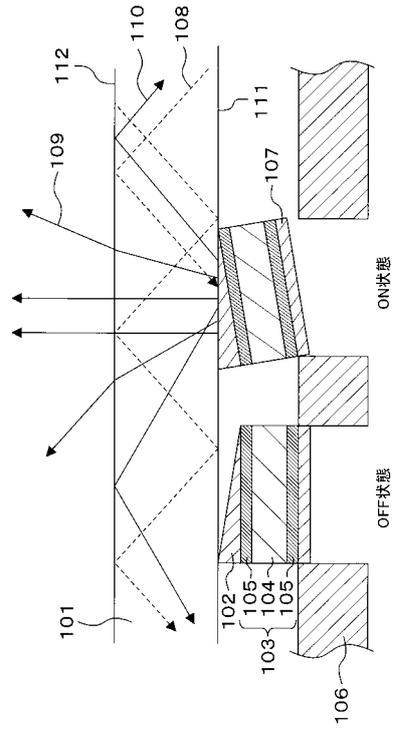
【 図 8 】



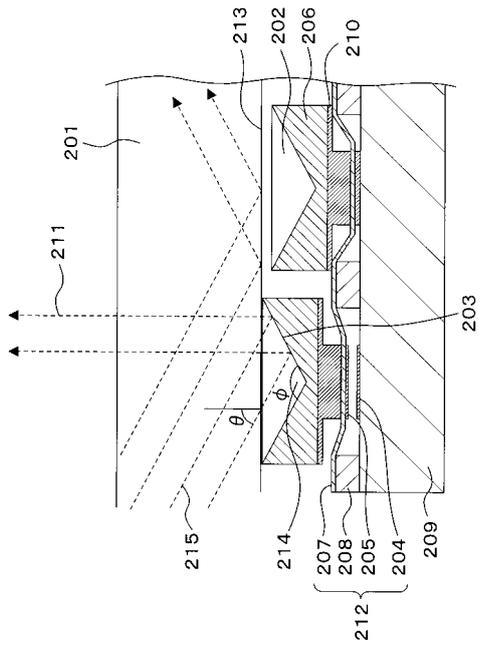
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F 2 1 Y 103:00

F I

F 2 1 Y 103:00

テーマコード(参考)

F ターム(参考) 2H038 AA55 BA06

2H041 AA16 AB40 AC06 AZ01

2H091 FA23Z FA41Z LA17

5C094 AA08 AA10 AA15 AA44 AA45 AA48 BA32 BA41 BA66 BA84

BA87 BA95 CA19 DA12 ED01 ED11 FA01 FA02 JA09 JA13