

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4084203号
(P4084203)

(45) 発行日 平成20年4月30日(2008.4.30)

(24) 登録日 平成20年2月22日(2008.2.22)

(51) Int. Cl. F 1
GO2F 1/29 (2006.01) GO2F 1/29
GO2F 1/13 (2006.01) GO2F 1/13 505

請求項の数 2 (全 22 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-18091 (P2003-18091) (22) 出願日 平成15年1月27日(2003.1.27) (65) 公開番号 特開2003-295153 (P2003-295153A) (43) 公開日 平成15年10月15日(2003.10.15) 審査請求日 平成17年12月7日(2005.12.7) (31) 優先権主張番号 特願2002-22688 (P2002-22688) (32) 優先日 平成14年1月31日(2002.1.31) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000001960 シチズンホールディングス株式会社 東京都西東京市田無町六丁目1番12号 (74) 代理人 100104190 弁理士 酒井 昭徳 (72) 発明者 井出 昌史 東京都西東京市田無町六丁目1番12号 シチズン時計株式会社内</p> <p>審査官 日夏 貴史</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光偏向装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液晶を用いて、入射された光を偏向して出射する液晶光位相変調素子と、
 前記液晶光位相変調素子を駆動する駆動手段と、
 前記液晶光位相変調素子の出射側に配置され、前記液晶光位相変調素子から出射された光を入射する入射面と、当該入射面から入射された光が出射される出射面とが所定の角度を有するウェッジ型プリズムと、

を備え、

前記液晶光位相変調素子は、

平行ストライプ状に配した透明導電体からなる複数の個別電極を有する第1の透明基板と、

前記透明導電体からなる共通電極を有する第2の透明基板と、

前記第1の透明基板および前記第2の透明基板の間に挟持された液晶層と、

を備え、

前記駆動手段は、前記液晶層に屈折率の変調を生じさせるように、前記個別電極に所定の電圧を印加し、

前記液晶光位相変調素子を少なくとも2つ並べて配置し、

前段の液晶光位相変調素子から出射された光を後段の液晶光位相変調素子に入射し、

前記ウェッジ型プリズムは、前記後段の液晶光位相変調素子の出射側に配置され、前記後段の液晶光位相変調素子から出射された光を入射する入射面と、当該入射面から入射さ

10

20

れた光が出射される出射面とが所定の角度を有し、

前記前段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向と、前記後段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向が略同一になり、かつ、前記前段の液晶光位相変調素子の液晶層の配向方向と、前記後段の液晶光位相変調素子の液晶層の配向方向とが略直交となるように配置することを特徴とする光偏向装置。

【請求項 2】

所定数ごとの前記個別電極によって構成される各個別電極群に対応し、当該個別電極群の各個別電極に共通に接続された集電極と、

前記集電極の両端に接続された一対の信号電極と、

を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の光偏向装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光偏向装置に関し、さらに詳しくは、レーザー光の光を偏向させる光偏向装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

今日レーザー光の光偏向の技術は、様々な分野で応用されている。たとえば自由空間光通信用の光行差補正・レーザーレーダ用の走査系などが例として挙げられる。

【0003】

従来、レーザー光の光偏向器やポインティング用光学系として、ジンバルミラー (gimballed mirror) が多く用いられている。このジンバルミラーを用いる方法は、ミラーを機械的に動かしてレーザー光の光方向制御をおこなうため、直接的でかつ簡単な方法である。

20

【0004】

また、液晶層をプリズム形状にした液晶プリズムに関する先行技術が存在する (たとえば、特許文献 1、特許文献 2 参照。)。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 6 - 194695 号公報

【特許文献 2】

特開平 7 - 92507 号公報

30

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の方法にあっては、比較的大きなミラーを大きな物理的動作を伴って制御する必要があることから、軽量・小型化が必要なシステムや、低消費電力を必要とする用途には適していないという問題点があった。

【0007】

また、液晶層をプリズム形状にした液晶プリズムにあっては、製造工程が複雑になるだけでなく、その制御が難しいといった問題点があった。

【0008】

この発明は、上記課題 (問題点) を解決するためになされたものであり、小型・軽量化に適した単純な構造にできる高品位で高偏向角化が可能な光偏向装置を提供することを目的とする。

40

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、この発明にかかる光偏向装置は、液晶を用いて、入射された光を偏向して出射する液晶光位相変調素子と、前記液晶光位相変調素子を駆動する駆動手段と、前記液晶光位相変調素子の出射側に配置され、前記液晶光位相変調素子から出射された光を入射する入射面と、当該入射面から入射された光が出射される出射面とが所定の角度を有するウェッジ型プリズムと、を備えたことを特徴とする。

50

【 0 0 1 0 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、前記ウェッジ型プリズムが、入射面を前記液晶光位相変調素子の出射面に当接させて配置したことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、前記ウェッジ型プリズムが、入射面と前記液晶光位相変調素子の出射面との間に所定の距離の間隔を設けて配置したことを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、前記液晶光位相変調素子が、平行ストライプ状に配した透明導電体からなる複数の個別電極を有する第1の透明基板と、前記透明導電体からなる共通電極を有する第2の透明基板と、前記第1の透明基板および前記第2の透明基板の間に挟持された液晶層と、を備え、前記駆動手段が、前記液晶層に屈折率の変調を生じさせるように、前記個別電極に所定の電圧を印加することを特徴とする。

10

【 0 0 1 3 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、前記液晶光位相変調素子を少なくとも2つ並べて配置し、前段の液晶光位相変調素子から出射された光を後段の液晶光位相変調素子に入射し、前記ウェッジ型プリズムが、前記後段の液晶光位相変調素子の出射側に配置され、前記後段の液晶光位相変調素子から出射された光を入射する入射面と、当該入射面から入射された光が出射される出射面とが所定の角度を有することを特徴とする。

20

【 0 0 1 4 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、前記前段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向および液晶層の配向方向と、前記後段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向および液晶層の配向方向とが略同一になるように配置することを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、前記前段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向と、前記後段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向が略同一になり、かつ、前記前段の液晶光位相変調素子の液晶層の配向方向と、前記後段の液晶光位相変調素子の液晶層の配向方向とが略直交となるように配置することを特徴とする。

30

【 0 0 1 6 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、前記前段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向と、前記後段の液晶光位相変調素子の個別電極の方向が略直交となり、かつ、前記前段の液晶光位相変調素子の液晶層の配向方向と、前記後段の液晶光位相変調素子の液晶層の配向方向とが略同一となるように配置することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、この発明にかかる光偏向装置は、上記の発明において、所定数ごとの前記個別電極によって構成される各個別電極群に対応し、当該個別電極群の各個別電極に共通に接続された集電極と、前記集電極の両端に接続された一对の信号電極と、を備えたことを特徴とする。ここで、少なくとも一つの前記一对の信号電極に、それぞれ異なる電圧の駆動波形を印加するようにしてもよい。さらにまた、前記共通電極側から前記液晶層に交流バイアスを印加する期間を設けるようにしてもよい。

40

【 0 0 2 7 】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる光偏向装置の好適な実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 2 8 】

1 - 1 . 光偏向装置の構成

まず、本発明の実施の形態にかかる光偏向装置の構成を、図1～図3を用いて説明する。

50

図1および図2は、本発明の実施の形態における光偏向装置100の構成を示す模式断面図である。

【0029】

図1に示すように、本発明の光偏向装置100は、液晶光位相変調素子101と、所定の傾斜角 θ を傾いた出射面161を持つくさび状のウェッジ型プリズム121とによって構成している。さらに、液晶光位相変調素子101には駆動装置141が接続されている。

【0030】

ここで、ウェッジ型プリズム121の出射面161は空気層と接触する。そのため、空気と基板界面での反射を防止するように必要に応じて無反射コートを形成する。無反射コートは、たとえば五酸化タンタル(Ta_2O_5)と二酸化シリコン(SiO_2)の誘電体多層膜からなるコーティングを用いる。

10

【0031】

1-2. 液晶光位相変調素子およびウェッジ型プリズムの配置

このウェッジ型プリズム121は、図1に示すように、液晶光位相変調素子101の出射側に当接させて配置する。液晶光位相変調素子101とウェッジ型プリズム121とを接着剤などを用いて固定する。また、図2に示すように、液晶光位相変調素子101から出射される光の偏向角から外れない程度に間隔102を空けて配置しても本発明と同じ効果を得ることができる。間隔102を開けることによって、光の種類によっては、通過する光によって発せられる熱が、液晶光位相変調素子101とウェッジ型プリズム121とを固定した接着剤などを溶かすといった問題を回避することができる。また、この場合のウェッジ型プリズム121の出射面161または入射面103は空気層と接触するため、上記構成と同様に必要に応じて無反射コートを形成するとよい。

20

【0032】

2-1. ウェッジ型プリズムの原理

図3は、本発明の実施の形態における光偏向装置の原理を示す説明図である。図3に示すように、液晶光位相変調素子101は、入射光151を所定の角度 θ だけ偏向する作用をおこなう。両矢印で示したP偏光171は、図3に示した断面図に対して平行な偏光の方向を模式的に示している。図3ではウェッジ型プリズム121の出射面161に対するP偏光171を入射光151の偏光状態として示している。なお、S偏光を入射光151として使うようにしてもよい。これは、液晶光位相変調素子101の一部構成を変えることで対応可能である。S偏光を入射光151として使うことについての詳細は後述する。

30

【0033】

図3において、 θ を反時計方向に大きくする場合をプラス方向として、 θ の可変範囲の最大値を θ_{max} とすると、 $\theta > \theta_{max}$ となるように傾斜角 θ を決める。すなわち、傾斜角 θ を、 $\theta > \theta_{max}$ を満たす所定の値に選択することで、液晶光位相変調素子101の偏向角 θ_{max} が小さくても、ウェッジ型プリズム121によって偏向角 θ_{max} を拡大することが可能となる。

【0034】

図3において、液晶光位相変調素子101が+ θ だけ入射光151を偏向した場合、第1の出射光153は、スネルの法則にしたがって、式(1)のような角度 θ_1 として出射する。

40

【0035】

$$n_g \cdot \sin \theta_1 = n_0 \cdot \sin \theta$$

ここで、 n_g は、ウェッジ型プリズム121の屈折率であり、 n_0 は空気の屈折率である。

【0036】

また、液晶光位相変調素子101が入射光151を偏向しない場合、第2の出射光155は、角度 θ_2 としてスネルの法則にしたがって出射する。この場合、傾斜角 θ の定義から傾斜角 θ と角度 θ_2 は等しい値となる。液晶光位相変調素子101が入射光151を- θ 偏向した場合、第3の出射光157は、角度 θ_3 としてスネルの法則にしたがい出射する。ここで、出射面161における、入射角である角度 θ と液晶光位相変調素子101の偏

50

向角 との関係をもとめると以下の(1)～(3)のようになる。

【0037】

$$= + \text{ のとき、 } = - \quad (1)$$

$$= 0 \text{ のとき、 } = \quad (2)$$

$$= - \text{ のとき、 } = + \quad (3)$$

【0038】

屈折角である角度 が $\pi/2$ 以上のときは、全反射条件となり、出射光が無くなる。ここで、一例としてウェッジ型プリズム121の材料としてBK7を用いると、屈折率 n_g は約1.507となるので式(4)を用いて計算すると臨界角 α_c は、

$$\sin \alpha_c = n_0 / n_g \cdot \sin(\pi/2)$$

$$= 1 / 1.507 \quad (4)$$

から、 α_c は約0.726ラジアン(41.57度)となる。

【0039】

臨界角 α_c を考慮すると、 α_3 は α_c より小さく設定した方が入射光151を有効に活用できるため、

$$\max < < \alpha_c - \max \quad (5)$$

を満たすように傾斜角 を選ぶ必要がある。

【0040】

2-2.入射角度と出射角度との関係

つぎに、ウェッジ型プリズム121の出射面161への入射角度 と、その出射面161からの出射角度 との関係を示すグラフを図4を用いて説明する。図4に示すように、角度 が臨界角 α_c 近傍で角度 の変化率が急速に大きくなることがわかる。このことをさらに詳しく説明するために、角度 と角度増加率 d/d との関係を示すグラフを図5に示す。角度増加率 d/d は角度 に対する角度 の微分として定義した。図5から角度増加率 d/d は、臨界角 α_c 近傍で急速に大きくなることが確認できる。したがって、図3の構成においてウェッジ型プリズム121の傾斜角 は、臨界角 α_c より小さいが臨界角に近い領域に設定した方が偏向角 \max が小さい場合には有効である。

【0041】

ここで、偏向角 が0の場合の角度 を動作点角度 α_a と定義すると、前述の通り、

$$\alpha_a = \quad (6)$$

となるので、動作点角度 α_a を傾斜角 で決めることができる。

【0042】

ここで、液晶光位相変調素子101の最大偏向角 \max を1.5度とし、さらに、図4に示すように動作点角度 α_a を40[度]とすると、図4のグラフから入力角度範囲(入射角度範囲)301よりも出力角度範囲(出射角度範囲)303が大きくなることがわかる。図4に示した入力角度範囲301と出力角度範囲303の要部を変数変換して再プロットしたグラフを図6に示す。

【0043】

ここで、角度 の原点を置き換えて変数を入力角 とおき、そのとき($=0$)での角度 を原点とみなして、変数を出力角 とする。図6より、入力角 の入力角度範囲3[度]に対して出力角 の出力角度範囲は約17[度]となり、約3倍に角度可変範囲を広げられることがわかる。

【0044】

3-1.液晶光位相変調素子の構造

つぎに、液晶光位相変調素子101の構造を図7を用いて説明する。図7は、本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の構造を示す断面図である。図7において、液晶層の一例として示すネマティック液晶層501は、液晶光位相変調素子101の第1の透明基板201の複合電極211の上と第2の透明基板203の共通電極213の上とに形成した配向層217によって電場無印加時のp型(ポジ型)液晶分子のダイレクタ207の

10

20

30

40

50

ティルト角 209 が 5 度以下となるようにホモジニアス配向させる。図 7 で示す液晶光位相変調素子 101 の場合、入射直線偏光 511 は、図 7 に示した断面図に対して平行な成分となるようにする。この入射直線偏光 511 はウェッジ型プリズム 121 の出射面 161 からみると P 偏光となる。

【0045】

図 7 には明示しないが、ネマティック液晶層 501 が数 μm から数十 μm の所定の一定厚みを保持するように、第 1 の透明基板 201 と第 2 の透明基板 203 はスペーサを介して固定する。また、図 7 には示していないが複合電極 211 と共通電極 213 が短絡するのを防ぐために複合電極 211 の上および共通電極 213 の上の少なくとも一方に五酸化タンタル (Ta_2O_5) や二酸化シリコン (SiO_2) などの透明絶縁膜を形成してもよい。また、透明絶縁膜を高屈折率膜と低屈折率膜からなる多層膜化して透過率を向上することも望ましい。第 2 の透明基板 203 上に形成する共通電極 213 は透明導電膜からなる全面電極であってよい。なお、複合電極 211 の構造については後述する。

10

【0046】

複合電極 211 の光路部分および共通電極 213 を形成する透明導電膜に酸化インジウムスズ (ITO) を用いるときは、膜厚を 50 nm 以下として、さらに、利用する波長が近赤外域の場合、透過率を向上するために、成膜時に酸素濃度を多くしたシート抵抗数百から 1 k Ω 程度の膜を使用することが望ましい。

【0047】

ITO のほかに透明導電膜としては、酸化インジウム (In_2O_3)、酸化スズ (SnO_2)、酸化亜鉛 (ZnO) などの薄膜が使用可能である。この場合も、膜厚は 50 nm 以下として、シート抵抗は数百 Ω から 1 k Ω 程度の膜を使うことが望ましい。

20

【0048】

ガラスからなる第 1 の透明基板 201 または第 2 の透明基板 203 のネマティック液晶層 501 と反対の面のうちの空気層と接触する面には、空気と基板界面での反射を防止するため、必要に応じて無反射コート 215 を形成する。無反射コート 215 は、たとえば五酸化タンタル (Ta_2O_5) と二酸化シリコン (SiO_2) の誘電体多層膜からなるコーティングを用いることができる。

【0049】

なお、図 3 で示した入射光 151 または図 7 の入射直線偏光 511 はウェッジ型プリズム 121 の出射面 161 からみて P 偏光 171 となる場合の構成を代表して示したが、入射直線偏光 511 が後段のウェッジ型プリズム 121 の出射面 161 からみて S 偏光となる場合の液晶光位相変調素子 101 の構造を図 8 に示す。ネマティック液晶層 501 のダイレクタ 207 の向きを入射直線偏光 511 の S 偏光と平行にすること以外は、図 7 と同様の構造である。

30

【0050】

3-2. 液晶光位相変調素子の動作原理

つぎに、液晶光位相変調素子 101 の動作原理について説明する。図 9 は、本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の動作の基本原理を示す模式図である。x-z 面内に平行な方向にダイレクタ 207 がホモジニアス配向した状態で外部電場を印加した場合に、ダイレクタ 207 の長軸方向が電場方向に平行になるように配向する p 型 (ポジ型) ネマティック液晶を用いた液晶光位相変調素子 101 に、x 軸に平行な方向に振動する直線偏光 1110 が z 軸方向に入射することを考える。液晶光位相変調素子 101 に入射する前の入射波面 1113 は平面である。その液晶光位相変調素子 101 に電場を印加し所定の屈折率分布となるようにダイレクタ 207 の面内分布を制御すると、入射波面 1113 を所定の角度 だけ偏向した平面波の出射波面 1123 に変換させることができる。

40

【0051】

この現象をさらに詳細に図 10 を用いて説明する。図 10 は、本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の動作原理を示す説明図である。図 10 において、液晶光位相変調素子 101 のネマティック液晶層 501 の出射側の平面を x-y 平面とし、液晶は、x-

50

z 平面に平行となるように配向させる。このとき、入射直線偏光 1 2 0 1 がネマティック液晶層 5 0 1 に垂直に入射される。このネマティック液晶層 5 0 1 内には位置 x の関数である異常光屈折率 $n_e(x)$ の分布 1 2 1 1 が要素格子のピッチ P における a - b 間で直線的に変化するように予め動作点を決めておく。

【 0 0 5 2 】

また、ネマティック液晶層 5 0 1 の厚み d は一定であるが、屈折率 $n_e(x)$ がピッチ P で直線的に変化しているため、ネマティック液晶層 5 0 1 中を伝搬する入射直線偏光 1 2 0 1 は、場所によって異なるリターデーション $n(x) \cdot d$ の変調を受けることになる。ここで、 n_0 を液晶の常光屈折率とおくと、

$$n(x) = n_e(x) - n_0 \quad (7)$$

である。

【 0 0 5 3 】

入射直線偏光 1 2 0 1 はネマティック液晶中、つまり誘電体媒質中を伝搬する場合、リターデーションが大きいく所では遅く、逆にリターデーションが小さい個所では速く伝搬する。このため、ネマティック液晶層 5 0 1 を出射した出射直線偏光 1 2 0 3 は、波面が $\tan = n \cdot d / P$ (8) だけ傾くことになる。

【 0 0 5 4 】

ここで、 n は、a 点と b 点でのリターデーション $n(x)$ の差を式 (9) のように計算した値である。

$$n = n(a) - n(b) \quad (9)$$

【 0 0 5 5 】

このように、光偏向装置のネマティック液晶層 5 0 1 における異常光屈折率 $n_e(x)$ の分布 1 2 1 1 が直線的であれば、入射直線偏光 1 2 0 1 と同様に、出射直線偏光 1 2 0 3 の波面も平面となり、結果的に入射直線偏光 1 2 0 1 に対して出射直線偏光 1 2 0 3 は だけ偏向させることができる。

【 0 0 5 6 】

つぎに、本発明に用いるネマティック液晶層 5 0 1 の異常光屈折率 $n_e(x)$ が直線近似できる条件について考察した。入射直線偏光は図 1 1 に示すような印加電圧 - 実効複屈折率特性によって決まる変調を受ける。図 1 1 において、横軸はネマティック液晶層 5 0 1 への印加電圧の実効値、縦軸は液晶分子の実効複屈折率 n を示す。電気光学応答曲線の形状は、使用する液晶の弾性定数、誘電率異方性特性や電場無印加時の配向膜層によって決まるプレティルト角などのパラメータから決まる。この印加電圧 - 実効複屈折率特性はメルク社のネマティック液晶材料 B L 0 0 7 (商品名) のものである。

【 0 0 5 7 】

またこの特性は $n_{max} = 0.287$ 、液晶層厚さ $20 \mu m$ として求めた理論曲線である。図 1 1 には、プレティルト角が 0.5 度、2 度、5 度および 10 度の場合の特性を示した。後述する図 1 6 に示す複合電極 2 1 1 a を持つ液晶光位相変調素子 1 0 1 として用いる場合は、図 1 0 の作用を得るために 1 次曲線を近似できる直線領域 1 5 2 0 近傍を用いる必要がある。よって、前記ネマティック液晶のプレティルト角は直線領域 1 5 2 0 を広く取るため 5 度以下、さらに好ましくは 2 度以下が望ましいことがわかる。

【 0 0 5 8 】

3 - 3 . 複数個の液晶光位相変調素子を備えた場合

以上の説明にあつては、液晶光位相変調素子は一つであったが、この液晶光位相変調素子を複数個備えるようにしてもよい。ここでは、液晶光位相変調素子を 2 つ設けた場合の 3 つの例を説明する。

【 0 0 5 9 】

3 - 3 - 1 . 液晶セルの配向方向：平行、液晶セルの個別電極：平行

図 1 2 は、2 つの液晶光位相変調素子を示す断面図である。図 1 2 において、入射光に対して、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A (図面左) と、後段の液晶光位相変調素子 1 0

10

20

30

40

50

1 B (図面右)を、並べて配置する。この際、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A と後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B の互いの液晶セルの配向方向は略平行である。また、互いの液晶セルの個別電極 2 1 1 A , 2 1 1 B も同様に略平行である。したがって、同一の液晶光位相変調素子を同一方向に 2 つ並べた状態である。

【 0 0 6 0 】

このような構成とすることで、図 1 2 の断面図に対して平行な振動面を持つ入射偏光は、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A および後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B よって断面図に平行な面内 (x - z 面内) に偏向される。したがって、位相変調量が、一つの液晶光位相変調素子の場合の 2 倍となり、これによって大きな偏向を実現することができる。なお、並べて配置する液晶光位相変調素子の数を 3 以上に増加させることによって、より大きな偏向を実現することができる。

10

【 0 0 6 1 】

3 - 3 - 2 . 液晶セルの配向方向 : 直交、液晶セルの個別電極 : 平行

図 1 3 は、2 つの液晶光位相変調素子を示す断面図である。図 1 3 において、入射光に対して、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A (図面左)と、後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B (図面右)を、並べて配置する。この際、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A と後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B の互いの液晶セルの配向方向は略直交である。また、互いの液晶セルの個別電極 2 1 1 A , 2 1 1 B は、略平行である。

【 0 0 6 2 】

このような構成とすることで、図 1 3 の断面図に対して平行な振動面を持つ入射偏光は、後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B によって変調されるとともに、図 1 3 の断面図に対して垂直な振動面を持つ入射偏光は、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A によって変調される。したがって、入射偏光に依存することがない入射偏光無依存型の光偏向装置を実現することができる。また、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A と後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B は、入射する直線偏光に対して順番を入れ替えてもよい。

20

【 0 0 6 3 】

3 - 3 - 3 . 液晶セルの配向方向 : 平行、液晶セルの個別電極 : 直交

図 1 4 は、2 つの液晶光位相変調素子を示す断面図である。また、図 1 5 は本発明の実施の形態における光偏向装置を 2 次元光偏向装置として用いる場合の構成を説明するための模式図である。

30

【 0 0 6 4 】

図 1 4 において、入射光に対して、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A (図面左)と、後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B (図面右)を、並べて配置する。この際、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A と後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B の互いの液晶セルの配向方向は略平行である。また、互いの液晶セルの個別電極 2 1 1 A , 2 1 1 B は略垂直である。

【 0 0 6 5 】

また図 1 5 に示すように、本発明の光偏向装置 1 0 0 は、前段の液晶光位相変調素子 1 0 1 A と後段の液晶光位相変調素子 1 0 1 B および 3 角錐状の 2 次元ウェッジ型プリズム 1 2 3 より構成している。

【 0 0 6 6 】

2 次元ウェッジ型プリズム 1 2 3 は、 x - z 平面傾斜角 θ_1 と y - z 平面傾斜角 (θ_2) とで特徴付けられる。図 1 5 のように座標を取った場合、

40

$$\tan \theta_1 = w z / w x \quad (10)$$

$$\tan \theta_2 = w z / w y \quad (11)$$

となる。

【 0 0 6 7 】

ここで、 x 軸に平行な方向に振動する直線偏光 1 1 1 0 が z 軸方向に入射することを考える。液晶光位相変調素子 1 0 1 B は、個別電極を x 軸に平行となるように予め設定する。また、液晶の配向方向は x - z 面内に平行とする。さらに、液晶光位相変調素子 1 0 1 A の個別電極は、 y 軸と平行とし、液晶の配向方向は x - z 面内に平行とする。

50

【0068】

このような構成とすると、液晶光位相変調素子101Bは、入射した直線偏光1110の進行方向を $y-z$ 面内で角度 θ_y 偏向する作用をおこない、液晶光位相変調素子101Aは、 $x-z$ 面内で角度 θ_x 偏向する作用をする。また、2次元ウェッジ型プリズム123は、角度 θ_x を傾斜角 α_1 で決まるように拡大し、角度 θ_y を傾斜角 α_2 で決まるようにそれぞれ独立に拡大する。このような構成とすることで、2次元光偏向装置を実現することが可能である。また、前段の液晶光位相変調素子101Aと後段の液晶光位相変調素子101Bは、入射する直線偏光1110に対して順番を入れ替えてもよい。

【0069】

4-1. 第1の複合電極の構造

つぎに液晶光位相変調素子101のブレード型回折格子を形成するための第1の複合電極211aの構造について図16を用いて詳細に説明する。図16は第1の要素格子751と第2の要素格子761の2つの回折格子領域を第1の活性領域671を有する第1の複合電極211aの平面図である。

【0070】

図16において、第1の要素格子751は第1の個別電極721から第Nの個別電極730を有する。また、第2の要素格子761は第N+1の個別電極731から、第2Nの個別電極740を有する。この第1の複合電極211aでは、説明を容易とするために便宜上 $N=10$ とした。また、第1の個別電極721から第2Nの個別電極740は上述の膜厚と抵抗値を有するITOなどの透明導電膜により形成する。

【0071】

また、第1の個別電極721から第Nの個別電極730は、第1の活性領域671の外部で複数の群(図16では2つの群)にまとめられ、各群内における各個別電極を、個別電極と同じ材料であるITOなどの共通の集電極によって接続する。図16においては、第1の個別電極721から第Nの個別電極730を第1の活性領域671の外部で第1の集電極701で接続し、第N+1の個別電極731から第2Nの個別電極740は、同様にして第2の集電極703で接続する。

【0072】

また、第1の集電極701の両端にMoやAg合金などの低抵抗金属材料からなる第1の信号電極711と第2の信号電極713をそれぞれ接続し、第2の集電極703に、第3の信号電極715と第4の信号電極717をそれぞれ接続している。なお、前記集電極をシート抵抗数百 \sim 1kの膜だけでなく、膜厚をさらに薄くしたり、その電極幅を狭くして電極の長辺方向に線形の抵抗を有するように構成してもよい。

【0073】

図16では便宜上、第1の要素格子751と第2の要素格子761の2つの回折格子領域だけを示したが、実際の液晶光位相変調素子101においては、第1の活性領域671に入射ビーム径に応じた所定の数の要素格子を形成する必要がある。入射光として850nm帯を用いるときの具体的な設計例として、第1の活性領域671に半導体レーザからの光をコリメータにより平行光として、入射する場合を仮定する。

【0074】

このとき、平行光のガウシアンビーム径を300 μ mとした場合、第1の活性領域671の幅Lを400 μ mから1.5mmとする。また、各要素格子の個別電極は、入射光の波長を考慮して2 μ m以下のラインアンドスペースが望ましく、要素格子のピッチ P_0 を30 μ mから100 μ mとしたとき第1の複合電極211aの幅Wは、800 μ mから2mm程度が望ましい。したがって、ピッチ P_0 を30 μ mとしたとき要素格子の数は、27個から67個となり、ピッチ P_0 を100 μ mとしたときは、要素格子の数は、8個から20個となる。

【0075】

上記の説明で明らかのように、ブレード型回折格子を形成する液晶光位相変調素子101においては一つの回折格子領域がN本の個別電極からなる場合にも、駆動回路からの制

10

20

30

40

50

御信号に接続する信号電極の数は、集電極 701, 703 の両端に接続することにより、要素格子の個数 (M 個) に対し 2M 本で済む。特に個別電極の数が増えた場合、信号電極の数を大幅に削減することが可能となるという利点を有する。

【0076】

4-2. 液晶光位相変調素子の駆動方法

つぎに前記第 1 の複合電極 211a を持った液晶光位相変調素子 101 の駆動方法について説明する。初めに、第 1 の要素格子 751 の部分を取り出して説明する。図 17 に駆動波形を示す。第 1 の駆動波形 1601 を第 1 の信号電極 711 に印加し、第 2 の駆動波形 1603 を第 2 の信号電極 713 に印加する。第 1 の駆動波形 1601 と第 2 の駆動波形 1603 は互いに周波数と位相が等しく電圧のみが異なっており、第 2 の駆動波形 1603 の方が第 1 の駆動波形 1601 より電圧を大きくする。

10

【0077】

また、期間 t_1 においては第 1 の駆動波形 1601 は $+V_1[V]$ であり、第 2 の駆動波形 1603 は $+V_2[V]$ である。ここで、共通電極 213 を $0[V]$ とする。したがって、透明導電膜など線形の抵抗材料で形成した第 1 の集電極 701 によって電位が分割されるため、第 1 の活性領域 671 に形成した第 1 の要素格子 751 の個別電極には、それぞれ第 1 の信号電極 711 と第 2 の信号電極 713 に印加した電圧が配置位置によって直線的に分割されることとなる。ここで、個別電極の長手方向については個別電極がネマティック液晶層 501 のインピーダンスと比較して低抵抗材料で形成されるためほぼ同電位とすることができる。さらに、必要に応じて共通電極 213 にバイアス交流電圧を印加する期間を期間 1 および期間 2 と別に設けてもよい。

20

【0078】

4-3. 集電極の電位勾配の発生現象

つぎに、前記第 1 の複合電極 211a (図 16) における第 1 の集電極 701 上の電位勾配と、各個別電極の電位との関係を詳細に説明する。図 17 に示す期間 t_1 においては第 1 の信号電極 711 と第 2 の信号電極 713 とを接続する第 1 の集電極 701 の電位分布は、前述の説明したように、図 18 の第 1 の電位分布 1801 で示す直線状の電位分布となる。図 17 に示す期間 t_2 においては、第 1 の集電極 701 の電位分布は、図 18 の第 2 の電位分布 1803 で示す電位分布となる。

30

【0079】

ここで、図 18 において、a 点は、第 1 の信号電極 711 に接続される個別電極位置に対応し、b 点は、第 2 の信号電極 713 に接続される個別電極位置に対応している。図 17 に示した駆動波形が 50% デューティの矩形波の場合は、図 18 で示す 2 つの第 1 および第 2 の電位分布 1801、1803 を交互に時間的に繰り返すことになる。したがって、 $0[V]$ に維持した共通電極 213 を介してネマティック液晶層 501 に印加される電圧はどの個別電極の位置においても交番電圧化され、ネマティック液晶層 501 に直流成分が加わることはない。また、ネマティック液晶は実効値応答のため第 1 の信号電極 711 側には、実効値で常時 $V_1[V]$ が印加され、第 2 の信号電極 713 には、 $V_2[V]$ の電圧が印加され、さらに第 1 の集電極 701 で分割された電位が各個別電極に印加されると考えればよい。

40

【0080】

4-4. 集電極に発生する位相分布

つぎに、前記集電極に発生する位相分布について説明する。図 19 に液晶に BL007 (メルク・ジャパン社製: 商品名) を使用してプレティルト角を 1 度に設定したときの液晶に印加する電圧 $[V_{rms}]$ と相対位相差 との関係のグラフを示す。特性曲線 1711 は $1.4 \sim 1.8[V]$ 近傍で直線近似領域 1701 を持つことがわかる。液晶層の厚さ d は $20[\mu m]$ として、波長 λ は $850[nm]$ のときを考える。

【0081】

なお、相対位相差 ϕ は、実効複屈折率を n とおいて、

$$\phi = n \cdot d / \lambda \quad (12)$$

50

で定義する。

【0082】

図19の相対位相差の直線近似領域1701から、 $\lambda = 850\text{nm}$ において直線可変調範囲1705が波長 λ で2波長以上、つまり位相で4 π 程度取れることがわかる。このように、プレティルト角によって異常光屈折率の直線近似ができると同時にそのプレティルト角の範囲内における、直線近似領域1701内で動作する動作電圧範囲1703以内の電圧を印加すれば、第1の複合電極211aの第1の活性領域671に、個別電極の位置に比例する位相分布を実現することができる。

【0083】

4-5. 液晶光位相変調素子の別の駆動方法

10

つぎに、複合電極211aを持つ液晶光位相変調素子101で任意の偏向角を実現する他の方法について説明する。

【0084】

4-5-1. 他の駆動方法(その1)

図20は、本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の位相分布を示す模式図である。この場合、要素格子のピッチを P_0 とし、最大偏向角 θ_{max} を、

$$\tan \theta_{\text{max}} = \lambda / P_0 \quad (13)$$

と定義する。

【0085】

このときの θ_{max} の位相変調曲線2001(一点鎖線)のときの最大位相変調量は、要素格子のピッチ P_0 の距離で一波長分つまり 2π となる。前記第1の複合電極211aの場合、第1、第2の信号電極の位置が予め決められているので、位相を変えるために任意の電極位置で、 2π だけのリセットをかけることが不可能である。そこで、所定の位置でリセットをかけるために、まず θ_{max} より少し小さい角度 θ_p を高次光の発生無く振る場合を考える。このとき、 θ_p の位相変調曲線2003(実線)においては、 $2\pi \sim 2\theta_p$ の間でリセットをかける必要がある。このように、第1の複合電極211を用いる場合は、所定の要素格子のうち、位相変調量が 2π 未満に入る要素格子ごとにリセットをかける駆動方法を用いるようにしてもよい。

20

【0086】

4-5-2. 他の駆動方法(その2)

30

つぎに、前記第1の複合電極211aを持った液晶光位相変調素子101の別の駆動方法について説明する。図21は、一つの要素格子に配置した信号電極端子への波形印加期間を示した図である。この駆動方法においては、1フレームを期間1と期間2に分けて駆動する。具体的には、ネマティック液晶層501の劣化を防ぐため、平均値が0となるような交番電圧の駆動信号2101を第1の信号電極711に印加し、第2の信号電極713を共通電極213と同電位となるように0[V]とする期間1と、第2の信号電極713に交番電圧の駆動信号2101を印加し、第1の信号電極711を共通電極213と同電位となるように0[V]とする期間2を交互に設けた駆動方法である。

【0087】

このような駆動方法を用いることで期間1と期間2を足した1フレームに要素格子に生じる液晶電位分布は、それぞれの期間の実効値に近い値をとる。期間1および期間2の印加波形は、任意でよく、たとえば振幅の異なる2つの波形を印加できる。また、パルス幅変調により、実効値を制御した波形でもよい。さらに、必要に応じて共通電極にバイアス交流電圧を印加してもよい。

40

【0088】

4-6. 複合電極の他の構造(その1)

つぎにブレード型回折格子を形成するための複合電極の他の構造について図22を用いて詳細に説明する。先に説明した第1の複合電極211a(図16)の構造に加えて、第2の複合電極211bは、第1の活性領域671の外部で複数の個別電極の群の両端に集電極を配する構成を採用する。

50

【0089】

図22においては、第1の活性領域671の外部で第1の集電極701と対向する位置に第3の集電極801を、第1の活性領域671の外部で第2の集電極703と対向する位置に第4の集電極803を配する。さらに、第3の集電極801はMoやAg合金などの低抵抗金属材料からなる第5の信号電極811と第6の信号電極813に接続し、第4の集電極803は第7の信号電極815と第8の信号電極817に接続している。

【0090】

この第2の複合電極211bの構造では、第1の信号電極711と第5の信号電極811、第2の信号電極713と第6の信号電極813、第3の信号電極715と第7の信号電極815、および第4の信号電極717と第8の信号電極817のペアは外部で短絡して駆動する。なお、第2の複合電極211bを用いた光偏向装置の駆動方法は、先に説明した駆動方法をそのまま適用することができる。

10

【0091】

図22に示した、光偏向装置を形成するための第2の複合電極211bの構造は、個別電極が細くまた長くした場合などに、ネマティック液晶層の駆動周波数でのインピーダンスに比較して個別電極のインピーダンスが、無視できなくなる程大きくなる場合に特に有効である。

【0092】

4-7 複合電極の他の構造(その2)

つぎに高速応答が必要な応用の場合に特に有効である他の構成の第3の複合電極211cについて説明する。図23はブレード型回折格子を実現するための第1の活性領域671と第3の複合電極211cの関係を示す平面図である。図23において第3の複合電極211cは、複合電極を構成するITOなどの透明導電膜により形成した第1の個別電極621から便宜上 $N=20$ とし、第 N の個別電極640により形成している。

20

【0093】

光偏向をおこなうためのブレード型回折格子を第1の活性領域671に実現するために第3の複合電極211cには所定の電圧をそれぞれの個別電極621~640に印加する必要がある。電圧パターンへの印加手段は、第1の個別電極621から第 N の個別電極640を図23に示すように別々に形成して各個別電極を独立にICなどの駆動回路で駆動して、各個別電極に段階的な電位差を生じさせる。

30

【0094】

その第3の複合電極211cを用いた液晶光位相変調素子101を用いて任意の偏向角を実現する方法を図24を用いて説明する。第3の複合電極211cにおいては、各個別電極は独立に直接駆動回路により任意の電圧を印加できる。したがって、可変調量が最小で2(一波長)まで取れる場合、任意の偏向角を実現することが可能となる。たとえば、第1の位相変調波形1901を、第1の活性領域671に実現するような電圧を各個別電極に印加したとき、偏向角 θ_1 は、

$$\tan \theta_1 = \lambda / P_1 \quad (14)$$

で与えられる値を取る。

【0095】

ここで、 λ は一波長分の相対位相差を示す。また、 x 軸方向を個別電極に直交する方向とした。本構成を用いることで、所定の個別電極を束ねたピッチ P_1 において、位相を一波長分リセットすることにより、回折効率を100パーセントに近づけることが可能となる。

40

【0096】

つぎに、第2の位相変調波形1903を、第1の活性領域671に実現するような電圧を各個別電極に印加したとき、偏向角 θ_2 は、

$$\tan \theta_2 = \lambda / P_2 \quad (15)$$

で与えられる値を取る。このように、位相をリセットする所定のピッチ P_1 を変更することで、任意の偏向角 θ を容易に実現することが可能となる。

50

【 0 0 9 7 】

さらに、第3の複合電極211cを用いた液晶光位相変調素子101の場合、たとえば、図19に示す直線近似領域1701だけでなく、特性曲線1711の全域を利用することが可能となる。液晶セルの電場印加から電場無印加時の応答速度はセル厚の2乗に比例することが知られているため、液晶セルの厚みを薄くして高速応答化をする上で有利である。これは、各個別電極に任意の電圧を印加できるため特性曲線1711の非線形性を印加電圧の重み付けにより吸収することが可能なためである。

【 0 0 9 8 】

以上の説明から明らかなように、本発明の光偏向装置においては、単純な構造を持ち、駆動も単純に、大きな角度の偏向が可能な自由空間光通信やレーザーダまたは、光スキャナに適する機械的な可動部の無い、軽量小型化の光偏向装置を実現することができる。

10

【 0 0 9 9 】

すなわち、本実施の形態にあつては、光偏向装置において、平行ストライプ状に配した透明導電体からなる複数の個別電極721~740を有する第1の透明基板201と、透明導電体からなる共通電極213を有する第2の透明基板203との間に挟持したネマティック液晶層501を備え、第1の透明基板201上に形成された各個別電極721~740に所定の電圧を印加することにより、ネマティック液晶層501に屈折率の変調を生じさせるように構成した液晶光位相変調素子101の光出射側に、液晶光位相変調素子101から出射した光の偏向角を拡大する機能を有するウェッジ型プリズム121を配置した構成となっている。また、本実施の形態にあつては、上記液晶光位相変調素子101を、

20

【 0 1 0 0 】

また、本実施の形態にあつては、複数の個別電極721~740が、複数の群にまとめられ、各群内における各複数の個別電極721~740を共通の集電極701,703で接続するとともに、その集電極701,703の両端に一对の信号電極711,713,715,717を接続する構成となっている。また、本実施の形態にあつては、少なくとも一つの前記群に配した一对の信号電極(たとえば711,713)に、それぞれ異なる電圧の駆動波形を印加する。また、少なくとも一つの前記群に配した一对の信号電極(たとえば711,713)の一方に交番電圧を印加し、他方を0[V]とする期間と、該他方に交番電圧を印加し、該一方を0[V]とする期間を交互に設けるようにしてもよい。また、前記交番電圧が、パルス幅変調した電圧であってもよい。また、本実施の形態にあつては、共通電極203側からネマティック液晶層501に交流バイアスを印加する期間を設けるようにしてもよい。

30

【 0 1 0 1 】

このように、本実施の形態にあつては、直線状の透明導電膜からなる複数の個別電極211を持ち複数の個別電極721~740と共通電極213とでネマティック液晶層501を挟んだ液晶光位相変調素子101と液晶光位相変調素子101に隣接するように配置する偏向角を拡大するウェッジ型プリズム121を配置する構成を取ることによって、液晶光位相変調素子101で入射直線偏光のウェッジ型プリズム121に入射する入射角を制御する。つまりウェッジ型プリズム121は、入射角の偏角量を拡大する働きをする。

40

【 0 1 0 2 】

さらに、液晶光位相変調素子101は、第1の透明基板201に形成された複数の個別電極721~740に所定の電圧を印加することで、ネマティック液晶層501に空間的な屈折率変調領域を誘起して、ブレード型回折格子を実現する作用をする。液晶光位相変調素子101の複数の個別電極721~740は、各個別電極721~740を複数の群にまとめられ各群内における各複数の個別電極721~740を共通の集電極701,703によって束ねる構成とすることで駆動電極本数を大幅に減らす構成としてもよい。この場合、各集電極701,703に設けた一对の信号電極711,713,715,717に所定の電位差を与えることで集電極701,703には、直線状の電位勾配が誘起され、各個別電極211(721~740)に所定の電位が分配される。

50

【 0 1 0 3 】

各個別電極 2 1 1 に所定の電位差を誘起する駆動方法としてたとえば、一对の信号電極 7 1 1 , 7 1 3 に、それぞれ異なる電圧の駆動波形を印加する方法を採用する。また、別の駆動方法としては、少なくとも一つの前記群に配した一对の信号電極の第 1 の信号電極 7 1 1 に交番電圧を印加し、第 2 の信号電極 7 1 3 を 0 [V] とする期間と、第 2 の信号電極 7 1 3 に交番電圧を印加し、第 1 の信号電極 7 1 1 を 0 [V] とする期間を交互に繰り返す方法を採用する。

【 0 1 0 4 】

このように本実施の形態にかかる本発明の光偏向装置では、単純な構成で簡便な駆動方法により高機能な光偏向装置を実現できる。

10

【 0 1 0 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、小型・軽量化に適した単純な構造にできる高品位で高偏向角化が可能な光偏向装置が得られるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態における光偏向装置を示す模式断面図である。

【図 2】本発明の実施の形態における光偏向装置を示す模式断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態における光偏向装置の原理を示す説明図である。

【図 4】本発明の実施の形態におけるウェッジ型プリズムの入射角度と出射角度との関係を示すグラフである。

20

【図 5】本発明の実施の形態におけるウェッジ型プリズムの入射角度と角度増加率との関係を示すグラフである。

【図 6】本発明の実施の形態における光偏向装置の入射角と出射角との関係を示すグラフである。

【図 7】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の構造を示す断面図である。

【図 8】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の別の構造を示す断面図である。

【図 9】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の動作の基本原理を示す模式図である。

【図 10】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の動作原理を示す説明図である。

30

【図 11】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の電圧 - 複屈折特性を示すグラフである。

【図 12】本発明の実施の形態における 2 つの液晶光位相変調素子の構造を示す断面図である。

【図 13】本発明の実施の形態における 2 つの液晶光位相変調素子の別の構造を示す断面図である。

【図 14】本発明の実施の形態における 2 つの液晶光位相変調素子の別の構造を示す断面図である。

【図 15】本発明の実施の形態における 2 次元光偏向装置の基本構成を示す模式図である。

40

【図 16】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の複合電極の構造を示す平面図である。

【図 17】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の駆動波形を説明する模式図である。

【図 18】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の電位分布を示す説明図である。

【図 19】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の電圧 - 相対位相差特性を示すグラフである。

【図 20】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の位相分布を示す模式図であ

50

る。

【図 2 1】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の駆動波形を示す模式図である。

【図 2 2】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の複合電極の構造を示す模式平面図である。

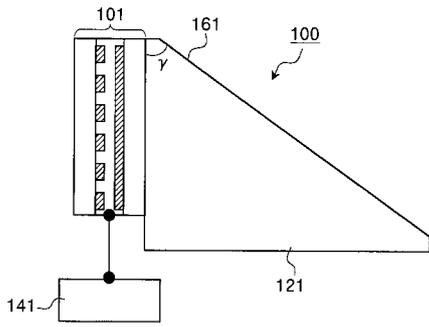
【図 2 3】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の複合電極の構造を示す模式平面図である。

【図 2 4】本発明の実施の形態における液晶光位相変調素子の位相分布を示す模式図である。

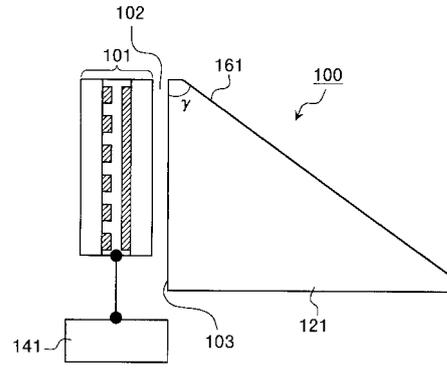
【符号の説明】

1 0 0	光偏向装置	
1 0 1	液晶光位相変調素子	
1 2 1	ウェッジ型プリズム	
1 2 3	2次元ウェッジ型プリズム	
1 4 1	駆動装置	
1 5 1	入射光	
1 5 3	第 1 の出射光	
1 5 5	第 2 の出射光	
1 5 7	第 3 の出射光	
1 6 1	出射面	20
1 7 1	P 偏光	
2 0 1	第 1 の透明基板	
2 0 3	第 2 の透明基板	
2 0 7	ダイレクタ	
2 0 9	ティルト角	
2 1 1	複合電極	
2 1 3	共通電極	
3 0 1	入射角度範囲	
3 0 3	出射角度範囲	
5 0 1	ネマティック液晶層	30
5 1 1	入射直線偏光	
6 2 1 . . . 6 4 0	個別電極	
6 7 1	第 1 の活性領域	
7 0 1	第 1 の集電極	
7 0 3	第 2 の集電極	
7 1 1	第 1 の信号電極	
7 1 3	第 2 の信号電極	
7 1 5	第 3 の信号電極	
7 1 7	第 4 の信号電極	
7 2 1 . . . 7 4 0	個別電極	40
7 5 1	第 1 の要素格子	
7 6 1	第 2 の要素格子	

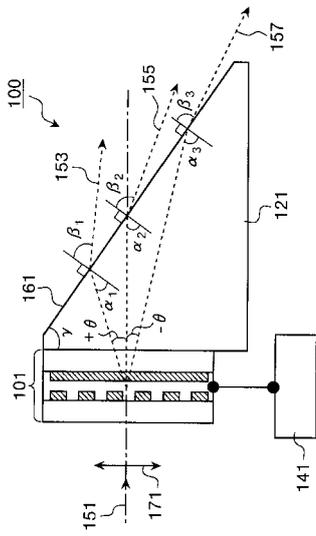
【 図 1 】



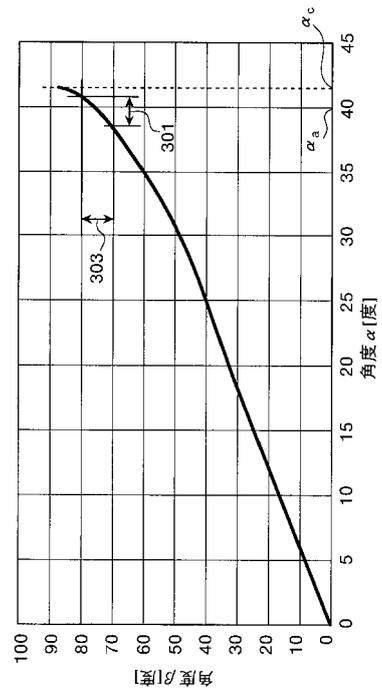
【 図 2 】



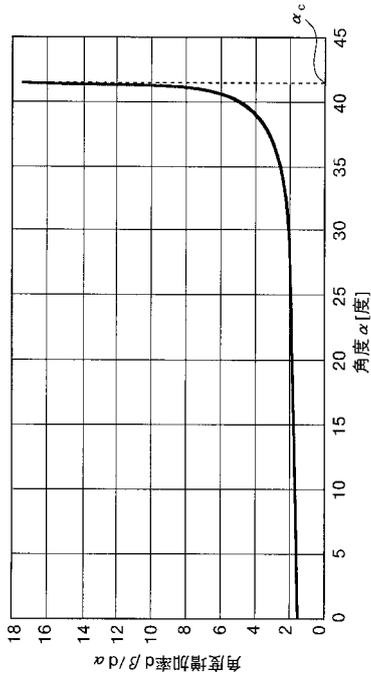
【 図 3 】



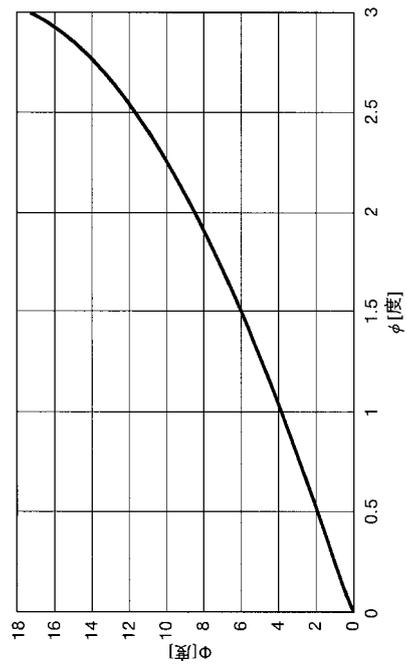
【 図 4 】



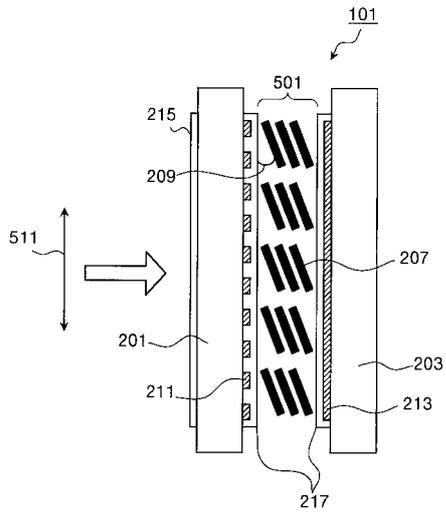
【 図 5 】



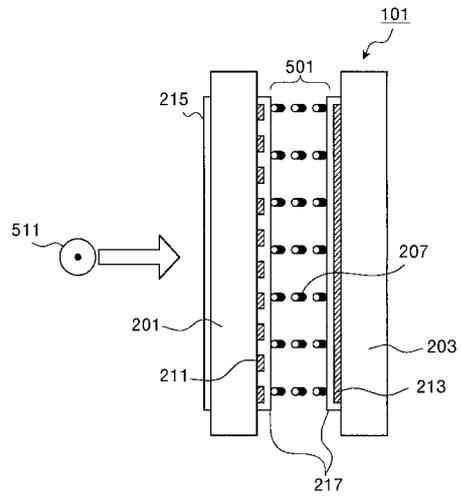
【 図 6 】



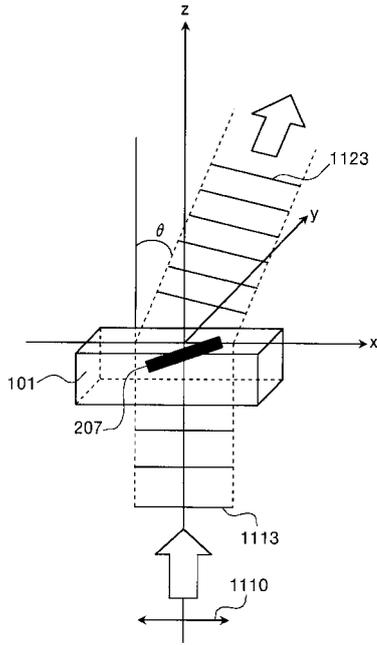
【 図 7 】



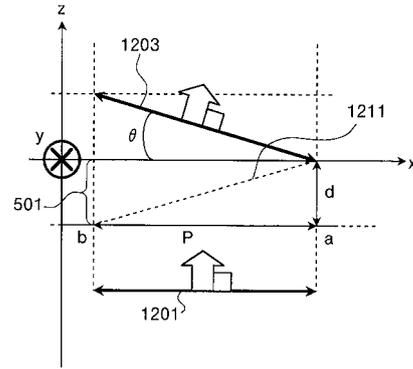
【 図 8 】



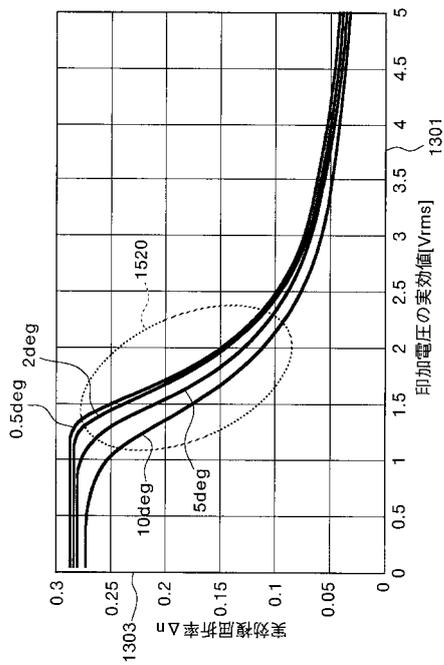
【図 9】



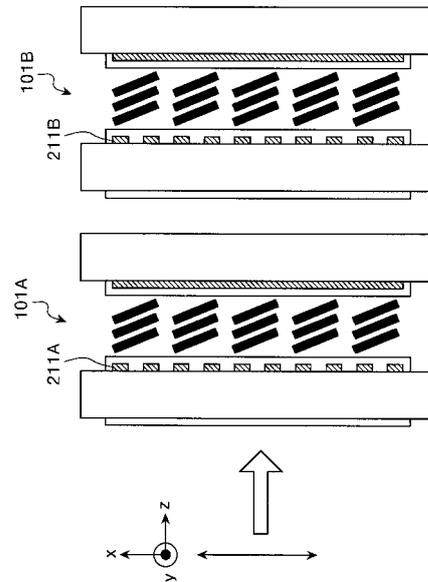
【図 10】



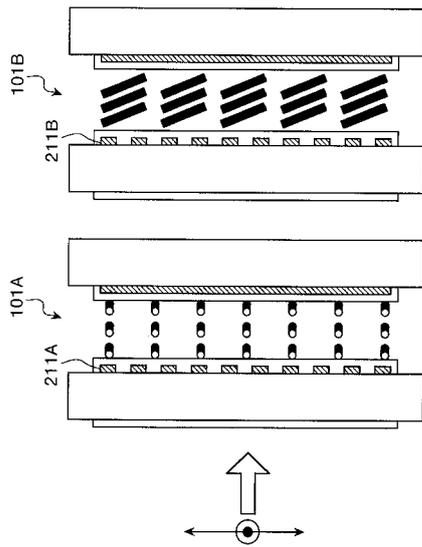
【図 11】



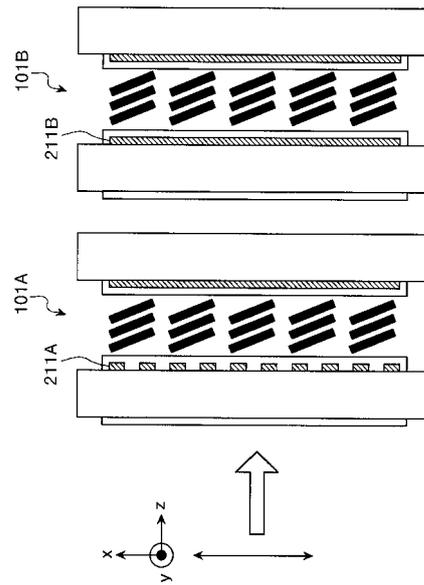
【図 12】



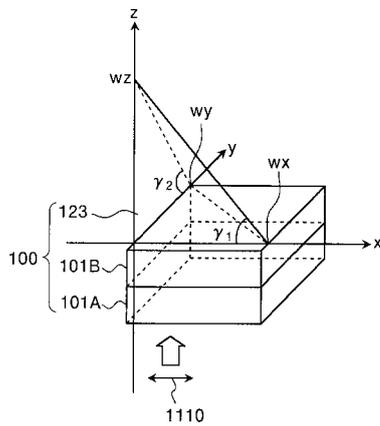
【図 13】



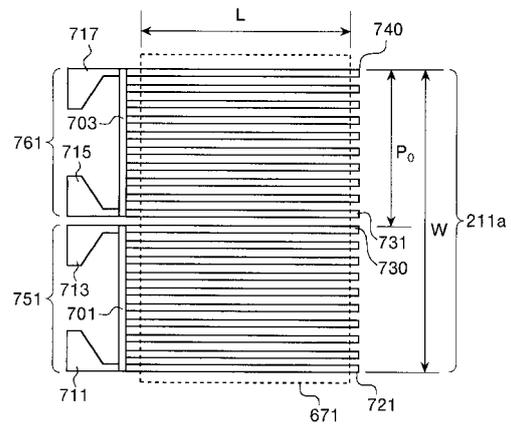
【図 14】



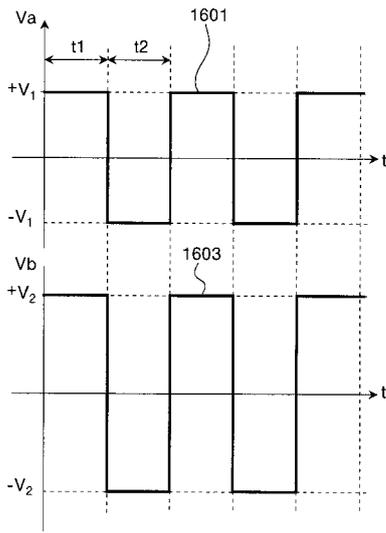
【図 15】



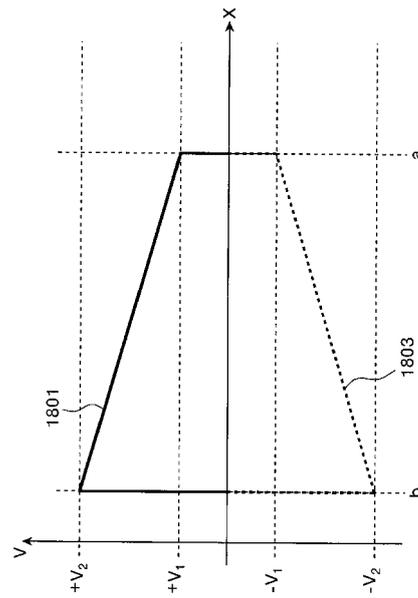
【図 16】



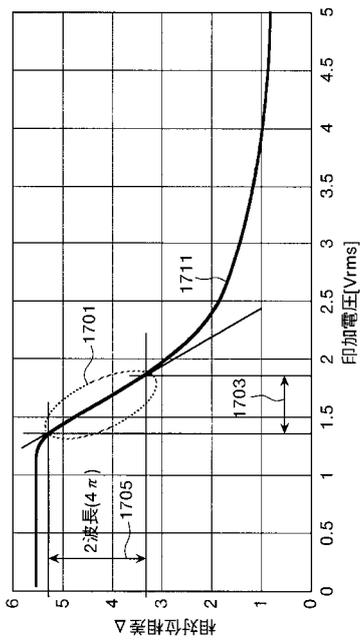
【図 17】



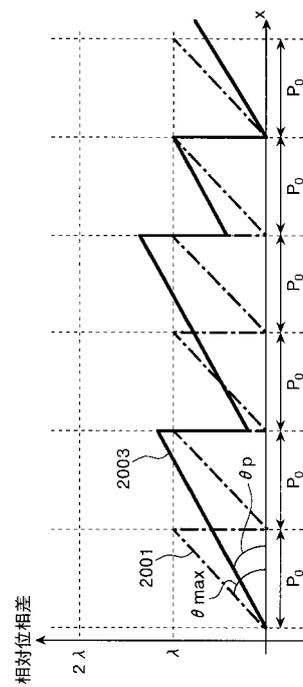
【図 18】



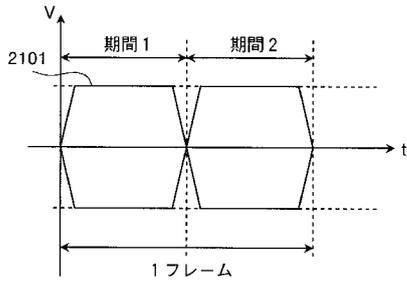
【図 19】



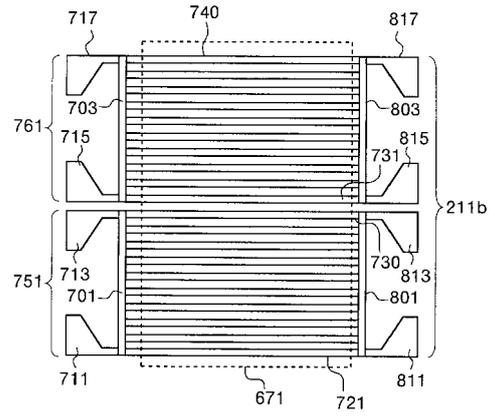
【図 20】



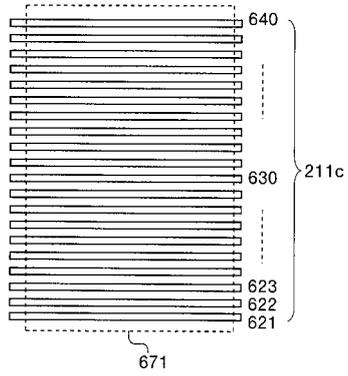
【図 2 1】



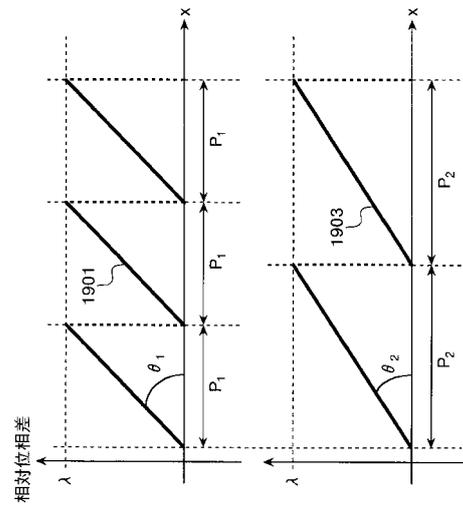
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 2 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第05126869 (US, A)
特開平04 - 269725 (JP, A)
特開平01 - 147527 (JP, A)
特開平07 - 218856 (JP, A)
特開昭57 - 186734 (JP, A)
国際公開第02 / 079871 (WO, A1)
特開昭48 - 003554 (JP, A)
特開平05 - 066427 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/13
G02F 1/29 - 1/313