

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5161934号
(P5161934)

(45) 発行日 平成25年3月13日 (2013. 3. 13)

(24) 登録日 平成24年12月21日 (2012. 12. 21)

(51) Int. Cl.

F I

G O 9 F 9/30 (2006. 01) G O 9 F 9/30 3 6 1

F 2 1 V 8/00 (2006. 01) F 2 1 V 8/00 3 1 0

G O 2 B 6/00 (2006. 01) G O 2 B 6/00 3 3 1

F 2 1 Y 101/02 (2006. 01) F 2 1 Y 101:02

請求項の数 6 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-174285 (P2010-174285)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成22年8月3日 (2010. 8. 3)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2012-32738 (P2012-32738A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成24年2月16日 (2012. 2. 16)	(74) 代理人	100149803
審査請求日	平成23年9月16日 (2011. 9. 16)		弁理士 藤原 康高
		(72) 発明者	日置 毅
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	中井 豊
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		審査官	小野 博之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示素子および表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、
前記光源に近く前記光源の光が照射される一端、前記光源から遠い他端、及び前記一端側から前記他端側へ延在する側面部分を有し、前記一端側から前記他端部分側へ前記側面部分で全反射させながら往路光を導き、前記往路光を前記他端部分側から前記一端側へ前記側面部分で全反射させながら復路光を導く導光体と、
前記導光体の側面に設けられ、前記導光体内の光を取り出す光取り出し部と、
を備え、
前記他端部分は、前記光源から遠いほど前記側面部分の延在方向に垂直な断面積が小さい第1円錐台部分を有し、前記往路光が前記側面部分で全反射される際の入射角よりも、前記復路光が前記側面部分で全反射される際の入射角を小さくするように往路光の進路を変更する表示素子。

【請求項 2】

前記他端部分は、前記第1円錐台部分よりも前記光源側に円柱部分を有する請求項1に記載の表示素子。

【請求項 3】

前記他端部分は、前記円柱部分よりも前記光源側に第2円錐台部分を有し、前記第2円錐台部分は、前記光源から遠いほど前記側面部分の延在方向に垂直な断面積が大きい請求項2に記載の表示素子。

【請求項 4】

前記他端部分の界面は全反射面または正反射面である請求項 3 に記載の表示素子。

【請求項 5】

前記第 1 円錐台部分の一母線上における前記光源に近い一地点と、前記延在方向に垂直な前記側面部分の断面の中心を通り前記延在方向に平行な軸との距離は、前記一母線上における前記光源から遠い他地点と前記軸との距離よりも長い請求項 1 に記載の表示素子。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の表示素子を複数有し、
複数の前記表示素子は延在方向を平行にして並べられている表示装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、表示素子および表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、表示装置としては、表示面に対して奥行きが少ない F P D (Flat Panel Display) が広く用いられている。F P D はその表示原理により、L C D (Liquid Crystal Display)、P D P (Plasma Display Panel)、O L E D (Organic Light Emitting Display)、F E D (Field Emission Display) などに区分されており、これらは、屋外広告モニタや薄型テレビから携帯電話や携帯音楽機器等に用いられる。F P D の画面サイズについては、それぞれの使用環境に応じて幅広く使い分けられている。しかしながら、これらの表示装置は、ガラス基板などの支持基板を用いて製造されているため、その画面サイズは、製造される支持基板の大きさにより制限されることになる。

20

【0003】

そこで、導光体を構成要素とする表示素子を複数並べて、表示面を形成する表示装置の検討が進められている。この表示装置は、導光体の他に光源と、導光対側面に設けられ、導光体内の光を外部に放出させる複数の光取出部とを有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

30

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 2 2 7 3 2 4

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

発明が解決しようとする課題は、導光体を用いた表示素子において、光取り出し効率を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一実施形態による表示素子は、光源と、

前記光源に近く前記光源の光が照射される一端、前記光源から遠い他端、及び前記一端側から前記他端側へ延在する側面部分を有し、前記一端側から前記他端部分側へ前記側面部分で全反射させながら往路光を導き、前記往路光を前記他端部分側から前記一端側へ前記側面部分で全反射させながら復路光を導く導光体と、前記導光体の側面に設けられ、前記導光体内の光を取り出す光取り出し部と、を備え、前記他端部分は、前記光源から遠いほど前記側面部分の延在方向に垂直な断面積が小さい第 1 円錐台部分を有し、前記往路光が前記側面部分で全反射される際の入射角よりも、前記復路光が前記側面部分で全反射される際の入射角を小さくするように往路光の進路を変更する。

40

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】第 1 の実施形態に係る表示装置を示す平面図。

50

【図 2】第 1 の実施形態に係る表示素子の導光体延在方向の断面を示す図。
 【図 3】第 1 の実施形態に係る表示素子の導光体延在方向に垂直な断面を示す図。
 【図 4】第 1 の実施形態に係る表示素子の一端面における光の経路の一例を示す図。
 【図 5】第 1 の実施形態に係る導光体側面で全反射する光の経路の一例を示す図。
 【図 6】第 1 の実施形態に係る導光体側面で屈折する光の経路の一例を示す図。
 【図 7】第 1 の実施形態に係る導光体内を進行する光の経路の一例を示す図。
 【図 8】第 1 の実施形態に係る導光体の他端部分を示す断面図。
 【図 9】第 1 の実施形態に係る導光体を導波される光の経路の一例を示す図。
 【図 10】第 1 の実施形態に係る表示素子において、シミュレーションにおける受光素子配置の一例を示す図。

10

【図 11】第 1 の実施形態に係るシミュレーションに用いた光源の出射光強度と出射角度の関係を示す図。

【図 12】第 1 の実施形態に係る導光体への入射した光の強度と入射角の関係を示す図。

【図 13】第 1 の実施形態に係る光強度の角度依存性の結果を示す図。

【図 14】比較例に係る導光体の他端部分を示す断面図。

【図 15】比較例に係る導光体を導波される光の経路の一例を示す図。

【図 16】比較例に係る光強度の角度依存性の結果を示す図。

【図 17】第 2 の実施形態に係る表示素子の断面図。

【図 18】第 2 の実施形態に係る導光体の他端部分における光の経路の一例を示す図。

【図 19】第 2 の実施形態に係る導光体の他端部分における別なる光の経路の一例を示す図。

20

【図 20】第 2 の実施形態に係る光強度の角度依存性の結果を示す図。

【図 21】比較例に係る光強度の角度依存性の結果を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

(第 1 の実施形態)

以下に第 1 の実施形態である、表示装置について説明する。

【0009】

図 1 は、導光体を含む表示素子を複数並べて形成した表示装置の平面図である。表示装置は、並列された複数の表示素子 100 と、駆動回路 5 とを備えている。1 つの表示素子 100 は、駆動回路 5 に接続された光源 11、光源 11 に中空の導光管 3 を介して連結された柱状の導光体 1、導光体 1 の一側面と対向し、駆動回路 5 に接続された回路基板 6、及び回路基板 6 の導光体 1 に対向する一主面に設けられた複数の光取り出し部 2 を有する。光取り出し部 2 と回路基板 6 は導光体 1 の裏面に設けられている。導光体 1 は、延在方向に垂直な断面の形状が円、四角、楕円など、さまざまな形状を採用することが可能である。本実施形態においては、断面が円形の導光体 1 を用いることとする。

30

【0010】

図 2 は導光体 1 の延在方向に平行な表示素子 100 の断面構成を示している。この断面は、導光体 1 の側面部分 1a の延在方向に平行な中心線、すなわち、延在方向に垂直な断面の中心を通る線である軸 A を含む断面である。

40

【0011】

導光体 1 の光源 11 側の端面は、導光体 1 の延在方向に垂直な面に対して傾斜しており、導光体 1 の側面と角度 θ をなす。導光体 1 の側面を導光管 3 で覆うことで、光源 11 から放射される光を、より効率良く導光体 1 に入射させることができる。

【0012】

導光体 1 の一端から光が進入すると、光は導光体 1 の側面部分 1a で全反射を繰り返しつつ、一端と他端部分 1e との間を往復する。導光体 1 内を一端から他端部分 1e へ導かれる光を往路光とする。導光体 1 の他端部分 1e から一端へ導かれる光を復路光とする。往路光が導光体 1 側面部分 1a で全反射される際の入射角よりも、復路光が導光体 1 側面部分 1a で全反射される際の入射角の方が小さくなるように、導光体 1 の他端部分 1e は光の

50

進行方向を変更させる。

【 0 0 1 3 】

光源 1 1 としては、例えば、指向性を持つ発光ダイオード (L E D) を用いる。導光管 3 については、例えば内部が鏡面研磨されたアルミニウムを用いる。導光体 1 については、光源 1 1 が出射する光の波長域で透過性に優れた材料であり、例えば、ポリメタクリル酸メチル (P M M A) からなるアクリル樹脂で構成する。ここでアクリル樹脂は屈折率が約 1 . 5 程度である。

【 0 0 1 4 】

たとえば、光源 1 1 が M 個、 1 つの導光体 1 当たり光取り出し部 2 が N 個設けられていることとすると、表示装置は M × N 画素の画像を表示することができる。駆動回路 5 は、複数の光源 1 1 のうちの一部または全部の光源 1 1 を選択し、選択した光源 1 1 から光を出射させる。光源 1 1 が出射した光は導光体 1 の光源 1 1 側の一端から導光体 1 内に入射し、導光体 1 側面で全反射しながら光源 1 1 から遠い他端側に向かって進行する。

10

【 0 0 1 5 】

また、 1 つの導光体 1 に対向して設けられた N 個の光取り出し部 2 を 1 ラインとする。駆動回路 5 は、 M 本のラインのうち 1 のラインを選択し、そのラインに設けられた光取り出し部 2 に回路基板 6 を介して電気信号を供給し、それぞれの光取り出し部 2 の光取り出し状態と非取り出し状態を切り替える。光取り出し部 2 が光取り出し状態になったとき、その光取り出し部 2 と対向する導光体 1 に接続された光源 1 1 から光が出射されている場合には、その光取り出し部 2 から光が取り出される。同様にして、駆動回路 5 は、第 1 ラインから第 M ラインまで各ラインを順次切り替えて走査し、画像を表示する。

20

【 0 0 1 6 】

例えば図 2 に示す 4 つの光取り出し部 2 のうち、左から 2 番目の光取り出し部 2 は光取り出し状態にあり、他の光取り出し部 2 は非光取り出し状態にある。電気信号が供給された光取り出し部 2 は高さを増し、上面が導光体 1 に接触する。光取り出し部 2 の動作の詳細を、図 3 を使って説明する。

【 0 0 1 7 】

導光体 1 の他端部分 1 e は、 2 つの円錐台部分 (第 1 円錐台部分、第 2 円錐台部分) と、 2 つの円錐台部分に挟まれた円柱部分から構成される。すなわち、他端部分 1 e のうち、光源 1 1 から遠い方から、第 1 円錐台部分、円柱部分、第 2 円錐台部分の順に並べられている。導光体 1 の他端部分 1 e の断面は、 7 つの辺 (m 、 n 、 o 、 p 、 q 、 r 、 s) から構成されているが、第 1 円錐台部分は、辺 o 、辺 q を母線とする側面と、辺 p を有する円形の底面とを有する。円柱部分は、辺 n 、辺 r を母線とする側面を有する。第 2 円錐台部分は、辺 m 、辺 s を母線とする側面を有し、導光体 1 の側面部分 1 a に接続されている。

30

【 0 0 1 8 】

他端部分 1 e の第 1 円錐台部分の側面の母線 o 、 q は、導光体 1 の軸 A に対して傾斜しており、光源 1 1 から遠い側の方が軸 A に近い。この曲面上の光源 1 1 からの距離が異なる任意の 2 地点 (x 、 y) について、導光体 1 の軸 A からの距離を比較すると、光源 1 1 に近い方の地点 x と導光体 1 と軸 A との距離は、光源 1 1 から遠い方の地点 y と導光体 1 の軸 A との距離より長い。

40

【 0 0 1 9 】

また、地点 x を通り軸 A に垂直な断面のほうが、地点 y を通り軸 A に垂直断面よりも面積が広い。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、導光体 1 の延在方向に垂直な方向についての、光取り出し部 2 の断面を示す図である。図 3 (a) は光取り出し部 2 が非光取り出し状態の場合を示し、図 3 (b) は光取り出し状態の場合を示す。光取り出し部 2 は光取り出し層 2 1 と、変位素子 2 2 と、スペーサ 2 3 とから構成される。変位素子 2 2 は例えば印加される電圧に応じて体積変化を生じる部材である。回路基板 6 上には変位素子 2 2 と光取り出し層 2 1 が積層され、変位素子 2 2 と光取り出し層 2 1 を挟むようにして、これらの両端にスペーサ 2 3 が設けられ

50

ている。スペーサ 23 は、変位素子 22 と光取り出し層 21 の厚さの和よりも高く設けられている。2つのスペーサ 23 上に導光体 1 が設けられている。

【0021】

駆動回路 5 の電気信号は、回路基板 6 を介して変位素子 22 に供給され、変位素子 22 に電界を生じさせる。変位素子 22 の材料としては例えば強誘電体材料であるチタン酸ジルコン酸鉛を用いる。光取り出し層 21 としては、導光体 1 よりも屈折率が高い材料を用い、例えば、屈折率 1.53 程度のポリエチレン樹脂フィルムに屈折率 2 程度の酸化チタン粒子を分散させたものを用いる。光取り出し層 21 には、変位素子 22 と接する面に 100 nm 程度の厚さのアルミニウムが反射面として形成されている。

【0022】

駆動回路 5 から光取り出し部 2 に電気信号が供給されていない状態においては、図 3 (a) に示すように、光取り出し層 21 と導光体 1 側面との間には間隙がある。このため、光取り出し素子層 21 が接しない導光体 1 の側面は大気で覆われている。

【0023】

駆動回路 5 から光取り出し部 2 に電気信号が供給されると、図 3 (b) に示すように変位素子 22 の厚さが増加し、光取り出し層 21 が持ち上げられて導光体 1 の側面に接する。したがって、導光体 1 の側面に、大気とは異なる屈折率を有する光取出層 21 が、局所的に存在することになる。ここで、図 3 (b) の矢印は取り出される光の経路を示す。導波光を導光体 1 外に取り出すことの詳細について、以下に示す。

【0024】

図 4 は、図 2 の表示素子の導光体 1 の光源 1 側の端面を示す断面拡大図である。導光体 1 の光源 1 側の端面は角度 θ_1 で傾斜しているので、ここで例えば導光体 1 の延在方向に平行な光がこの端面に照射されると、破線で示すように、光はこの一端面で屈折して導光体 1 内に進入し、導光体 1 側面、すなわち、屈折率差を有する導光体 1 と大気との界面において、角度 θ_2 で入射する。角度 θ_1 が臨界角よりも大きな角度で入射する場合には、導光体 1 側面において導光体内を、全反射条件を満たしながら導波することになる。ここで、導光体 1 の屈折率を n_1 、導光体 1 と界面を形成するもの (大気) の屈折率を n_2 とすると、全反射を生じるための臨界角 θ_c は、一般に数 1 で表される。

【数 1】

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \frac{\pi}{2}$$

【0025】

本実施形態では、 $n_1 = \text{約 } 1.5$ 、 $n_2 = \text{約 } 1$ であるため、 θ_c は約 41.8° 程度と算出することができる。

【0026】

図 5 は、導光体 1 の側面に入射する光が全反射を生じる場合の光の経路の一例を示し、図 6 は、導光体 1 の側面に入射する光が屈折する場合の光の経路の一例を示す模式図である。図に 5 示すように、導光体 1 の側面への入射角 θ_2 が臨界角より大きい ($\theta_2 > \theta_c$) 場合には、全反射条件を満たすため、導光体 1 と大気の界面において全反射を生じる。これに対して、図に 6 示すように入射角 θ_2 臨界角未満 ($\theta_2 < \theta_c$) 場合には、光は屈折し界面から大気へ光が放出される。

【0027】

なお、本実施形態においては、導光体 1 の光源 1 側の一端面から入射し他端部分 1e 側に導波される光を往路光と呼び、他端部分 1e で反射されて、光源 1 側の一端面に向けて導波される光を復路光と呼ぶこととする。

【0028】

図 7 の導光体 1 内に示す破線は往路光の経路の一例を模式的に示したものである。実線は、復路光の経路の一例を示したものである。光取り出し部 2 に電気信号が供給され光取り出し状態になった場合には、上述したように、光取り出し層 21 が導光体 1 側面に接触

10

20

30

40

50

する。このとき、導光体 1 の光取り出し部 2 が接触する部分において光は全反射を生じず、屈折して導光体 1 から出て光取り出し層 2 1 に進入する。

【 0 0 2 9 】

導光体 1 から光取り出し層 2 1 に進入した光は、光取り出し層 2 1 において屈折と反射を繰り返しながら、その進行方向を変化させて、一部の光は、図 7 に示すように導光体 1 外部へ取り出されることになる。このように、駆動回路 5 によって選択された光取り出し部 2 は、接触部分において導光体 1 内を導波する導波光の全反射条件を局所的に崩すことにより外部に光を取り出すことが可能である。

【 0 0 3 0 】

表示素子 1 0 0 から取り出される光は、導光体 1 内を導波される光のうち、導光体 1 側面の光取り出し層 2 1 が接触する部分に入射した光のみである。光源 1 1 の指向性により導光体 1 内の導波する光の経路は様々であるため、導光体 1 内へ進入した光の一部は、導光体 1 側面の光取り出し層 2 1 から取り出されることなく、他端部分 1 e まで導波される。

【 0 0 3 1 】

図 8 は導光体 1 の他端部分 1 e における光の経路の一例を示す拡大図である。図 2 と同様に、往路光を破線で示し、復路光を実線で示す。復路光の導光体 1 側面への入射角を 2 とする。他端部分 1 e には、上述したように辺 o、辺 q を有する、光源から遠い地点の方が導光体 1 の軸 A からの距離が近い傾斜した曲面が設けられている。曲面の母線と導光体 1 側面あるいは導光体 1 の軸 A とのなす角を とする。

【 0 0 3 2 】

この曲面は傾斜しているため、この曲面で全反射させた復路光の導光体 1 側面部分 1 a への入射角 1 は復路光の入射角 2 と異なる。すなわち、 $2 = 1 - 2$ であり、復路光の入射角 2 は、往路光の入射角 1 よりも小さい。

【 0 0 3 3 】

図 9 に、導光体 1 内を導波される往路光と復路光の経路の一例を示す。導光体 1 の側面で全反射され、導光体 1 の反対側の側面で全反射され、再び導光体 1 の側面で全反射されるまでの 1 周期の距離を T とする。復路光は、往路光よりも導光体 1 側面への入射角が小さいので、復路光の 1 周期の距離 T 2 は往路光の 1 周期の距離 T 1 よりも短い。従って、往路光の光路長より復路光の光路長を長くすることができる。

【 0 0 3 4 】

従って、1 つの光取り出し部 2 を光取り出し状態とし、光取り出し層 2 1 を導光体 1 側面に接触させる場合には、往路光が光取り出し層 2 1 の接触部分に入射しなかったとしても、復路光がこの光取り出し層 2 1 の接触部分に入射する可能性を高めることができる。すなわち、復路光の 1 周期の距離が往路光よりも短い場合の方が、往路光と同じ場合よりも光取り出し効率を高めることができる。

【 0 0 3 5 】

光取り出し部 2 から取り出した光の強度の角度依存性に関して、光学シミュレーションを行った結果について説明する。図 1 0 は本シミュレーションにあたり設定した、表示素子と受光素子の位置関係を示す図である。図 1 0 において、受光素子の検出方向と導光体側面に垂直な方向との成す角を と設定した。したがって、図 1 0 における角度 が正の領域においては、往路光を主成分とする光の取り出し方向となり、角度 が負の領域においては、復路光を主成分とする光の取り出し方向となる。

【 0 0 3 6 】

また、光源 1 1 については、その波長は 5 2 0 n m がピーク輝度となる波長依存性を有し、その指向性については図 1 1 に示すように設定した。なお、図 1 1 における は、指向性半値角として定義される値であり、その値は 3 0 度とした。さらに、図 1 0 における導光体 1 における光源 1 1 側の端面、すなわち、図 4 における については 3 0 度と設定した。なお、これらの設定においては、導光体 1 内の往路光の全反射角（図 9 における 1 ）の導波光強度依存性について示したものが、図 1 2 である。

【0037】

図13に図10の受光素子における、光学シミュレーションを用いた光強度の角度依存性についての結果を示す。なお、図13において、横軸は図10における角度であり、縦軸は取り出された光強度を相対値で示す。なお、ここで、 θ が正の領域では主として往路光による取り出し光成分を、 θ が負の領域では主として復路光による取り出し光成分を示している。図13に示すように、受光素子30において検出される光の強度は、角度における正領域及び負領域に、それぞれピークをもつ角度依存性があることが確認できる。ここで、図13における光の強度について検討を行うために、比較例として、導光体の他端部分が垂直な場合について以下に示す。

【0038】

10

図14は他端部分201eが導光体201側面に垂直な面である表示素子200を示す図である。他端部分201eの界面は正反射する材料、例えば、蒸着法により形成した膜厚が200nmのアルミニウムで構成されている。導光体201の他端部分201eを除いて、上述のシミュレーションと同じであるので、同じ部分の詳細な説明は省略する。

【0039】

図15は、図14に示す表示素子200において導光体201側面を導波される光を示す模式図である。破線は往路光を示し、実線は復路光を示す。往路光は入射角 θ で導光体201側面に入射し、全反射を繰り返して他端部分201e側に導波される。復路光は、他端部分201eで反射され、再び入射角 θ で全反射を行いながら光源側に導波される。往路光と復路光は、導光体201e側面への入射角が同じであり、それぞれの1周期分の距離は $T/3$ である。本比較例においては、往路光と復路光の光路長が同一となる場合である。

20

【0040】

上述した表示素子200を用いて、図10と同様に導光体201側面に受光素子を配置し、光学シミュレーションによる光取り出し強度の角度依存性の結果を図16に示す。本実施形態の効果について検討するために、本実施形態の光取り出し強度の角度依存性である図13と図16を比較した結果を以下に示す。

【0041】

往路光成分である角度 θ が正の領域については、本実施形態と比較例ともに、光取り出し強度の角度依存性がほぼ同一となった。これに対して、復路成分である角度 θ が負の領域について、光取り出し強度を θ で積分したところ、比較例に対して本実施形態の積分強度は約1.8倍となった。これは、復路光における光取り出し強度を向上させることが可能なことを示した結果である。

30

【0042】

なお、本実施形態においては、導光体の他端部分は、一部または全部を例えば反射率の高いアルミニウムや銀の薄膜で覆っても良い。

【0043】

また本実施形態においては導光体の側面部分を円柱状としたが、四角柱状のものを用いる場合には、他端部分1eは3つの四角錐台を組み合わせたような形状となっている。すなわち、他端部分1eは、辺pを四角形の底面と、辺o、辺qを側面に有する第1四角錐台と、辺n、辺rを側面に有する第2四角錐台と、辺m、辺sを側面に有する第3四角錐台と、から構成される。このような導光体においても、導光体側面への復路光の入射角を小さくすることができるので、光取り出し効率を高めることが出来る。

40

【0044】

さらに、本実施の形態においては、光取り出し部2に電界が印加されると強誘電性に起因する体積増加を生じる部材を用いる構成としたが、他の原理によって導光体から光を取り出す光取り出し部を採用することも可能である。

【0045】

(第2の実施形態)

以下に本発明における第2の実施形態である表示素子について説明する。

50

【 0 0 4 6 】

図 1 7 は、表示素子 3 0 0 の導光体延在方向に関する断面を模式的に示したものである。

【 0 0 4 7 】

表示素子 3 0 0 は、光源 3 1 1 と、光源 3 1 1 と一端を対向させて光源 3 1 1 から発する光を導波する導光体 3 0 1 と、導光体 3 0 1 の側面に形成した光取り出し部 3 0 2 と、を有する。

【 0 0 4 8 】

表示素子 3 0 0 が第 1 の実施形態の表示素子と異なる点は、導光体 3 0 1 の光源 3 1 1 側の端面の形状と、他端部分 3 0 1 e の形状である。すなわち、光源 3 1 1 側の端面は、導光体 3 0 1 側面に垂直である。また、他端部分 3 0 1 e は、導光体 3 0 1 の側面に垂直な面に対して傾斜している。この他端部分 3 0 1 e は、例えばメッキ法などで反射率の高いアルミニウムや銀の薄膜が設けられている。他端部分 3 0 1 e と導光体 3 0 1 の延在方向に垂直な面との成す角を θ とする。また、表示素子 3 0 0 には導光管が設けられておらず、導光体 3 0 1 の一端面と光源 3 1 1 は接するように設けられている。また、他の構成については第 1 の実施形態と同様である。なお、図 1 7 における破線は往路光、実線は復路光を示し、第 1 の実施形態と同様に導光体 3 0 1 に作用させた光取り出し部 3 0 2 において、復路光が導光体 3 0 1 の外部に取り出された場合を模式的に示している。

【 0 0 4 9 】

図 1 8 は、他端部分 3 0 1 e の断面を示す拡大図である。ここで、他端部分 3 0 1 e の傾斜面のうち、導光体 3 0 1 の軸 A よりも下側において、光源 3 1 1 側からの距離が近い方の地点を x とし、遠い方の地点を y とする。地点 x と地点 y を比較すると、地点 x の方が地点 y よりも導光体 3 0 1 の軸 A からの距離が長い。換言すれば、地点 x を通り軸 A に垂直な断面のほうが、地点 y を通り軸 A に垂直断面よりも面積が広いことになる。

【 0 0 5 0 】

図 1 9 は、光源 3 1 1 が出射する光、すなわち、往路光が導光体 3 0 1 の軸 A に平行な場合の他端部分 3 0 1 e での光の経路の他の一例を示す図である。これは、光源 3 1 1 は導光体 3 0 1 の垂直な端面に直接取り付けられているため、光源 3 1 1 として図 1 1 に示した指向性を持つものを用いた場合には、図 1 9 の破線に示す軸 A と平行な導波光が最も強度が高くなるためである。往路光は導光体 3 0 1 側面で全反射されることなく他端部分 3 0 1 e に到達し、他端部分 3 0 1 e の傾斜面で正反射されると、入射角 θ_1 は θ_2 にて導光体 3 0 1 側面に全反射されるようになる。他端部分が第 1 の実施例の比較例（図 1 4）のような形状である場合には、このような往路光に対する復路光も、導光体 3 0 1 側面に入射せずに光源側 3 1 1 に導波される。しかしながら、他端部分 3 0 1 e は、復路光を導光体 3 0 1 側面で全反射されるように導くことができ、光取り出し効率を高めることが出来る。

【 0 0 5 1 】

なお、本実施の形態においては、導光体 3 0 1 の光源 3 1 1 側の一端面を導光体 3 0 1 の延在方向に垂直な面に直接接続する構成とした。これは、光源 3 1 1 の光と導光体 3 0 1 の接続構造を簡素化し、製造プロセスを容易にするためである。

【 0 0 5 2 】

本実施形態の効果を検証するために、第 1 の実施形態と同様に光学シミュレーションを行った結果を以下に示す。ここで、第 1 の実施形態と異なる点は、導光体 3 0 1 の両端面構造と光源の接続方法であり、その他については、第 1 の実施形態と同様である。例えば、受光素子の配置については図 1 0、光源 3 1 1 の指向性については図 1 1 と同様としている。図 2 0 は、他端部分 3 0 1 e が $\tan \theta = 0.25$ となるように傾斜している導光体 3 0 1 について、受光素子にて検出される光強度の角度依存性（図 1 0 における角度 θ ）に関する結果である。また、図 2 1 には、図 2 0 に示した結果（実線）に加えて、他端部分が図 1 4 に示したような形状である場合、すなわち他端部分の面が導光体 3 0 1 の延在方向に垂直（ $\theta = 0$ ）である場合の、受光素子により検出される光強度の角度依存性に関する

結果を点線にて加えている。図 21 における実線と点線の比較により、往路光成分、すなわち、図 21 における角度 θ が正領域においては、ほぼ同一の光強度の角度依存性となった。これに対して、復路光成分、すなわち、角度 θ が負領域においては、実線にて示される他端部分 301e が $\tan \theta = 0.25$ となる場合の方が光強度が大きくなり、 $\tan \theta = 0.25$ の場合のその積分強度は、 $\theta = 0$ の場合と比較して約 7.2 倍となった。

【0053】

このように、他端部分 301e が第 2 の実施形態のような形状である場合にも、第 1 の実施形態と同様に、導光体 301 からの光取り出し効率を高めることが出来る。

【符号の説明】

【0054】

1 導光体、1a 導光体の側面部分、1e 導光体の他端部分、2 光取り出し部、3 導光管、5 駆動回路、6 回路基板

11 光源、21 光取り出し層、22 変位素子、23 スペース、

30 受光素子

100 表示素子、

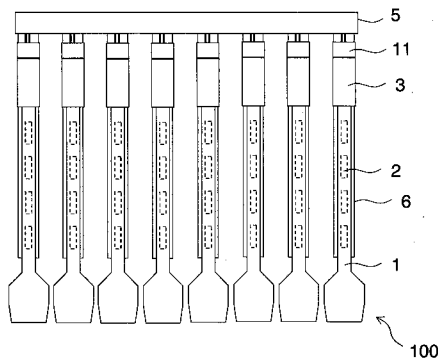
200 表示素子、201 導光体、201a 導光体の側面部分、201e 導光体の他端部分、

202 光取り出し部、

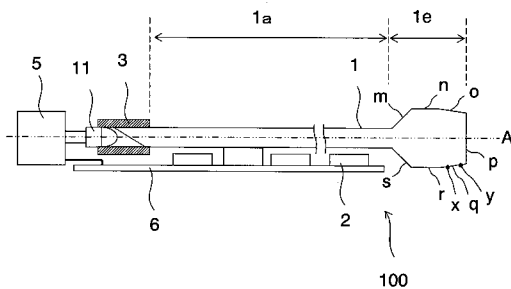
300 表示素子、301 導光体、301e 導光体の他端部分、302 光取り出し部

10

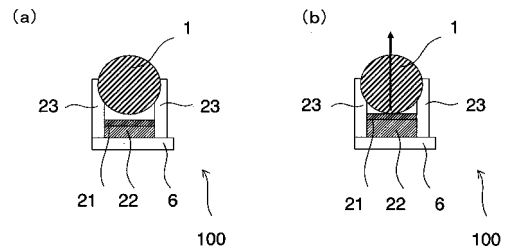
【図 1】



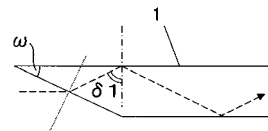
【図 2】



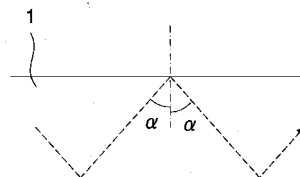
【図 3】



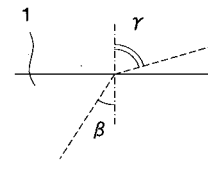
【図 4】



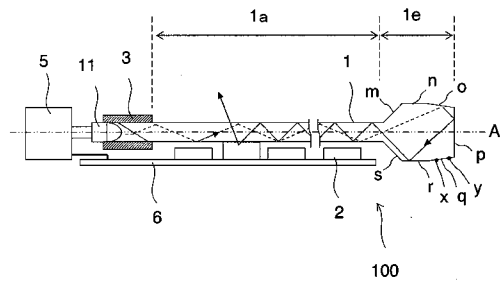
【図 5】



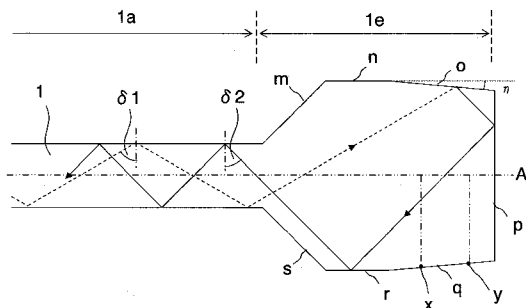
【図 6】



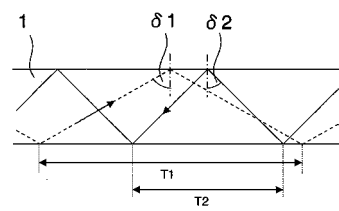
【図 7】



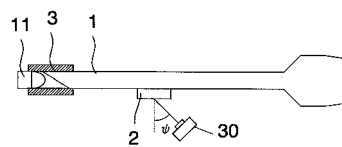
【図 8】



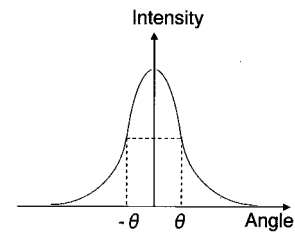
【図 9】



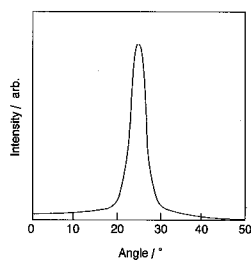
【図 10】



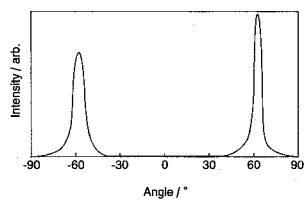
【図 11】



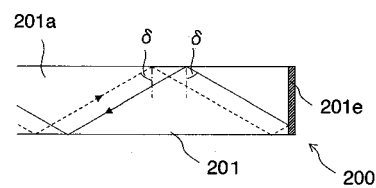
【図 12】



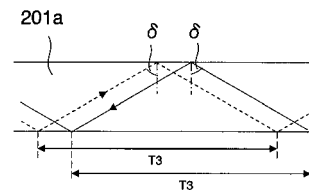
【図 13】



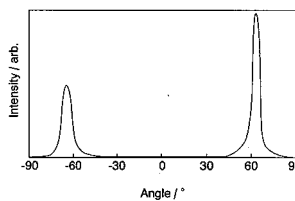
【図 14】



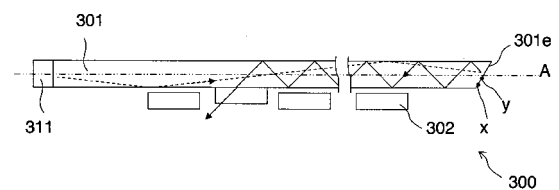
【図 15】



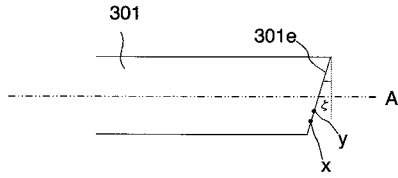
【図 16】



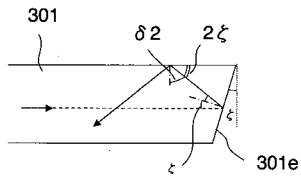
【図 17】



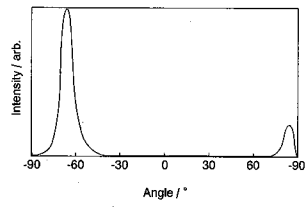
【図 18】



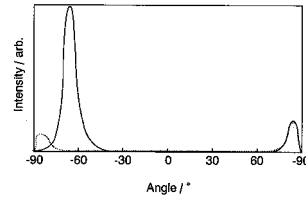
【図 19】



【図 20】



【図 21】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2009/079414(WO, A1)

特開2002-100225(JP, A)

特開平11-218842(JP, A)

特開平11-258558(JP, A)

特表2003-524215(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09F 9/30

F21V 8/00

G02B 6/00

F21Y 101/02