(19)日本国特許庁(JP)　(12)特 許 公 報(B2)　(11)特許番号
特許第5860816号
(P5860816)
(45)発行日 平成28年2月16日(2016.2.16)　(24)登録日 平成27年12月25日(2015.12.25)

(51)Int.Cl.			FI		
G02F	1/13	(2006.01)	G02F	1/13	505
G02F	1/1335	(2006.01)	G02F	1/1335	510
G02F	1/1347	(2006.01)	G02F	1/1347	
G02B	27/22	(2006.01)	G02B	27/22	
G02F	1/29	(2006.01)	G02F	1/29	

請求項の数 9　(全 29 頁)

(21)出願番号　特願2012-550225(P2012-550225)
(86)(22)出願日　平成24年7月13日(2012.7.13)
(86)国際出願番号　PCT/JP2012/004537
(87)国際公開番号　WO2013/014875
(87)国際公開日　平成25年1月31日(2013.1.31)
審査請求日　平成27年3月17日(2015.3.17)
(31)優先権主張番号　61/510,541
(32)優先日　平成23年7月22日(2011.7.22)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　000005821
パナソニック株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100109210
弁理士　新居　広守
(72)発明者　杉山　圭司
日本国大阪府門真市大字門真１００６番地
パナソニック株式会社内
(72)発明者　式井　愼一
日本国大阪府門真市大字門真１００６番地
パナソニック株式会社内

審査官　佐藤　洋允

最終頁に続く

(54)【発明の名称】液晶表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

光を発する光照射部と、

前記光照射部からの光を偏向する光偏向器と、

前記光偏向器における光の偏向角度を制御する制御部と、

前記光偏向器からの光によって画像を形成する液晶パネルと、を備え、

前記光偏向器は、光の入射側から光の出射側に向かう方向に並んで配置された第１の光偏向器及び第２の光偏向器で構成され、

前記第１の光偏向器における光の最大偏向角度は、前記第２の光偏向器における光の最大偏向角度よりも小さく、且つ、前記第１の光偏向器における光の最大偏向速度は、前記第２の光偏向器における光の最大偏向速度よりも高速であり、

前記第１の光偏向器及び前記第２の光偏向器はそれぞれ、平面状に配置された複数の液晶偏向素子を有し、

前記制御部は、前記複数の液晶偏向素子の各々に電圧を印加して当該液晶偏向素子の屈折率を制御することにより、前記第１の光偏向器及び前記第２の光偏向器における光の偏向角度を制御し、

前記第１の光偏向器は、前記複数の液晶偏向素子が平面状に配置された光偏向層を、光の入射側から光の出射側に向かう方向に複数積層することにより構成される

液晶表示装置。

【請求項２】

前記複数の光偏向層は、少なくとも第１の光偏向層及び第２の光偏向層を含み、
前記制御部は、
前記第１の光偏向器における光の偏向方向を第１の偏向方向に制御する際には、前記第１の光偏向層において光を偏向しないように、前記第１の光偏向層における前記複数の液晶偏向素子の各々の屈折率を制御し、
前記第１の光偏向器における光の偏向方向を前記第１の偏向方向とは異なる第２の偏向方向に制御する際には、前記第２の光偏向層において光を偏向しないように、前記第２の光偏向層における前記複数の液晶偏向素子の各々の屈折率を制御する
請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項３】
前記制御部は、前記液晶パネルを視認する視認者と前記液晶パネルとの視距離を測定する視距離測定部を有し、
前記制御部は、前記第１の光偏向器により光が偏向される範囲の角度が、視認者の両目の間隔及び前記視距離測定部により測定された視距離により決定される両目角度と、前記液晶パネルから出射した光が視認者の目に入射するまでの間に回折作用により広がる広がり角度の半角とのうち、数値が大きい方の角度以上となるように制御する
請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項４】
前記制御部は、前記第１の光偏向器において光を特定の偏向方向に偏向させる度に、前記複数の光偏向層のうち少なくとも二つの前記光偏向層の各々における光の偏向角度を変化させる
請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項５】
前記複数の液晶偏向素子の各々は液晶を含んでおり、
前記第１の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向における高さは、前記第２の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向における高さよりも低い
請求項１～４のいずれか１項に記載の液晶表示装置。
【請求項６】
前記複数の液晶偏向素子の各々は液晶を含んでおり、
前記第１の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向に対して直交する方向における幅は、前記第２の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向に対して直交する方向における幅よりも小さい
請求項１～４のいずれか１項に記載の液晶表示装置。
【請求項７】
前記複数の液晶偏向素子の各々は液晶を含んでおり、
前記第１の光偏向器における前記複数の液晶の各々の屈折率の変化幅は、前記第２の光偏向器における前記複数の液晶の各々の屈折率の変化幅よりも小さい
請求項１～４のいずれか１項に記載の液晶表示装置。
【請求項８】
さらに、前記液晶パネルを視認する視認者の頭部の位置を検出する頭部位置検出部を備え、
前記制御部は、前記頭部位置検出部により検出された視認者の頭部の位置に基づいて、前記第２の光偏向器における光の偏向角度を制御する
請求項１～７のいずれか１項に記載の液晶表示装置。
【請求項９】
さらに、前記液晶パネルを視認する視認者の両目の位置を検出する両目位置検出部を備え、
前記制御部は、前記両目位置検出部により検出された視認者の両目の位置に基づいて、

前記第１の光偏向器における光の偏向角度を制御する
　請求項１～８のいずれか１項に記載の液晶表示装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、光を自在に偏向することができる光偏向器を用いた液晶表示装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
　入射した光を偏向させる光偏向器は、従来から種々研究されている。光偏向器は、例えばレーザプリンタ等に用いられるレーザスキャナにおいては、欠かすことのできないデバイスである。従来は、光偏向器として、例えばポリゴンスキャナ、ガルバノスキャナ及びＭＥＭＳ（Ｍｉｃｒｏ　Ｅｌｅｃｔｒｏ　Ｍｅｃｈａｎｉｃａｌ　Ｓｙｓｔｅｍ）ミラー等が使用されていた。しかしながら、ポリゴンスキャナ、ガルバノスキャナ及びＭＥＭＳミラー等では、部品を可動させるための可動部（機械的機構）を有するために、故障が発生しやすいという問題がある。そのため、可動部を設けることなく、光を偏向することができる光偏向器の開発が望まれている。
【０００３】
　その要望に対して、下記特許文献１に開示されているような光偏向器が提案されている。この光偏向器では、可動部を設けることなく、電圧の印加により液晶の屈折率が変調することを利用して光を偏向する。これにより、故障の発生が低減され、高い信頼性を得ることができる。
【０００４】
　また、下記特許文献２には、上述した光偏向器を用いて、３Ｄ（ｔｈｒｅｅ　ｄｉｍｅｎｓｉｏｎｓ）画像を表示することができる液晶表示装置が開示されている。この液晶表示装置では、光偏向器に入射した光は、所定のタイミングにおいて、液晶パネルを視認する視認者の右目に集光されるように偏向される。このタイミングに同期して、液晶パネルには、右目用の画像が表示される。上記所定のタイミングの後に、光偏向器に入射した光は、視認者の左目に集光されるように偏向される。このタイミングに同期して、液晶パネルには、左目用の画像が表示される。液晶パネルに表示される画像が所定の周期（例えば、８．３ｍｓｅｃ：１２０Ｈｚ）で右目用の画像と左目用の画像とに交互に切り替えられることにより、視認者は、液晶パネルに表示される画像を３Ｄ画像として認識することができる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【特許文献１】特表２００２－５２３８０２号公報
【特許文献２】特開平７－９８４３９号公報
【特許文献３】特許第４３６７７７５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
　上述した従来の液晶表示装置では、光偏向器における光の偏向角度を拡大するために、光偏向器を構成する液晶の高さ（すなわち、光の入射側から光の出射側に向かう方向における高さ）を比較的大きくした場合には、光偏向器における光の偏向速度が低下してしまう。光偏向器における光の偏向速度が低下した場合には、右目用の画像の表示と左目用の画像の表示とを高速で切り替えることができず、液晶パネルに表示される画像の画質が低下するという問題が生じる。
【０００７】
　本発明は、上記従来の課題を解決するものであり、その目的は、液晶パネルに表示される画像の画質の低下を抑制しながら、光の偏向角度を拡大することができる液晶表示装置

を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る液晶表示装置は、光を発する光照射部と、前記光照射部からの光を偏向する光偏向器と、前記光偏向器における光の偏向角度を制御する制御部と、前記光偏向器からの光によって画像を形成する液晶パネルと、を備え、前記光偏向器は、光の入射側から光の出射側に向かう方向に並んで配置された第１の光偏向器及び第２の光偏向器で構成され、前記第１の光偏向器における光の最大偏向角度は、前記第２の光偏向器における光の最大偏向角度よりも小さく、且つ、前記第１の光偏向器における光の最大偏向速度は、前記第２の光偏向器における光の最大偏向速度よりも高速であり、前記第１の光偏向器及び前記第２の光偏向器はそれぞれ、平面状に配置された複数の液晶偏向素子を有し、前記制御部は、前記複数の液晶偏向素子の各々に電圧を印加して当該液晶偏向素子の屈折率を制御することにより、前記第１の光偏向器及び前記第２の光偏向器における光の偏向角度を制御し、前記第１の光偏向器は、前記複数の液晶偏向素子が平面状に配置された光偏向層を、光の入射側から光の出射側に向かう方向に複数積層することにより構成される。

【０００９】

なお、これらの全般的又は具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム又はコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【発明の効果】

【００１０】

本発明の液晶表示装置では、液晶パネルに表示される画像の画質の低下を抑制しながら、光の偏向角度を拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１Ａ】図１Ａは、本発明の実施の形態１に係る液晶表示装置を示す断面図である。

【図１Ｂ】図１Ｂは、本発明の実施の形態１に係る液晶表示装置を示す断面図である。

【図２Ａ】図２Ａは、第１の光偏向器及び第２の光偏向器の各々の一部を拡大して示す断面図である。

【図２Ｂ】図２Ｂは、第１の光偏向器及び第２の光偏向器の各々の一部を拡大して示す断面図である。

【図３Ａ】図３Ａは、視認者の頭部の位置が所定の位置に固定されている場合における、光の偏向状態を説明するための図である。

【図３Ｂ】図３Ｂは、視認者の頭部の位置が所定の位置から移動した場合における、光の偏向状態を説明するための図である。

【図４Ａ】図４Ａは、第１の光偏向器による光の偏向制御を説明するための図である。

【図４Ｂ】図４Ｂは、第１の光偏向器による光の偏向制御を説明するための図である。

【図５】図５は、本発明の実施の形態２に係る液晶表示装置を示す断面図である。

【図６】図６は、本発明の実施の形態３に係る液晶表示装置を示す断面図である。

【図７Ａ】図７Ａは、本発明の実施の形態４に係る液晶表示装置による光の偏向制御を説明するための図である。

【図７Ｂ】図７Ｂは、本発明の実施の形態４に係る液晶表示装置による光の偏向制御を説明するための図である。

【図８Ａ】図８Ａは、本発明の実施の形態５に係る液晶表示装置による光の偏向制御を説明するための図である。

【図８Ｂ】図８Ｂは、本発明の実施の形態５に係る液晶表示装置による光の偏向制御を説明するための図である。

【図９】図９は、本発明の実施の形態６に係る液晶表示装置を示す断面図である。

【図１０】図１０は、本発明の実施の形態７に係る液晶表示装置を示す断面図である。
【図１１Ａ】図１１Ａは、図１０の第１の光源及び第１の導光板を抽出して示す図である。
【図１１Ｂ】図１１Ｂは、図１１Ａ中の領域Ｓを拡大して示す図である。
【図１２Ａ】図１２Ａは、第１の点灯状態における液晶表示装置を示す断面図である。
【図１２Ｂ】図１２Ｂは、第２の点灯状態における液晶表示装置を示す断面図である。
【図１３】図１３は、本発明の実施の形態８に係る液晶表示装置を示す断面図である。
【図１４Ａ】図１４Ａは、従来の液晶表示装置を示す断面図である。
【図１４Ｂ】図１４Ｂは、図１４Ａの液晶偏向素子を示す断面図である。
【図１４Ｃ】図１４Ｃは、図１４Ｂ中のＡ－Ａ線により切断した液晶偏向素子を示す断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
（本発明の基礎となった知見）
本発明者は、「背景技術」の欄において記載した液晶表示装置に関し、以下の問題が生じることを見出した。
【００１３】
図１４Ａは、従来の液晶表示装置を示す断面図である。図示の液晶表示装置６０は、光偏向器６０１、導光板６０２、光源６０３、液晶パネル６０４、一対のステレオカメラ６０５ａ，６０５ｂ及び制御部６０６を備えている。光偏向器６０１は、後述する液晶偏向素子６０１ａを横方向に複数個並べることにより構成されている。光偏向器６０１、光源６０３、液晶パネル６０４及び一対のステレオカメラ６０５ａ，６０５ｂはそれぞれ、制御部６０６によって制御される。
【００１４】
図１４Ｂは、図１４Ａの液晶偏向素子を示す断面図である。図１４Ｃは、図１４Ｂ中のＡ－Ａ線により切断した液晶偏向素子を示す断面図である。図示の液晶偏向素子６０１ａは、断面三角形状の液晶６１１と、液晶６１１の形状に対して相補的な形状を有する誘電体６１２と、を有している。誘電体６１２は液晶６１１の斜面側に配置されており、これにより液晶偏向素子６０１ａは全体として断面矩形状に構成されている。誘電体６１２は、例えば、プラスチック等の高分子樹脂又はガラス等で構成される。さらに、液晶偏向素子６０１ａの周囲には、３組の一対の電極６１３ａ，６１３ｂ，６１３ｃが配置されている。３組の一対の電極６１３ａ，６１３ｂ，６１３ｃはそれぞれ、液晶偏向素子６０１ａを挟んで相互に対向するように配置されている。
【００１５】
図１４Ｂ中の矢印６１４で示すように、光は、液晶偏向素子６０１ａに入射する。３組の一対の電極６１３ａ，６１３ｂ，６１３ｃ間にそれぞれ電圧（ゼロ電圧を含む）が印加されることにより、液晶６１１の屈折率が変調され、液晶６１１に入射した光が偏向される。具体的には、液晶６１１の屈折率ＮＬが誘電体６１２の屈折率ＮＤよりも高くなった場合には、光は、液晶６１１と誘電体６１２との界面において、図１４Ｂ中の矢印６１４ｈで示す方向に屈折する。液晶６１１の屈折率ＮＬが誘電体６１２の屈折率ＮＤよりも低くなった場合には、光は、液晶６１１と誘電体６１２との界面において、図１４Ｂ中の矢印６１４ｍで示す方向に屈折する。このように偏向された光は、液晶偏向素子６０１ａから出射する。なお、液晶６１１の屈折率ＮＬと誘電体６１２の屈折率ＮＤとが同じ値である場合には、光は、液晶６１１と誘電体６１２との界面において屈折することなく、図１４Ｂ中の矢印６１４ｓで示す方向に直進する。
【００１６】
次に、図１４Ａを参照しながら、液晶表示装置６０の動作の仕組みについて説明する。光源６０３から発した光は、導光板６０２の一側面に入射して導光板６０２の内部を伝搬し、導光板６０２の底面に設けられたプリズム形状により略垂直に立ち上げられた後に、導光板６０２の上面から出射する。光偏向器６０１に対して略垂直に入射した光は、所定

のタイミングにおいて視認者６０７の右目６０７ａに集光されるように、光偏向器６０１により偏向される。このタイミングに同期して、液晶パネル６０４には、右目用の画像が表示される。上記所定のタイミングの後に、光偏向器６０１に対して略垂直に入射した光は、視認者６０７の左目６０７ｂに集光されるように、光偏向器６０１により偏向される。このタイミングに同期して、液晶パネル６０４には、左目用の画像が表示される。液晶パネル６０４に表示される画像が所定の周期（例えば８．３ｍｓｅｃ：１２０Ｈｚ）で右目用の画像と左目用の画像とに交互に切り替えられることにより、視認者６０７は、液晶パネル６０４に表示される画像を３Ｄ画像として認識することができる。

【００１７】

視認者６０７の頭部の位置が所定の位置からずれた場合には、液晶パネル６０４からの光を視認者６０７の頭部の動きに追従させる必要がある。そのため、一対のステレオカメラ６０５ａ，６０５ｂにより検出された視認者６０７の右目６０７ａ及び左目６０７ｂの位置に基づいて、制御部６０６は、光偏向器６０１における光の偏向角度を制御する。

【００１８】

従来の液晶表示装置６０では、液晶パネル６０４からの光を視認者６０７の頭部の動きに追従させるために、光偏向器６０１における光の偏向角度を拡大することが課題となっている。一般に、光偏向器６０１における光の偏向角度を拡大するためには、液晶偏向素子６０１ａを構成する液晶６１１の高さＨ（すなわち、光の入射側から光の出射側に向かう方向における高さ）を比較的大きくすることにより、液晶６１１の斜面の傾斜角度θを比較的大きくする必要がある。

【００１９】

しかしながら、液晶６１１の高さＨが大きくなるに従って、液晶６１１の屈折率を変調させる速度が低下することにより、光偏向器６０１における光の偏向速度が低下する。高画質な３Ｄ画像を液晶パネル６０４に表示させるためには、右目用の画像の表示と左目用の画像の表示とを高速で切り替えることが求められる。そのため、光偏向器６０１における光の偏向速度が低下した場合には、右目用の画像の表示と左目用の画像の表示とを高速で切り替えることができず、液晶パネル６０４に表示される画像の画質が低下するという問題が生じる。

【００２０】

なお、上記特許文献３には、レンズアレイを用いることにより光の偏向角度を拡大する方法が開示されている。この方法では、光偏向器と液晶パネルとの間に２層のレンズアレイを設けることにより、光偏向器から出射した光の偏向角度を拡大することができる。しかしながら、このような方法では、レンズアレイによる収差等の影響により、液晶パネルに表示される画像の画質が低下するおそれがある。例えば、光偏向器から出射する光の偏向角度をレンズアレイによって５倍に拡大した場合には、レンズアレイから出射する光の直径は、レンズアレイに入射する光の直径に対して５分の１に縮小される。これにより、レンズアレイからの光によって液晶パネルが照射される面積が小さくなるため、液晶パネルにおいてモアレ及び画素抜け等が発生するおそれがある。

【００２１】

このような問題を解決するために、本発明の一態様に係る液晶表示装置は、光を発する光照射部と、前記光照射部からの光を偏向する光偏向器と、前記光偏向器における光の偏向角度を制御する制御部と、前記光偏向器からの光によって画像を形成する液晶パネルと、を備え、前記光偏向器は、光の入射側から光の出射側に向かう方向に並んで配置された第１の光偏向器及び第２の光偏向器で構成され、前記第１の光偏向器における光の最大偏向角度は、前記第２の光偏向器における光の最大偏向角度よりも小さく、且つ、前記第１の光偏向器における光の最大偏向速度は、前記第２の光偏向器における光の最大偏向速度よりも高速であり、前記第１の光偏向器及び前記第２の光偏向器はそれぞれ、平面状に配置された複数の液晶偏向素子を有し、前記制御部は、前記複数の液晶偏向素子の各々に電圧を印加して当該液晶偏向素子の屈折率を制御することにより、前記第１の光偏向器及び前記第２の光偏向器における光の偏向角度を制御し、前記第１の光偏向器は、前記複数の

液晶偏向素子が平面状に配置された光偏向層を、光の入射側から光の出射側に向かう方向に複数積層することにより構成される。

【００２２】

本態様によれば、第１の光偏向器によって光を比較的高速な偏向速度で偏向させることができるとともに、第２の光偏向器によって光を比較的大きな偏向角度で偏向させることができる。これにより、液晶パネルに表示される画像の画質の低下を抑制しながら、光の偏向角度を拡大することができる。また、複数の光偏向層を積層して第１の光偏向器を構成することにより、第１の光偏向器における光の偏向角度をより大きくすることができる。

【００２３】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、前記複数の光偏向層は、少なくとも第１の光偏向層及び第２の光偏向層を含み、前記制御部は、前記第１の光偏向器における光の偏向方向を第１の偏向方向に制御する際には、前記第１の光偏向層において光を偏向しないように、前記第１の光偏向層における前記複数の液晶偏向素子の各々の屈折率を制御し、前記第１の光偏向器における光の偏向方向を前記第１の偏向方向とは異なる第２の偏向方向に制御する際には、前記第２の光偏向層において光を偏向しないように、前記第２の光偏向層における前記複数の液晶偏向素子の各々の屈折率を制御するように構成してもよい。

【００２４】

本態様によれば、光が第１の光偏向層を通過する際に回折作用により広がるのを抑制することができ、クロストークの発生を抑制することができる。

【００２５】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、前記制御部は、前記液晶パネルを視認する視認者と前記液晶パネルとの視距離を測定する視距離測定部を有し、前記制御部は、前記第１の光偏向器により光が偏向される範囲の角度が、視認者の両目の間隔及び前記視距離測定部により測定された視距離により決定される両目角度と、前記液晶パネルから出射した光が視認者の目に入射するまでの間に回折作用により広がる広がり角度の半角とのうち、数値が大きい方の角度以上となるように制御するように構成してもよい。

【００２６】

本態様によれば、視認者と液晶パネルとの視距離が変化した場合であっても、クロストークの発生を抑制することができる。

【００２７】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、前記制御部は、前記第１の光偏向器において光を特定の偏向方向に偏向させる度に、前記複数の光偏向層のうち少なくとも二つの前記光偏向層の各々における光の偏向角度を変化させるように構成してもよい。

【００２８】

本態様によれば、第１の光偏向器において光を特定の偏向方向に偏向させる度に、第１の光偏向器の内部における光の経路を変化させることができる。これにより、光源としてレーザ光源を用いた場合であっても、スペックルの発生を抑制することができる。

【００２９】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、前記複数の液晶偏向素子の各々は液晶を含んでおり、前記第１の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向における高さは、前記第２の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向における高さよりも低いように構成してもよい。

【００３０】

本態様によれば、第１の光偏向器における光の偏向速度を第２の光偏向器における光の偏向速度よりも高速にすることができる。

【００３１】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、前記複数の液晶偏向素子の各々

は液晶を含んでおり、前記第１の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向に対して直交する方向における幅は、前記第２の光偏向器における前記複数の液晶の各々の、光の入射側から光の出射側に向かう方向に対して直交する方向における幅よりも小さいように構成してもよい。

【００３２】

本態様によれば、第２の光偏向器における光の偏向角度を第１の光偏向器における光の偏向角度よりも大きくすることができる。

【００３３】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、前記複数の液晶偏向素子の各々は液晶を含んでおり、前記第１の光偏向器における前記複数の液晶の各々の屈折率の変化幅は、前記第２の光偏向器における前記複数の液晶の各々の屈折率の変化幅よりも小さいように構成してもよい。

【００３４】

本態様によれば、第１の光偏向器における光の偏向速度を第２の光偏向器における光の偏向速度よりも高速にすることができる。

【００３５】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、さらに、前記液晶パネルを視認する視認者の頭部の位置を検出する頭部位置検出部を備え、前記制御部は、前記頭部位置検出部により検出された視認者の頭部の位置に基づいて、前記第２の光偏向器における光の偏向角度を制御するように構成してもよい。

【００３６】

本態様によれば、視認者の頭部の位置に基づいて第２の光偏向器における光の偏向角度を制御することにより、液晶パネルからの光を視認者の頭部の動きに追従させることができる。

【００３７】

例えば、本発明の一態様に係る液晶表示装置において、さらに、前記液晶パネルを視認する視認者の両目の位置を検出する両目位置検出部を備え、前記制御部は、前記両目位置検出部により検出された視認者の両目の位置に基づいて、前記第１の光偏向器における光の偏向角度を制御するように構成してもよい。

【００３８】

本態様によれば、視認者の両目の位置に基づいて第１の光偏向器における光の偏向角度を制御することにより、液晶パネルからの光を視認者の両目に集光させることができる。

【００３９】

なお、これらの全般的又は具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム又はコンピュータ読み取り可能なＣＤ－ＲＯＭ等の記録媒体で実現されてもよく、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム及び記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

【００４０】

（実施の形態）

以下、本発明の一態様に係る液晶表示装置について、図面を参照しながら説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序等は、一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、以下の実施の形態における構成要素のうち、最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素については、任意の構成要素として説明される。

【００４１】

（実施の形態１）

図１Ａ及び図１Ｂはそれぞれ、本発明の実施の形態１に係る液晶表示装置１を示す断面図である。図示の液晶表示装置１は、光源１１、導光板１２、第１の光偏向器１３、第２の光偏向器１４、液晶パネル１５、一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂ（頭部位置検出

部及び両目位置検出部を構成する）及び制御部１７を備えている。本実施の形態の液晶表示装置１は、例えば、専用のメガネを装着することなく、裸眼で３Ｄ画像を視認することができるタブレット型の３Ｄディスプレイである。

【００４２】

光源１１は、例えば、図１Ａの紙面に対して垂直な方向に並んで配置された複数のＬＥＤ（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ）で構成されている。光源１１は、導光板１２の一側面１２ａに向けて光を照射する。

【００４３】

導光板１２の下面には、プリズム形状の凹凸１２ｂが形成されている。導光板１２の上面には、導光板１２の一側面１２ａに対して略垂直な方向に延びる主面１２ｃが形成されている。なお、光源１１及び導光板１２は、光照射部１８を構成する。

【００４４】

第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４は、光の入射側から光の出射側に向かう方向（すなわち、図１Ａにおいて上下方向）に並んで配置されている。なお、光の入射側とは図１Ａにおける下側であり、光の出射側とは図１Ａにおける上側である。第１の光偏向器１３は、導光板１２の主面１２ｃに対向して設けられている。第２の光偏向器１４は、第１の光偏向器１３の光の出射側に対向して設けられている。なお、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４は、光偏向器１９を構成する。第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４の各々の構成については、後述する。

【００４５】

液晶パネル１５は、第２の光偏向器１４の光の出射側に対向して設けられている。液晶パネル１５の表示領域には、複数の画素がマトリクス状に配置されている。

【００４６】

一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂはそれぞれ、液晶パネル１５を視認する視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂを撮影する。これにより、一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂは、視認者５０の頭部の位置と、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂの各々の位置と、を検出する。

【００４７】

制御部１７は、一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂの各々から送られた画像信号に基づいて、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４の各々における光の偏向角度を制御する。さらに、制御部１７は、液晶パネル１５に表示される画像を制御するとともに、光源１１の点灯状態を制御する。

【００４８】

次に、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４の各々の構成について説明する。図２Ａ及び図２Ｂはそれぞれ、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４の各々の一部を拡大して示す断面図である。

【００４９】

図２Ａに示すように、第１の光偏向器１３は、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂを、光の入射側から光の出射側に向かう方向に積層することにより構成されている。すなわち、第１の光偏向層１３ａは導光板１２側に配置され、第２の光偏向層１３ｂは第２の光偏向器１４側に配置されている。

【００５０】

第１の光偏向層１３ａは、複数の液晶偏向素子１３１ａを平面状に配置することにより構成されている。複数の液晶偏向素子１３１ａの各々は、断面三角形状の液晶１３２ａと、液晶１３２ａの形状に対して相補的な形状を有する誘電体１３３ａと、を有している。誘電体１３３ａは、例えば、プラスチック等の高分子樹脂又はガラス等で構成される。誘電体１３３ａは、液晶１３２ａの斜面側に配置されている。これにより、複数の液晶偏向素子１３１ａの各々は、全体として断面矩形状に構成されている。

【００５１】

複数の液晶偏向素子１３１ａの各々の周囲には、液晶１３２ａに電圧を印加するための

一対の電極（図示せず）が設けられている。一対の電極は、複数の液晶偏向素子１３１ａの各々を挟んで相互に対向するように配置されている。制御部１７が一対の電極間に印加する電圧を制御することにより、液晶１３２ａの屈折率ＮＬが所定の変調幅で変調される。例えば、一対の電極間に第１の電圧が印加された際には、液晶１３２ａの屈折率ＮＬは、誘電体１３３ａの屈折率ＮＤよりも高くなる。一対の電極間に上記第１の電圧とは異なる第２の電圧が印加された際には、液晶１３２ａの屈折率ＮＬは、誘電体１３３ａの屈折率ＮＤよりも低くなる。一対の電極間に上記第１の電圧及び上記第２の電圧とは異なる第３の電圧が印加された状態では、液晶１３２ａの屈折率ＮＬは、誘電体１３３ａの屈折率ＮＤと同じ値になる。このようにして、液晶偏向素子１３１ａの内部における屈折率分布が変調される。なお、第１の電圧、第２の電圧及び第３の電圧はそれぞれ、ある大きさの電圧であるが、ゼロ電圧も含まれる。

【００５２】

一対の電極間に上記第３の電圧が印加された場合には、液晶１３２ａの屈折率ＮＬと誘電体１３３ａの屈折率ＮＤとが同じ値になる。これにより、図２Ａ中の矢印１０１で示すように液晶１３２ａに入射した光は、液晶１３２ａと誘電体１３３ａとの界面で屈折することなく、図２Ａ中の矢印１０１ｓで示すように直進する。一対の電極間に上記第１の電圧が印加された場合には、液晶１３２ａの屈折率ＮＬが誘電体１３３ａの屈折率ＮＤよりも高くなるので、光は、図２Ａ中の矢印１０１ｈで示すように、液晶１３２ａと誘電体１３３ａとの界面で屈折される。また、一対の電極間に上記第２の電圧が印加された場合には、液晶１３２ａの屈折率ＮＬが誘電体１３３ａの屈折率ＮＤよりも低くなるので、光は、図２Ａ中の矢印１０１ｍで示すように、液晶１３２ａと誘電体１３３ａとの界面で屈折される。

【００５３】

第２の光偏向層１３ｂは、第１の光偏向層１３ａと同様に、複数の液晶偏向素子１３１ｂを平面状に配置することにより構成されている。複数の液晶偏向素子１３１ｂの各々は、第１の光偏向層１３ａの液晶偏向素子１３１ａと同様に、液晶１３２ｂ及び誘電体１３３ｂを有している。複数の液晶偏向素子１３１ｂの各々の周囲には、液晶１３２ｂに電圧を印加するための一対の電極（図示せず）が設けられている。制御部１７が一対の電極間に印加する電圧を制御することにより、上述と同様に、液晶偏向素子１３１ｂの内部における屈折率分布が変調される。なお、本実施の形態では、第２の光偏向層１３ｂにおける液晶１３２ｂの斜面の傾斜方向は、第１の光偏向層１３ａにおける液晶１３２ａの斜面の傾斜方向とは反対方向であるが、同一方向でもよい。

【００５４】

この第１の光偏向器１３では、入射した光が第１の光偏向器１３の面内の各部位において所定の方向（図１Ａ及び図２Ａにおいて左右方向）において２次元的に偏向されるので、第１の光偏向器１３から出射した光を３次元空間内の所定の集光点に集光させることができる。

【００５５】

第２の光偏向器１４は、第１の光偏向器１３と同様に、複数の液晶偏向素子１４１を平面状に配置することにより構成されている。複数の液晶偏向素子１４１の各々は、第１の光偏向層１３ａの液晶偏向素子１３１ａと同様に、液晶１４２及び誘電体１４３を有している。複数の液晶偏向素子１４１の各々の周囲には、液晶１４２に電圧を印加するための一対の電極（図示せず）が設けられている。制御部１７が一対の電極間に印加する電圧を制御することにより、上述と同様に、液晶偏向素子１４１の内部における屈折率分布が変調される。

【００５６】

この第２の光偏向器１４では、入射した光が第２の光偏向器１４の面内の各部位において上記所定の方向において２次元的に偏向されるので、第２の光偏向器１４から出射した光を３次元空間内の所定の集光点に集光させることができる。

【００５７】

本実施の形態では、第１の光偏向器１３の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の高さＨ１（すなわち、光の入射側から光の出射側に向かう方向における高さ）は、第２の光偏向器１４の液晶１４２の高さＨ２よりも低くなるように設計されている。上述のように、液晶の高さが低いほど、液晶の屈折率を高速で変調させることができる。そのため、第１の光偏向器１３における光の最大偏向速度は、第２の光偏向器１４における光の最大偏向速度よりも高速である。なお、偏向速度とは、光の偏向角度の時間的な変化の割合をいう。

【００５８】

さらに、第２の光偏向器１４の液晶１４２の斜面の傾斜角度θ２は、第１の光偏向器１３の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の斜面の傾斜角度θ１よりも大きくなるように設計されている。上述のように、液晶の斜面の傾斜角度が大きいほど、光の偏向角度を大きくすることができる。そのため、第２の光偏向器１４における光の最大偏向角度は、第１の光偏向器１３における光の最大偏向角度よりも大きい。なお、偏向角度とは、鉛直方向（すなわち、光の入射側から光の出射側に向かう方向）に対する光の進行方向の角度をいう。例えば、鉛直方向に進む光の偏向角度は０°である。

【００５９】

なお、第１の光偏向器１３の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の幅Ｗ１（すなわち、光の入射側から光の出射側に向かう方向に対して直交する方向における幅）は、第２の光偏向器１４の液晶１４２の幅Ｗ２よりも小さくなるように設計されている。

【００６０】

本実施の形態では、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４の両方を用いることにより、上記所定の方向において２次元的に光を偏向させることができる。これら第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４の各々の役割について、図３Ａ及び図３Ｂを用いて説明する。

【００６１】

図３Ａは、視認者５０の頭部の位置が所定の位置に固定されている場合における、光の偏向状態を説明するための図である。図３Ｂは、視認者５０の頭部の位置が所定の位置から移動した場合における、光の偏向状態を説明するための図である。図３Ａに示されるように、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置に固定されている場合には、液晶パネル１５上の画素（図３Ａの例では、液晶パネル１５の中心に配置された画素）からの光を視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに向けて偏向する際に、光が偏向される範囲の角度はθｃである。すなわち、液晶パネル１５からの光は、偏向中心Ｃ０を中心として角度θｃの範囲で偏向される。一方、図３Ｂに示されるように、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置から移動した場合には、液晶パネル１５上の画素からの光を視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに向けて偏向する際に、光が偏向される範囲の角度はθｄである。すなわち、視認者５０が図３Ｂにおいて左側に移動した際には、液晶パネル１５からの光は、偏向中心Ｃ１を中心として偏向され、視認者５０が図３Ｂにおいて右側に移動した際には、液晶パネル１５からの光は、偏向中心Ｃ２を中心として偏向される。

【００６２】

視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂの間隔Ｄ１（以下、「目幅Ｄ１」という）と、視認者５０の頭部が動くことのできる範囲Ｄ２（以下、「移動可能範囲Ｄ２」という）とを比較した場合には、移動可能範囲Ｄ２が目幅Ｄ１よりも大きい。そのため、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置から移動した際には、光偏向器１９は比較的大きな角度θｄの範囲で光を偏向させる必要がある。例えば、視認者５０の目幅Ｄ１を６０ｍｍ、視認者５０と液晶パネル１５との視距離Ｄ３を３００ｍｍとした場合には、角度θｃの値は１６°である。さらに、例えば、移動可能範囲Ｄ２を１６６ｍｍとした場合には、角度θｄの値は３１°である。すなわち、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置から移動することを想定した場合において光偏向器１９に求められる偏向角度は、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置に固定されていることを想定した場合において光偏向器１９に求められる偏向角度よりも大きい。

【００６３】

また、液晶パネル１５からの光を視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに向けて偏向させるために必要な偏向速度と、液晶パネル１５からの光を視認者５０の頭部の動きに追従させるために必要な偏向速度とは大きく異なる。上述のように、高画質な３Ｄ画像を液晶パネル１５に表示させるためには、液晶パネル１５に表示させる画像を右目用の画像と左目用の画像とに比較的高速で（例えば、フレームレートで１２０Ｈｚ）切り替える必要がある。そのため、液晶パネル１５からの光を視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに向けて偏向させるために必要な偏向速度は、比較的高速である必要がある。一方、液晶パネル１５からの光を視認者５０の頭部の動きに追従させるために必要な光の偏向速度は、比較的低速でよい。

【００６４】

従って、本実施の形態では、第１の光偏向器１３は、光を視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに向けて偏向させるために、比較的小さい偏向角度で、且つ、比較的高速な偏向速度で光を偏向させる。一方、第２の光偏向器１４は、光を視認者５０の頭部の動きに追従させるために、比較的大きい偏向角度で、且つ、比較的低速な偏向速度で光を偏向させる。

【００６５】

ここで、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４による光の偏向制御について説明する。図２Ａに示すように、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置に固定されている場合には、第１の光偏向器１３に入射した光は、第１の光偏向器１３により、偏向中心Ｃ０を中心として角度θａの範囲で偏向される。第１の光偏向器１３により偏向された光は、例えば第２の光偏向器１４により偏向されることなく、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに向けて交互に偏向される。

【００６６】

図２Ｂに示すように、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置から移動した場合には、第１の光偏向器１３に入射した光は、第１の光偏向器１３により偏向中心Ｃ０を中心として角度θａの範囲で偏向される。その後、第１の光偏向器１３により偏向された光は、第２の光偏向器１４により偏向中心Ｃ１を中心として角度θｂの範囲で更に偏向される。このとき、偏向中心Ｃ１は、視認者５０の頭部の位置に応じて変動する。これにより、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４により偏向された光は、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに向けて交互に偏向される。

【００６７】

さらに、本実施の形態では、第１の光偏向器１３において光の偏向方向が切り替えられる毎に、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂのいずれか一方において光が偏向されないように制御される。なお、偏向方向とは、偏向された光の進行方向をいう。図４Ａ及び図４Ｂはそれぞれ、第１の光偏向器１３による光の偏向制御を説明するための図である。

【００６８】

図４Ａに示すように、第１の光偏向器１３における光の偏向方向が第１の偏向方向に制御される際には、制御部１７は、第１の光偏向層１３ａにおいて光を偏向しないように、第１の光偏向層１３ａにおける複数の液晶偏向素子１３１ａの各々の屈折率を制御する。このとき、制御部１７は、第１の光偏向層１３ａにおいて液晶１３２ａの屈折率ＮＬ１と誘電体１３３ａの屈折率ＮＤ１とが等しくなるように（例えば、ＮＬ１＝ＮＤ１＝１．６１）、液晶１３２ａの屈折率ＮＬ１を変調する。さらに、制御部１７は、第２の光偏向層１３ｂにおいて液晶１３２ｂの屈折率ＮＬ２と誘電体１３３ｂの屈折率ＮＤ２とが異なるように（例えば、ＮＬ２＝１．５１、ＮＤ２＝１．６１）、液晶１３２ｂの屈折率ＮＬ２を変調する。

【００６９】

図４Ｂに示すように、第１の光偏向器１３における光の偏向方向が上記第１の偏向方向とは異なる第２の偏向方向に制御される際には、制御部１７は、第２の光偏向層１３ｂにおいて光を偏向しないように、第２の光偏向層１３ｂにおける複数の液晶偏向素子１３１

ｂの各々の屈折率を制御する。このとき、制御部１７は、第２の光偏向層１３ｂにおいて液晶１３２ｂの屈折率ＮＬ２と誘電体１３３ｂの屈折率ＮＤ２とが等しくなるように（例えば、ＮＬ２＝ＮＤ２＝１．６１）、液晶１３２ｂの屈折率ＮＬ２を変調する。さらに、制御部１７は、第１の光偏向層１３ａにおいて液晶１３２ａの屈折率ＮＬ１と誘電体１３３ａの屈折率ＮＤ１とが異なるように（例えば、ＮＬ１＝１．５１、ＮＤ１＝１．６１）、液晶１３２ａの屈折率ＮＬ１を変調する。

【００７０】

このような光の偏向制御を行うことにより、次のような効果が得られる。例えば、第１の光偏向器１３の液晶１３２ａの幅をＷ、光の波長をλとしたとき、第１の光偏向器１３から出射する光は、回折作用により半角でλ／Ｗ（単位：ラジアン）だけ広がる。液晶パネル１５に３Ｄ画像を表示させる際には、右目用の画像と左目用の画像とをそれぞれ視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに交互に入射させる。このとき、光が大きく広がっている場合には、右目用の画像が視認者５０の左目５１ｂにも入射するとともに、左目用の画像が視認者５０の右目５１ａにも入射する、いわゆるクロストークが発生してしまう。

【００７１】

本実施の形態では、例えば第１の光偏向器１３における光の偏向方向が第１の偏向方向に制御される際に、第２の光偏向層１３ｂの液晶１３２ｂは、光に対しては開口として作用する。そのため、第２の光偏向層１３ｂを通過した光は、回折作用により広がる。しかしながら、第１の光偏向層１３ａにおいては、液晶１３２ａの屈折率ＮＬ１と誘電体１３３ａの屈折率ＮＤ１とが等しいため、第１の光偏向層１３ａは、光に対しては均一な屈折率を有する平板として作用する。そのため、第１の光偏向層１３ａを通過した光には、回折作用による広がりが生じない。

【００７２】

同様に、例えば第１の光偏向器１３における光の偏向方向が第２の偏向方向に制御される際に、第１の光偏向層１３ａの液晶１３２ａは、光に対しては開口として作用する。そのため、第１の光偏向層１３ａを通過した光は、回折作用により広がる。しかしながら、第２の光偏向層１３ｂにおいては、液晶１３２ｂの屈折率ＮＬ２と誘電体１３３ｂの屈折率ＮＤ２とが等しいため、第２の光偏向層１３ｂは、光に対しては均一な屈折率を有する平板として作用する。そのため、第２の光偏向層１３ｂを通過した光には、回折作用による広がりが生じない。

【００７３】

以上のように、本実施の形態では、第１の光偏向器１３において光の偏向方向が切り替えられる毎に、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂのいずれか一方において光が偏向されないように制御することにより、回折作用により光が広がるのを抑制し、クロストークが発生することを抑制することができる。なお、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂの各々において光を偏向させることもできる。この場合には、第１の光偏向器１３における光の偏向角度をより大きくすることができる。

【００７４】

次に、図１Ａ及び図１Ｂを参照しながら、本実施の形態の液晶表示装置１の動作の仕組みについて説明する。図１Ａは、視認者５０の頭部の位置が所定の位置に固定されている状態を示し、図１Ｂは、視認者５０の頭部の位置が上記所定の位置から移動した状態を示す。

【００７５】

一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂはそれぞれ、液晶パネル１５を視認する視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂを撮影する。制御部１７は、一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂの各々により撮影された画像の差に基づいて、視認者５０の頭部の位置と、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂの各々の位置と、を検出する。制御部１７は、この検出結果に基づいて、第１の光偏向器１３を構成する複数の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々に印加される電圧を制御することにより、複数の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の屈折率を変調する。さらに、制御部１７は、この検出結果に基づいて、第２の光偏向器１４を構

成する複数の液晶１４２の各々に印加される電圧を制御することにより、複数の液晶１４２の各々の屈折率を変調する。

【００７６】

光源１１から発した光は、導光板１２の一側面１２ａに入射して導光板１２の内部を伝搬し、導光板１２の下面に形成された凹凸１２ｂにより略垂直に曲げられた後に、導光板１２の主面１２ｃから出射する。導光板１２の主面１２ｃから出射した光は、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４をそれぞれ通過した後に、液晶パネル１５に入射する。液晶パネル１５から出射した光は、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに交互に集光される。なお、第２の光偏向器１４から出射した光が液晶パネル１５に照射されることにより、液晶パネル１５に画像（すなわち、右目用の画像及び左目用の画像）が形成される。

【００７７】

光源１１が点灯を開始してから所定の時間が経過するまでの間、制御部１７は、第１の光偏向器１３を構成する複数の液晶１３２ａ，１３３ａの各々の屈折率を変調するとともに、第２の光偏向器１４を構成する複数の液晶１４２の各々の屈折率を変調する。これにより、導光板１２の主面１２ｃから出射した光は、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４によって、視認者５０の右目５１ａに向けて偏向される。第２の光偏向器１４から出射した光は、図１Ａ及び図１Ｂ中の実線の矢印で示すように、液晶パネル１５を通過した後に視認者５０の右目５１ａに集光される。制御部１７は、視認者５０の右目５１ａに向けて光が偏向されるタイミングで、液晶パネル１５に右目用の画像を表示させる。

【００７８】

上記所定の時間が経過した後に、制御部１７は、第１の光偏向器１３を構成する複数の液晶１３２ａ，１３３ａの各々の屈折率を変調するとともに、第２の光偏向器１４を構成する複数の液晶１４２の各々の屈折率を変調する。これにより、導光板１２の主面１２ｃから出射した光は、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４によって、視認者５０の左目５１ｂに向けて偏向される。第２の光偏向器１４から出射した光は、図１Ａ及び図１Ｂ中の破線の矢印で示すように、液晶パネル１５を通過した後に視認者５０の左目５１ｂに集光される。制御部１７は、視認者５０の左目５１ｂに向けて光が偏向されるタイミングで、液晶パネル１５に上記右目用の画像とは異なる左目用の画像を表示させる。

【００７９】

上述したように、制御部１７は、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４による光の偏向方向を時系列で切り替える。これにより、液晶パネル１５から出射した光は、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに時系列で交互に集光される。右目用の画像及び左目用の画像がそれぞれ視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに交互に入射されることにより、視認者５０は、液晶パネル１５に表示された画像を３Ｄ画像として認識することができる。

【００８０】

本実施の形態では、第１の光偏向器１３における光の偏向角度は比較的小さいため、第１の光偏向器１３を構成する複数の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の高さＨ１を低くした場合においても、複数の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の幅Ｗ１を大きくすることができる。一般に、液晶の幅が小さいほど回折作用による光の広がりが大きくなるが、本実施の形態では、複数の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の幅を小さくする度合いが低減されるので、回折作用による光の広がりを抑えて、クロストークの発生を抑制することができる。

【００８１】

また、第２の光偏向器１４における光の偏向速度は比較的小さいため、第２の光偏向器１４を構成する液晶１４２の各々の斜面の傾斜角度θ２を大きくした場合においても、複数の液晶１４２の各々の高さＨ２及び幅Ｗ２を大きくすることができる。これにより、上述と同様に、回折作用による光の広がりを抑えて、クロストークの発生を抑制することができる。

【００８２】

なお、本実施の形態では、導光板１２の下面にプリズム形状の凹凸１２ｂを設けたが、これに限定されず、同一の機能を有する他の構造を採用することもできる。また、本実施の形態では、光照射部１８を光源１１及び導光板１２で構成したが、これに限られず、導光板１２に代えて、導光板１２と同一の機能を有する他の部材を用いることもできる。

【００８３】

本実施の形態では、第２の光偏向器１４における光の偏向角度を第１の光偏向器１３における光の偏向角度よりも大きくするために、第２の光偏向器１４の液晶１４２の高さＨ２を第１の光偏向器１３の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の高さＨ１よりも高くしたが、これに限られず、他の構成を採用することもできる。例えば、第２の光偏向器１４の液晶１４２の屈折率の変化幅を第１の光偏向器１３の液晶１３２ａ，１３２ｂの各々の屈折率の変化幅よりも大きくすることができる。これにより、第２の光偏向器１４を薄型化するできる効果を得ることもできる。

【００８４】

本実施の形態では、第１の光偏向器１３を導光板１２側に配置し、第２の光偏向器１４を液晶パネル１５側に配置したが、これとは反対に、第１の光偏向器１３を液晶パネル１５側に配置し、第２の光偏向器１４を導光板１２側に配置することもできる。

【００８５】

本実施の形態では、第１の光偏向器１３を積層された２つの光偏向層、すなわち第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂで構成したが、積層された３つ以上の光偏向層で構成することもできる。この場合、上述と同様に、第１の光偏向器１３において光の偏向方向が切り替えられる毎に、複数の光偏向層のうち少なくとも１つの光偏向層において光が偏向されないように制御することができる。

【００８６】

本実施の形態では、主に、液晶表示装置１が３Ｄディスプレイとして機能する場合について説明した。液晶パネル１５に表示される右目用の画像と左目用の画像とが同じ画像である場合には、視認者５０は２Ｄ画像として画像を認識するが、視認者５０以外の人は、液晶パネル１５に表示される画像を視認することができない。そのため、この場合には、液晶表示装置１は、プライバシーディスプレイとして機能する。

【００８７】

（実施の形態２）

図５は、本発明の実施の形態２に係る液晶表示装置１Ａを示す断面図である。なお、以下の各実施の形態において、上記実施の形態１の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【００８８】

図示の液晶表示装置１Ａは、上記実施の形態１の液晶表示装置１の構成要素に加えて、さらに、偏光反射シート２１、λ／４シート２２及び反射板２３を備えている。

【００８９】

偏光反射シート２１は、第１の光偏向器１３と第２の光偏向器１４との間に設けられている。偏光反射シート２１は、第１の偏光方向（例えば、図５の紙面に対して垂直方向）の光を反射し、且つ、上記第１の偏光方向に対して直交する第２の偏光方向（例えば、図５の紙面内方向）の光を透過する特性を有するシートである。

【００９０】

反射板２３は、導光板１２の下面側に設けられている。この反射板２３は、入射した光を正反射する機能を有している。

【００９１】

λ／４シート２２は、導光板１２と反射板２３との間に設けられている。λ／４シート２２とは、特定の波長の直線偏光を回転偏光に（又は回転偏光を直線偏光に）変換する機能を有する位相差板であり、互いに垂直な方向に振動する直線偏光間に波長λの１／４の位相差（即ち、９０°の位相差）を生じさせる機能を有するものをいう。

【００９２】

次に、本実施の形態の液晶表示装置１Ａの動作の仕組みについて説明する。なお、光源１１から発した光は、第１の偏光方向に偏光されている。光源１１から発した光は、導光板１２の一側面１２ａに入射して導光板１２の内部を伝搬し、導光板１２の下面に形成された凹凸１２ｂにより略垂直に曲げられた後に、導光板１２の主面１２ｃから出射する。導光板１２の主面１２ｃから出射した光は、第１の光偏向器１３により偏向された後に、偏光反射シート２１に入射する。偏光反射シート２１に入射した光は、第１の偏光方向に偏光されているので、偏光反射シート２１で反射される。偏光反射シート２１で反射された光は、第１の光偏向器１３により再度偏向された後に、導光板１２を通過してλ／４シート２２に入射する。この光は、λ／４シート２２を透過することにより直線偏光から回転偏光に変換され、反射板２３で正反射された後にλ／４シート２２を再度透過することにより、回転偏光から直線偏光に変換される。λ／４シート２２から出射した光は、第２の偏光方向に偏光された状態で、導光板１２を通過した後に、第１の光偏向器１３により再度偏向される。第１の光偏向器１３から出射した光は、第２の偏光方向に偏光されているので、偏光反射シート２１を透過する。偏光反射シート２１から出射した光は、第２の光偏向器１４により偏向された後に、液晶パネル１５に入射する。

【００９３】

上述したように、本実施の形態の液晶表示装置１Ａでは、第１の光偏向器１３に入射した光は、第１の光偏向器１３を３回通過した後に、第１の光偏向器１３から出射する。光は、第１の光偏向器１３を通過する度に偏向されるため、光が第１の光偏向器１３を１回のみ通過する場合と比べて、第１の光偏向器１３による光の偏向角度を３倍に拡大することができる。これにより、第１の光偏向器１３における光の最大偏向角度を小さく抑えることができ、第１の光偏向器１３における液晶の高さを低く抑えてより高速な偏向を行うことができる。

【００９４】

なお、第１の光偏向器１３が第１の偏光方向の光のみを偏向するという偏光特性を有する場合には、第１の光偏向器１３には、第１の偏光方向の光が２回通過する。これにより、第１の偏光方向の光が第１の光偏向器１３を１回のみ通過する場合と比べて、第１の光偏向器１３における光の偏向角度を２倍の大きさに拡大することができる。

【００９５】

さらに、液晶パネル１５が特定の偏光方向の光のみを透過するという偏光特性を有する場合において、偏光反射シート２１が上記特定の偏光方向に対して直交する偏光方向の光を反射するという偏光特性を有する際には、偏光反射シート２１から出射した光が液晶パネル１５を透過することができる。また、偏光反射シート２１が上記特定の偏光方向の光を反射するという偏光特性を有する際には、偏光反射シート２１と液晶パネル１５との間にλ／２シートを配置することにより、偏光反射シート２１から出射した光が液晶パネル１５を透過することができる。なお、λ／２シートとは、特定の振動方向を有する直線偏光を当該直線偏光の振動方向に対して直交する振動方向を有する直線偏光に変換する機能を有する位相差板であり、互いに垂直な方向に振動する直線偏光間に波長λの１／２の位相差（即ち、１８０°の位相差）を生じさせる機能を有するものをいう。

【００９６】

（実施の形態３）

図６は、本発明の実施の形態３に係る液晶表示装置１Ｂを示す断面図である。本実施の形態の液晶表示装置１Ｂでは、偏光反射シート２１は、第２の光偏向器１４と液晶パネル１５との間に設けられている。液晶表示装置１Ｂの他の構成は、上記実施の形態２と同様である。

【００９７】

本実施の形態では、導光板１２の主面１２ｃから出射した光は、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４をそれぞれ３回ずつ通過する。これにより、光が第１の光偏向器１３を１回のみ通過する場合と比べて、第１の光偏向器１３による光の偏向角度を３倍に拡大することができる。さらに、光が第２の光偏向器１４を１回のみ通過する場合と比べて

、第２の光偏向器１４による光の偏向角度を３倍に拡大することができる。これにより、第２の光偏向器１４における液晶の高さを低く抑えることができ、第２の光偏向器１４における光の偏向速度を高めることができる。

【００９８】

なお、本実施の形態では、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４を導光板１２の主面１２ｃ側に配置したが、第１の光偏向器１３及び第２の光偏向器１４を導光板１２の下面側に配置することもできる。

【００９９】

また、本実施の形態では、導光板１２の主面１２ｃが第１の光偏向器１３に対向するようにして導光板１２を配置したが、導光板１２の上下の向きを反対にすることにより、導光板１２の主面１２ｃがλ／４シート２２に対向するようにして導光板１２を配置することもできる。この場合には、光源１１から発した光は、第２の偏光方向に偏光されている。

【０１００】

（実施の形態４）

図７Ａ及び図７Ｂはそれぞれ、本発明の実施の形態４に係る液晶表示装置１Ｃによる光の偏向制御を説明するための図である。本実施の形態の液晶表示装置１Ｃの構成は、上記実施の形態１の液晶表示装置１の構成と同様である。

【０１０１】

上述したように、液晶パネル１５からの光が大きく広がることにより、右目用の画像が視認者５０の左目５１ｂにも入射するとともに、左目用の画像が視認者５０の右目５１ａにも入射する、いわゆるクロストークが発生する。まず、このクロストークの問題について説明する。図７Ａは、クロストークが発生していない状態を示し、図７Ｂは、クロストークが発生している状態を示している。液晶パネル１５からの光が広がりを有していない場合には、液晶パネル１５からの光が偏向される範囲の角度が図７Ａにおける角度βであれば、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂにそれぞれ右目用の画像及び左目用の画像を入射することができる。ここで、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂの間隔をＵＷ、視認者５０と液晶パネル１５との視距離をＵＤとした場合に、両目角度βは次式１で示す計算式を用いて算出される。

【０１０２】

β＝２×ａｒｃｔａｎ（ＵＷ／（２×ＵＤ））　　（式１）

【０１０３】

上式１に示すように、両目角度βは、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂの間隔ＵＤ及び視距離ＵＷにより決定される角度である。このように、液晶パネル１５からの光が角度βの範囲で偏向されるように光偏向器１９を制御することにより、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂにそれぞれ右目用の画像及び左目用の画像を入射することができる。

【０１０４】

しかしながら、実際には、液晶パネル１５からの光は、図７Ａ及び図７Ｂにおける斜線部に示されるような広がりを有している。ここで、液晶パネル１５から出射する光の幅をＬＤ、光の波長をλとした場合に、液晶パネル１５から出射した光が視認者５０の目に入射するまでの間に回折作用により広がる広がり角度αは、次式２で示す計算式を用いて算出される。

【０１０５】

α＝２×（λ／ＬＤ）　　（式２）

【０１０６】

図７Ａは、広がり角度αが両目角度βの２倍以下（すなわち、広がり角度αの半角が両目角度β以下）である場合を示している。この場合には、図７Ａに示されるように、視認者５０の左目５１ｂに向かう光が広がりを有していても、視認者５０の右目５１ａには光が入射しないため、クロストークは発生しない。しかしながら、図７Ｂに示すように、視

認者５０と液晶パネル１５との視距離ＵＤが長くなった場合には、上式１から理解されるように、両目角度βの値は小さくなる。そのため、図７Ｂに示されるように、広がり角度αが両目角度βの２倍以上（すなわち、広がり角度αの半角が両目角度β以上）となり、視認者５０の左目５１ｂに向かう光の一部が視認者５０の右目５１ａにも入射し、クロストークが発生してしまう。

【０１０７】

本実施の形態では、このようなクロストークの発生を防ぐために、制御部１７Ｃは、次のようにして光偏向器１９を制御する。制御部１７Ｃは、視距離測定部１７ａを有している。この視距離測定部１７ａは、一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂの各々の検出結果に基づいて、視認者５０と液晶パネル１５との視距離ＵＤを測定する。制御部１７Ｃは、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂの間隔ＵＷ及び視距離測定部１７ａにより測定された視距離ＵＤに基づいて、上式１に示す計算式を用いて両目角度βを算出する。また、制御部１７Ｃは、上式２に示す計算式を用いて広がり角度αを算出する。なお、広がり角度αを算出する際には、液晶表示装置１Ｃにより用いられる光源１１のうち、最も波長の長い光（例えば、赤色の光）の波長λを用いる。

【０１０８】

広がり角度αが両目角度βの２倍より大きい（すなわち、広がり角度αの半角が両目角度βより大きい）場合には、制御部１７Ｃは、第１の光偏向器１３により光が偏向される範囲の角度が広がり角度α以上となるように制御する。また、広がり角度αが両目角度βの２倍より小さい（すなわち、広がり角度αの半角が両目角度βより小さい）場合には、制御部１７Ｃは、第１の光偏向器１３により光が偏向される範囲の角度が両目角度β以上となるように制御する。このような偏向制御を行うことにより、視認者５０と液晶パネル１５との視距離ＵＤが変化した場合であっても、クロストークの発生を抑制することができる。

【０１０９】

なお、本実施の形態では、液晶表示装置１Ｃの構成として、上記実施の形態１の液晶表示装置１の構成を採用したが、これに限られず、上記実施の形態２の液晶表示装置１Ａの構成を採用することもできる。

【０１１０】

（実施の形態５）

図８Ａ及び図８Ｂはそれぞれ、本発明の実施の形態５に係る液晶表示装置１Ｄによる光の偏向制御を説明するための図である。本実施の形態の液晶表示装置１Ｄの構成は、上記実施の形態１の液晶表示装置１の構成と同様である。

【０１１１】

一般に、光源１１としてレーザ光源を用いる場合には、スペックルの発生により液晶パネル１５に表示される画像の画質が低下するおそれがある。この問題に対処するために、本実施の形態では、制御部１７Ｄは、第１の光偏向器１３において光を特定の偏向方向に偏向させる度に、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂの各々における光の偏向角度を変化させる。

【０１１２】

制御部１７Ｄは、第１の光偏向器１３における光の偏向角度をθｏｒｇに制御する場合には、第１の光偏向層１３ａにおける光の偏向角度θｆｉｒｓｔ及び第２の光偏向層１３ｂにおける光の偏向角度θｓｅｃｏｎｄをそれぞれ次式３及び次式４に示す数式を用いて算出する。

【０１１３】

θｆｉｒｓｔ＝θｏｒｇ＋ｄ　　（式３）

【０１１４】

θｓｅｃｏｎｄ＝θｏｒｇ－ｄ　　（式４）

【０１１５】

上式３及び上式４において、ｄは、制御部１７Ｄによって決定される値である。制御部

１７Ｄは、第１の光偏向器１３において光を偏向角度θｏｒｇで偏向させる度に、この値ｄを変化させる。これにより、第１の光偏向器１３全体における光の偏向角度θｏｒｇが同じ場合であっても、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂの各々における光の偏向角度θｆｉｒｓｔ，θｓｅｃｏｎｄが異なるので、第１の光偏向器１３における光の経路を変更することができる。

【０１１６】

図８Ａは、制御部１７Ｃにより決定される値ｄが比較的小さい場合を示す。第１の光偏向器１３に入射した光は、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂにより偏向され、第１の光偏向器１３から出射する。

【０１１７】

図８Ｂは、制御部１７Ｃにより決定される値ｄが比較的大きい場合を示す。図８Ｂに示される第１の光偏向層１３ａにおける光の偏向角度θ’は、図８Ａに示される第１の光偏向層１３ａにおける光の偏向角度θよりも大きい。一方、図８Ｂに示される第２の光偏向層１３ｂにおける光の偏向角度は、図８Ａに示される第２の光偏向層１３ｂにおける光の偏向角度よりも小さい。そのため、図８Ｂに示される第１の光偏向器１３における光の偏向角度θｏｒｇは、図８Ａに示される第１の光偏向器１３における光の偏向角度θｏｒｇと等しい。なお、図８Ｂにおいて、図８Ａに示す光の経路を破線の矢印で示している。

【０１１８】

従って、本実施の形態では、第１の光偏向器１３全体における光の偏向角度を一定に保持しながら、第１の光偏向器１３の内部における光の経路を変化させることができる。これにより、光源１１としてレーザ光源を用いた場合であっても、スペックルの発生を抑制することができる。

【０１１９】

なお、本実施の形態では、第１の光偏向器１３を２つの光偏向層、すなわち第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂで構成したが、３つ以上の光偏向層で構成することもできる。この場合には、制御部１７Ｄは、第１の光偏向器１３において光を特定の偏向方向に偏向させる度に、複数の光偏向層のうち少なくとも二つの光偏向層の各々における光の偏向角度を変化させればよい。

【０１２０】

（実施の形態６）

図９は、本発明の実施の形態６に係る液晶表示装置１Ｅを示す断面図である。本実施の形態では、上記実施の形態２の液晶表示装置１Ａの構成要素から第２の光偏向器１４が省略されている。本実施の形態では、第１の光偏向器１３は、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂを光の入射側から光の出射側に向かう方向に積層することにより構成されている。上記実施の形態１と同様に、第１の光偏向器１３における光の偏向方向が切り替えられる毎に、第１の光偏向層１３ａ及び第２の光偏向層１３ｂのいずれか一方において光が偏向されないように制御されるので、クロストークの発生を抑制することができる。

【０１２１】

（実施の形態７）

図１０は、本発明の実施の形態７に係る液晶表示装置１Ｆを示す断面図である。本実施の形態の液晶表示装置１Ｆは、第１の光源４１、第１の導光板４２、第２の光源４３、第２の導光板４４、光偏向器３１、液晶パネル１５、偏光反射シート２１、λ／４シート２２、反射板２３、一対のステレオカメラ１６ａ，１６ｂ及び制御部１７Ｆを備えている。

【０１２２】

光偏向器３１は、第２の導光板４４と偏光反射シート２１との間に配置されている。光偏向器３１は、例えば上記実施の形態１の第１の光偏向器１３と同様に、複数の液晶偏向素子を平面状に配置することにより構成されている。複数の液晶偏向素子の各々は、上記実施の形態１の第１の光偏向層１３ａの液晶偏向素子１３１ａと同様に、液晶及び誘電体を有している。複数の液晶偏向素子の各々の周囲には、液晶に対して電圧を印加するため

の一対の電極（図示せず）が設けられている。制御部１７Ｆが一対の電極間に印加する電圧を制御することにより、上述と同様に、液晶偏向素子の内部における屈折率分布が変調される。

【０１２３】

この光偏向器３１では、入射した光が光偏向器３１の面内の各部位において所定の方向（図１０において左右方向）において２次元的に偏向されるので、光偏向器３１から出射した光を三次元空間内の所定の集光点に集光させせることができる。

【０１２４】

第１の光源４１は、例えば、図１０の紙面に対して垂直な方向に並んで配置された複数のＬＥＤで構成されている。第１の光源４１は、第１の導光板４２の一側面４２ａに向けて光を照射する。第２の光源４３は、第１の光源４１と同様に構成され、第２の導光板４４の一側面４４ａに向けて光を照射する。

【０１２５】

第１の導光板４２の上面には、プリズム形状の凹凸４２ｂが形成されている。第１の導光板４２の下面には、第１の導光板４２の一側面４２ａに対して略垂直な方向に延びる主面４２ｃが形成されている。第２の導光板４４の下面には、プリズム形状の凹凸４４ｂが形成されている。第２の導光板４４の上面には、第２の導光板４４の一側面４４ａに対して略垂直な方向に延びる主面４４ｃが形成されている。

【０１２６】

第１の導光板４２及び第２の導光板４４は、それらの凹凸４２ｂ及び凹凸４４ｂが相互に対向するようにして配置されている。第１の導光板４２は反射板２３側に配置され、第２の導光板４４は液晶パネル１５側に配置されている。

【０１２７】

ここで、第１の導光板４２の凹凸４２ｂの形状について説明する。なお、第１の導光板４２及び第２の導光板４４は同一の形状であるため、第１の導光板４２の凹凸４２ｂの形状についてのみ説明する。図１１Ａは、図１０の第１の光源４１及び第１の導光板４２を抽出して示す図である。図１１Ｂは、図１１Ａ中の領域Ｓを拡大して示す図である。

【０１２８】

図１１Ａに示すように、第１の導光板４２の凹凸４２ｂは、主面４２ｃに対して略平行に延びる複数の平面部４２１が階段状に並ぶことにより構成されている。隣接する一対の平面部４２１の繋ぎ目は、平面部４２１に対して傾斜する傾斜部４２２で構成されている。すなわち、第１の導光板４２の凹凸４２ｂにおいては、平面部４２１と傾斜部４２２とが交互に並んで配置される。第１の光源４１からの光は、第１の導光板４２に入射して第１の導光板４２の平面部４２１に対して略平行に進み、第１の導光板４２の傾斜部４２２で反射した後に、第１の導光板４２の主面４２ｃに角度θｆで入射する。ここで、平面部４２１に対する傾斜部４２２の傾斜角度をθｅとしたとき、角度θｆは、次式５で示す関係式により求めることができる。

【０１２９】

θｆ＝９０°－２θｅ　　　（式５）

【０１３０】

上式５において、例えば角度θｅが４５°である場合には、角度θｆは０°である。この場合には、第１の光源４１からの光は、第１の導光板４２の主面４２ｃからこの主面４２ｃに対して垂直に出射する。角度θｅが４５°ではない場合には、第１の導光板４２の主面４２ｃから光が出射する角度θｏｕｔは、次式６で示す関係式により求めることができる。

【０１３１】

ｓｉｎ（θｏｕｔ）＝ｎ×ｓｉｎ（θｆ）　　　（式６）

【０１３２】

上式６において、ｎは、第１の導光板４２の屈折率である。例えば、角度θｅが４２°であり、ｎが１．５である場合には、角度θｏｕｔは９°程度である。この場合には、光

は、第１の導光板４２の主面４２ｃから図１１Ｂにおいて紙面右方向に向けて出射される。このように、第１の導光板４２の傾斜部４２２の傾斜角度θｅを調節することにより、第１の導光板４２の主面４２ｃからの光の出射方向を調節することができる。本実施の形態では、第１の導光板４２からの光の出射方向が第１の出射方向（図１０において斜め右下方向）となるように、第１の導光板４２の傾斜部４２２の傾斜角度θｅが設定されている（例えば、θｅ＝４２°）。また、第２の導光板４４からの光の出射方向が上記第１の出射方向とは異なる第２の出射方向（図１０において斜め左上方向）となるように、第２の導光板４４の傾斜部４２２の傾斜角度θｅが設定されている（例えば、θｅ＝４２°）。

【０１３３】

次に、本実施の形態の液晶表示装置１Ｆの動作の仕組みについて説明する。制御部１７Ｆ（導光板選択部を構成する）は、視認者５０の頭の位置に応じて、第１の光源４１及び第２の光源４３の点灯状態を第１の点灯状態と第２の点灯状態とに切り替え可能である。第１の点灯状態では、第１の光源４１が点灯されるとともに第２の光源４３が消灯され、第１の光源４１からの光が第１の導光板４２の一側面４２ａに入射する。第２の点灯状態では、第１の光源４１が消灯されるとともに第２の光源４３が点灯され、第２の光源４３からの光が第２の導光板４４の一側面４４ａに入射する。これにより、後述するようにして、液晶パネル１５からの光の偏向方向を制御することができる。なお、本実施の形態では、第１の光源４１からの光の偏光方向は上記第２の偏光方向であり、第２の光源４３からの光の偏光方向は上記第１の偏光方向である。

【０１３４】

図１２Ａは、第１の点灯状態における液晶表示装置１Ｆを示す断面図である。図１２Ａに示すように、視認者５０の頭部の位置が液晶パネル１５の中心よりも一方側（図１２Ａにおいて右側）にある場合には、制御部１７Ｆは、上記第１の状態に切り替える。これにより、第１の光源４１からの光は、第１の導光板４２の一側面４２ａに入射した後に、第１の導光板４２の主面４２ｃから第１の出射方向に出射する。第１の導光板４２の主面４２ｃから出射した光は、光偏向器３１により高速で左右方向に偏向された後に、液晶パネル１５に入射する。液晶パネル１５から出射した光は、視認者５０の頭部の位置に向けて偏向されており、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに交互に入射する。

【０１３５】

図１２Ｂは、第２の点灯状態における液晶表示装置１Ｆを示す断面図である。図１２Ｂに示すように、視認者５０の頭部の位置が液晶パネル１５の中心よりも他方側（図１２ＢＢにおいて左側）にある場合には、制御部１７Ｆは、上記第２の状態に切り替える。これにより、第２の光源４３からの光は、第２の導光板４４の一側面４４ａに入射した後に、第２の導光板４４の主面４４ｃから第２の出射方向に出射する。第２の導光板４４の主面４４ｃから出射した光は、光偏向器３１により高速で左右方向に偏向された後に、液晶パネル１５に入射する。液晶パネル１５から出射した光は、視認者５０の頭部の位置に向けて偏向されており、視認者５０の右目５１ａ及び左目５１ｂに交互に入射する。

【０１３６】

上述したように、視認者５０の頭部の位置に応じて、上記第１の点灯状態と上記第２の点灯状態とに切り替えられることにより、視認者５０の頭部の動きに追従して、液晶パネル１５からの光を偏向することができる。これにより、光偏向器３１に求められる光の偏向角度を小さく抑えることができる。

【０１３７】

例えば、視認者５０と液晶パネル１５との視距離が３００ｍｍであり、視認者５０の頭部が動くことのできる範囲が１６６ｍｍである場合には、光が光偏向器３１に対して垂直に入射した際に、光偏向器３１に求められる光の偏向角度は３１°である。しかしながら、本実施の形態のように、第１の導光板４２から出射した光が光偏向器３１に対して７．７°（図１２Ａ及び図１２Ｂにおいて、鉛直方向に対して紙面右側への傾斜角度を正とする）の角度で入射し、第２の導光板４４から出射した光が光偏向器３１に対して－７．７

°の角度で入射する場合には、光偏向器３１に求められる光の偏向角度は、１５．５°程度に抑えられる。光偏向器３１に求められる光の偏向角度が小さいほど、光偏向器３１を構成する液晶の幅を大きくすることができるので、回折作用による光の広がりの影響を低減することができ、クロストークの発生を抑制することができる。また、光偏向器３１を構成する液晶の高さを小さくすることができるので、光偏向器３１における光の偏向速度をより高速にすることができる。

【０１３８】

なお、第１の導光板４２及び第２の導光板４４の各々の平面部４２１が相互に接触するように、第１の導光板４２及び第２の導光板４４を配置することができる。これにより、光が第１の導光板４２及び第２の導光板４４を通過する際に、第１の導光板４２及び第２の導光板４４の各々の傾斜部４２２で光が屈折及び反射するのを抑制することができ、液晶パネル１５に表示される画像の画質を向上させることができる。

【０１３９】

本実施の形態では、２つの光源、すなわち第１の光源４１及び第２の光源４３を用いたが、１つの光源からの光を第１の導光板４２及び第２の導光板４４の各々に対して分光するように構成することもできる。この場合には、例えば、光源、偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ：Ｐｏｌａｒｉｚａｔｉｏｎ　Ｂｅａｍ　Ｓｐｌｉｔｔｅｒ）及び反射板を用いることができる。光源は、偏光制御部によって、光源からの光の偏光方向を上記第１の偏光方向と上記第２の偏光方向とに切り替え可能である。偏光ビームスプリッタは、第１の偏光方向の光を透過させ、且つ、第２の偏光方向の光を反射させる機能を有する偏光反射部である。上述した偏光制御部、偏光反射部及び反射板によって導光板選択部が構成される。光源からの光の偏光方向が上記第２の偏光方向であるときには、光源からの光は、偏光ビームスプリッタにより反射される。偏光ビームスプリッタにより反射された光は、例えば第１の導光板４２に入射する。光源からの光の偏光方向が上記第１の偏光方向であるときには、光源からの光は、偏光ビームスプリッタを通過した後に反射板で反射される。反射板により反射された光は、例えば第２の導光板４４に入射する。このように、光源からの光の偏光方向を上記第１の偏光方向と上記第２の偏光方向とに切り替えることにより、光源からの光の経路を切り替えることができ、光源からの光を第１の導光板４２及び第２の導光板４４のいずれか一方に選択的に入射させることができる。

【０１４０】

なお、光源からの光の偏光方向を切り替える方法として、例えば、光源と偏光ビームスプリッタとの間に特定の偏光方向の光のみを通過する偏光板（偏光制御部を構成する）を配置する方法を採用することもできる。この方法では、偏光板を所定方向に回転させることにより、偏光板を通過した光の偏光方向を切り替えることができる。あるいは、光源と偏光ビームスプリッタとの間に、液晶で構成された偏光回転素子（偏光制御部を構成する）を配置する方法を採用することもできる。

【０１４１】

（実施の形態８）

図１３は、本発明の実施の形態８に係る液晶表示装置１Ｇを示す断面図である。図１３に示すように、本実施の形態では、第１の導光板４２及び第２の導光板４４は、それらの凹凸４２ｂ，４４ｂがともに反射板２３側を向くようにして配置されている。本実施の形態においても、上記実施の形態７と同様の効果を得ることができる。

【０１４２】

本実施の形態では、第１の光源４１からの光の偏光方向と第２の光源４３からの光の偏光方向とを同じ偏光方向（例えば、上記第１の偏光方向）にすることができる。

【０１４３】

なお、上記各実施の形態において、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、ＣＰＵ又はプロセッサ等のプログラム実行部が、ハードディスク又は半導体メモリ等の記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行すること

によって実現されてもよい。

【０１４４】

以上、本発明の一つ又は複数の態様に係る液晶表示装置について、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は、この実施の形態に限定されるものではない。本発明の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思い付く各種変形を本実施の形態に施したものや、異なる実施の形態における構成要素を組み合わせて構築される形態も、本発明の一つ又は複数の態様の範囲内に含まれてもよい。

【産業上の利用可能性】

【０１４５】

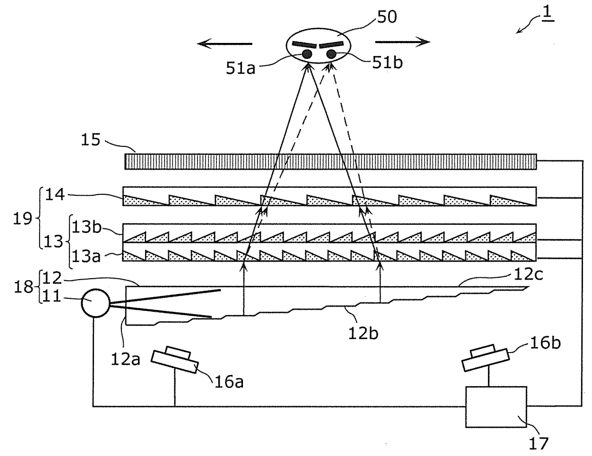
本発明は、液晶パネルに表示される画像の画質の低下を抑制しながら、光の偏向角度を拡大することができる液晶表示装置として適用することができる。また、本発明の液晶表示装置は、例えば、３Ｄディスプレイ及びプライバシーディスプレイ等として用いることができる。

【符号の説明】

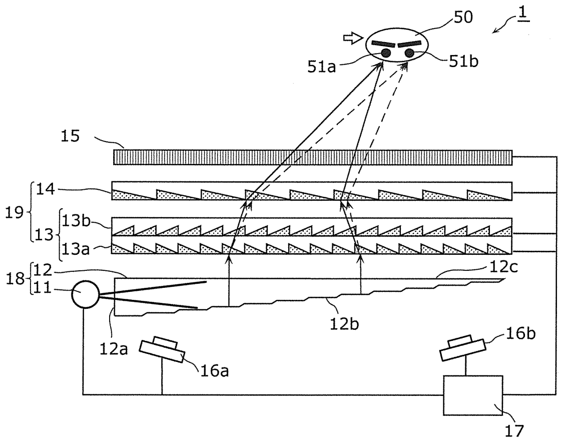
【０１４６】

１，１Ａ，１Ｂ，１Ｃ，１Ｄ，１Ｅ，１Ｆ，１Ｇ，６０　液晶表示装置
１１，６０３　光源
１２，６０２　導光板
１２ａ，４２ａ，４４ａ　一側面
１２ｂ，４２ｂ，４４ｂ　凹凸
１２ｃ，４２ｃ，４４ｃ　主面
１３　第１の光偏向器
１３ａ　第１の光偏向層
１３ｂ　第２の光偏向層
１４　第２の光偏向器
１５，６０４　液晶パネル
１６ａ，１６ｂ，６０５ａ，６０５ｂ　ステレオカメラ
１７，１７Ｃ，１７Ｄ，１７Ｆ，１７Ｇ，６０６　制御部
１７ａ　視距離測定部
１８　光照射部
１９，３１，６０１　光偏向器
２１　偏光反射シート
２２　λ／４シート
２３　反射板
４１　第１の光源
４２　第１の導光板
４３　第２の光源
４４　第２の導光板
５０，６０７　視認者
５１ａ，６０７ａ　右目
５１ｂ，６０７ｂ　左目
１３１ａ，１３１ｂ，１４１，６０１ａ　液晶偏向素子
１３２ａ，１３２ｂ，１４２，６１１　液晶
１３３ａ，１３３ｂ，１４３，６１２　誘電体
４２１　平面部
４２２　傾斜部
６１３ａ，６１３ｂ，６１３ｃ　電極

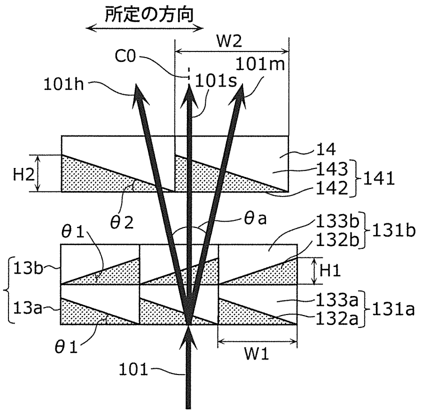
【図１Ａ】



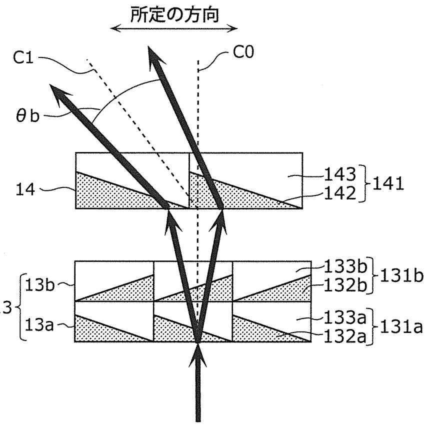
【図１Ｂ】



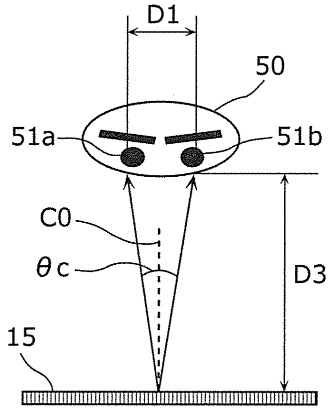
【図２Ａ】



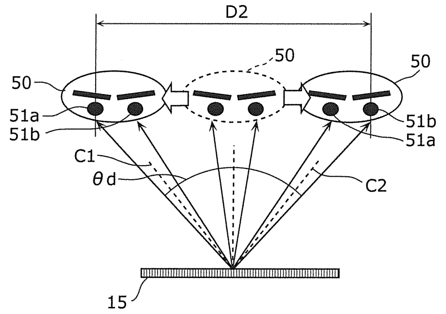
【図２Ｂ】



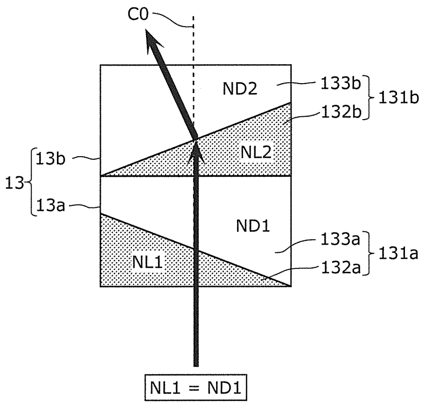
【図３Ａ】



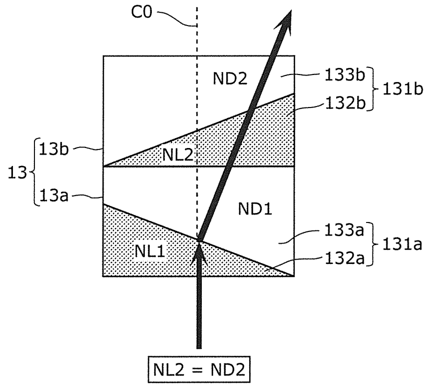
【図３Ｂ】



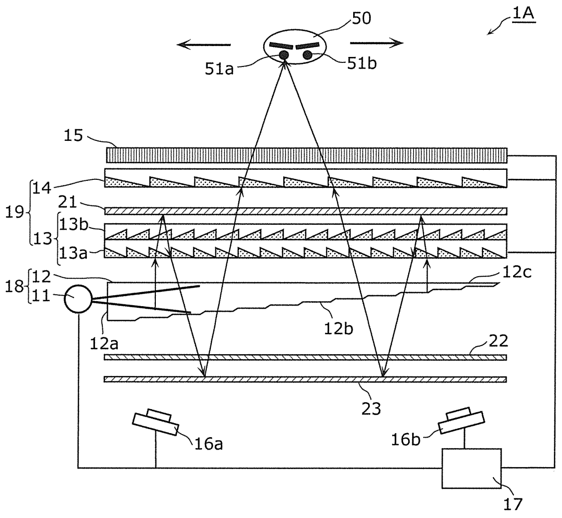
【図４Ａ】



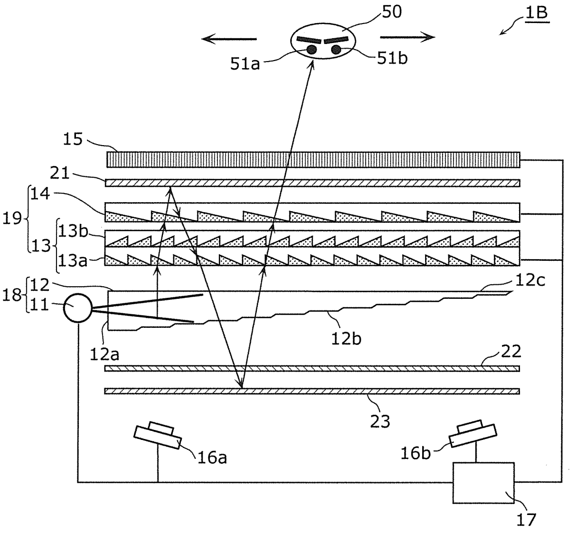
【図４Ｂ】



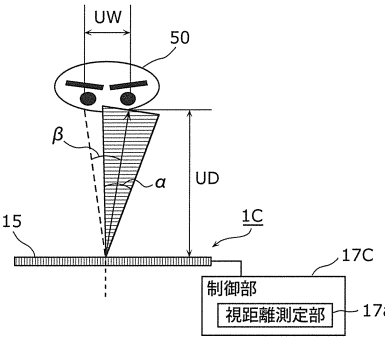
【図５】



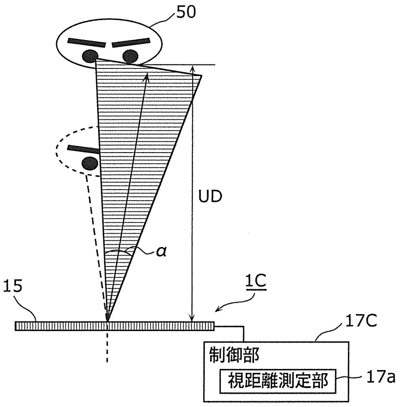
【図６】



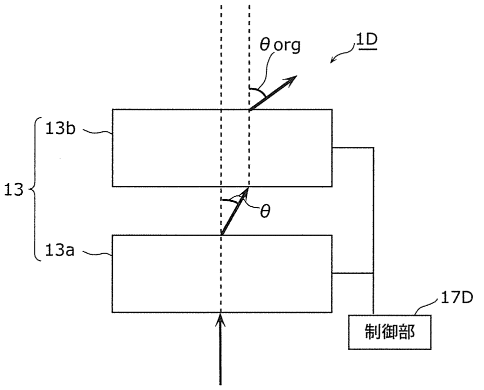
【図７Ａ】



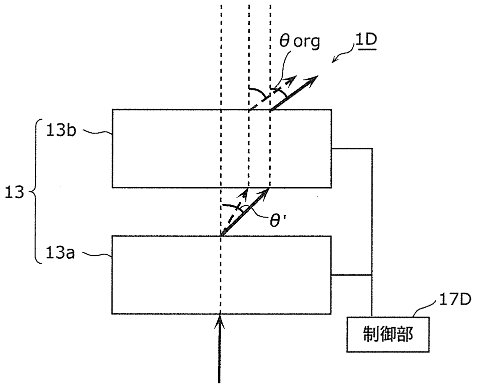
【図７Ｂ】



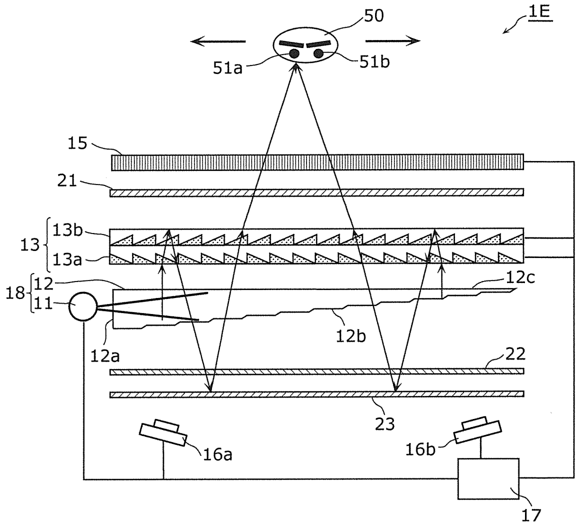
【図８Ａ】



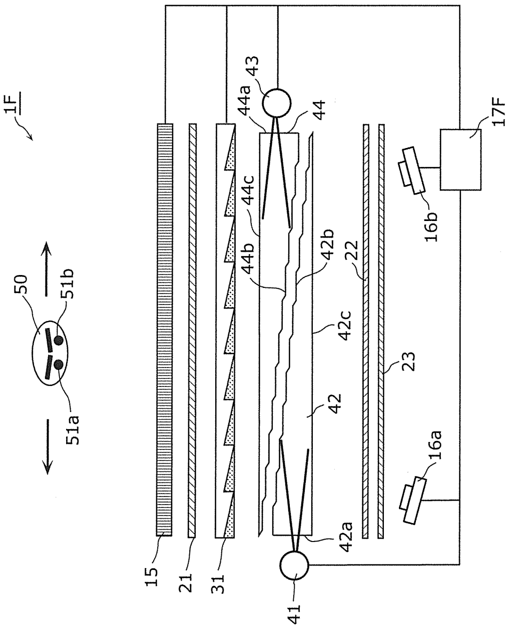
【図８Ｂ】



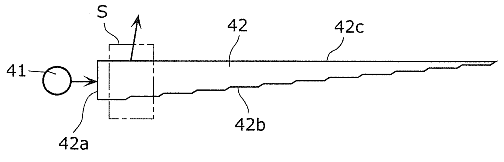
【図９】



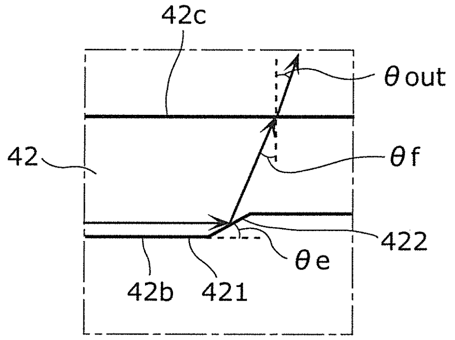
【図１０】



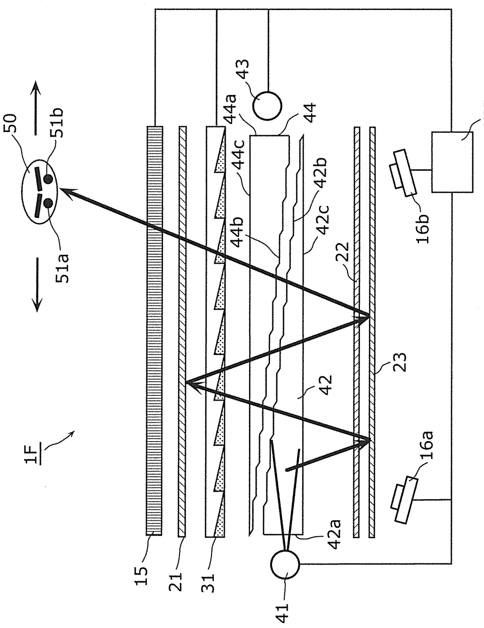
【図１１Ａ】



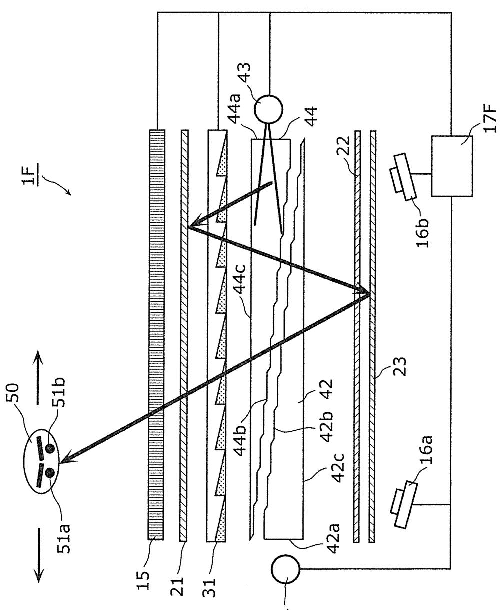
【図１１Ｂ】



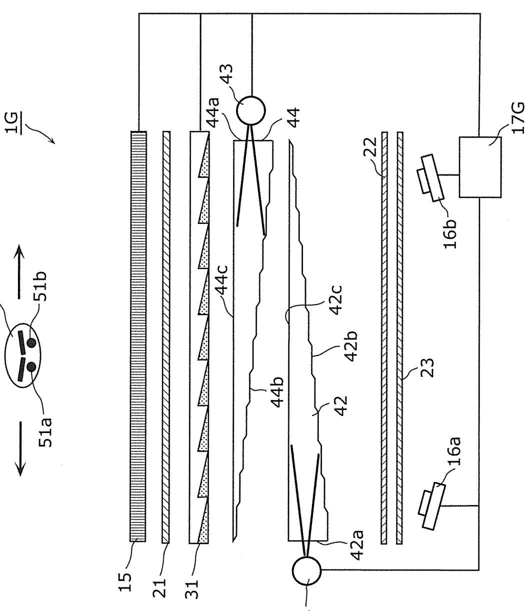
【図１２Ａ】



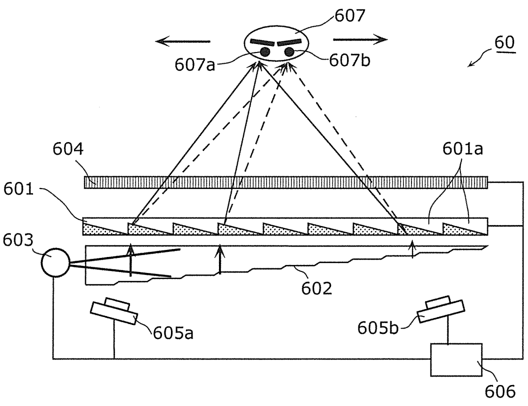
【図１２Ｂ】



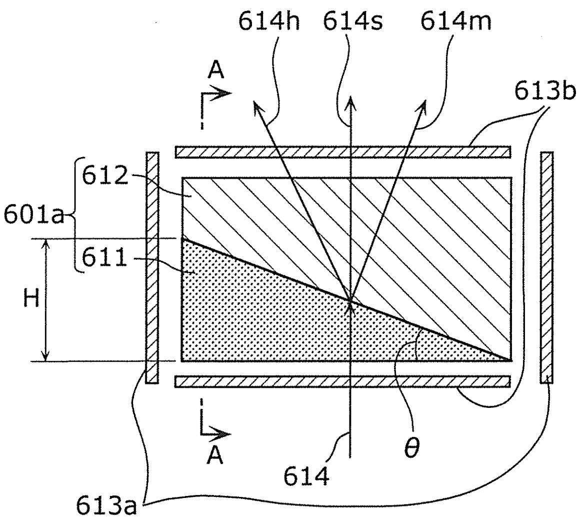
【図１３】



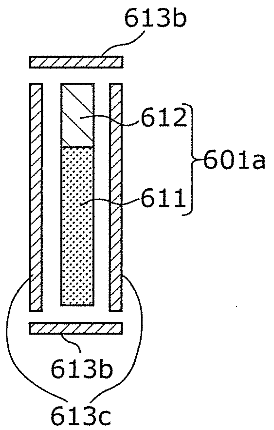
【図１４Ａ】



【図１４Ｂ】



【図１４Ｃ】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｇ０２Ｆ　　　１／１３
Ｇ０２Ｆ　　　１／１３３
Ｇ０２Ｆ　　　１／１３３３
Ｇ０２Ｆ　　　１／１３３５
Ｇ０２Ｆ　　　１／１３４７
Ｇ０２Ｆ　　　１／２９
Ｇ０２Ｂ　　２７／２２

patsnap

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP5860816B2	公开(公告)日	2016-02-16
申请号	JP2012550225	申请日	2012-07-13
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	杉山圭司 式井慎一		
发明人	杉山 圭司 式井 慎一		
IPC分类号	G02F1/13 G02F1/1335 G02F1/1347 G02B27/22 G02F1/29		
CPC分类号	G02B27/0093 G02B30/26 G02B30/36 G02F1/133615 G02F1/1347 G02F1/29 H04N13/312 H04N13/32 H04N13/371 H04N13/373 H04N13/376 G02F1/1313		
FI分类号	G02F1/13.505 G02F1/1335.510 G02F1/1347 G02B27/22 G02F1/29		
代理人(译)	新居 広守		
优先权	61/510541 2011-07-22 US		
其他公开文献	JPWO2013014875A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于偏转来自光照射器的光的光偏转器，用于控制光偏转器中的光的偏转角的控制器，以及用于通过来自光学偏转器（19）的光形成图像的液晶面板（15）。光学偏转器（19）包括在从光入射侧到光发射侧的方向上并排布置的第一光学偏转器（13）和第二光学偏转器（14）。的光在第一光偏转器的最大偏转角（13）小于在第二光学偏转器（14）的光的最大偏转角小，并且，在第一光偏转器的光的（13）最大偏转速度高于第二光偏转器（14）中的光的最大偏转速度。第一光偏转器（13），其中多个液晶偏转元件被配置成平面状（13A）和所述第二光偏转层的第一光偏转层（13B），从光入射侧的光在朝向光源出射侧的方向上。

(21) 出願番号	特願2012-550225 (P2012-550225)	(73) 特許権者	000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真１００６番地
(86) (22) 出願日	平成24年7月13日 (2012.7.13)	(74) 代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/004537	(72) 発明者	杉山 圭司 日本国大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
(87) 国際公開番号	WO2013/014875	(72) 発明者	式井 慎一 日本国大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
(87) 国際公開日	平成25年1月31日 (2013.1.31)		
審査請求日	平成27年3月17日 (2015.3.17)	審査官	佐藤 洋允
(31) 優先権主張番号	61/510,541		
(32) 優先日	平成23年7月22日 (2011.7.22)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く