(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3631318号

(P3631318)

(45)発行日　平成17年3月23日(2005.3.23)　(24)登録日　平成16年12月24日(2004.12.24)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
G02F	1/13357	G02F	1/13357	
G02F	1/13	G02F	1/13	505
G02F	1/1335	G02F	1/1335	
H04N	5/64	H04N	5/64	511A

請求項の数 3　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願平8-53585
(22)出願日　平成8年3月12日(1996.3.12)
(65)公開番号　特開平9-244010
(43)公開日　平成9年9月19日(1997.9.19)
審査請求日　平成15年1月15日(2003.1.15)

(73)特許権者　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(72)発明者　花野　和成
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス光学工業株式会社内

審査官　右田　昌士

最終頁に続く

(54)【発明の名称】液晶表示装置及び頭部搭載型映像表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子と、その液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための開口数増加部材とを備え、前記開口数増加部材は、光ファイバを長さ方向に対して垂直な方向に束ねてプレート状にしたもので、各々の光ファイバの内部の反射境界面が凸凹形状であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項２】

略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子とを備え、さらにその液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための　、拡散板、回折格子、プリズムアレイの中から選ばれる開口数増加面を少なくとも２つ以上備えていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項３】

前記請求項１または２の前記液晶表示装置と、その液晶表示装置に表示された映像を観察者の眼球に投影する接眼光学系と、前記液晶表示装置及び前記接眼光学系を観察者の眼球直前に位置させる頭部装着手段とを備えたことを特徴とする頭部搭載型映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】
本発明は、表示面の法線に対して大きな仰角から観察しても視認性が優れている液晶表示装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
近年、映像表示装置の表示素子として、低消費電力を特徴とする液晶パネルと、同じく消費電力を極力抑えるため照明効率の高い光源として、背面照射型の平行光に近い射出光分布を有する指向性に優れたバックライトとを設けて構成した液晶表示装置が使用されている。このような構成の液晶表示装置は視野角依存性を持つ。すなわち、観察する抑角によって画面の視認性が異なり、特定の角度範囲内でしか表示が見えない。これは、液晶分子の配向に対する光線の入射角によって液晶パネルの透過性が変化し、ある方向では透過率は極端に悪くなるためである。また、液晶表示装置を指向性バックライトで照明すると液晶パネルに入射する光は、バックライトの射出光分布により略直進するため、表示面を斜め方向から観察した場合、その方向に射出される光量は比較的少ない。このため視野角依存性のある液晶表示装置は斜めから観察した場合のコントラストが低下する。あるいは周辺部のコントラストが局所的に悪くなり視認性が悪化するという不具合がある。
【０００３】
通常の液晶パネルでは、視認可能な視野角の範囲は法線方向からほぼ±１０°程度であり（図３０（ｃ）参照）、これ以上の仰角領域で観察した場合、表示濃度の反転が起こったり、色調が変化してしまう。この不具合を解決する方法して以下のような技術が開示されている。
液晶パネルの観察者側に、像の開口数ＮＡを大きくする部材（以下、開口数増加部材と呼ぶことにする）を設けて視野角依存性を減ずる。すなわち、像のコントラスト、光利用効率を上げるため、照明光源からの光束を略平行光束としてから液晶層に垂直入射させ、液晶層を直進してきた光を液晶パネルの射出側に設けた像の開口数を大きくする部材により、散乱させたり、屈折させたり、回折させたりして観察者の眼球に導くのである。ここで、開口数増加部材は、具体的には光の散乱作用を用いるものに拡散板、光の屈折作用を用いるものにマイクロレンズ、光の回折作用を用いるものに回折格子といったものがある。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、上記のような開口数増加部材を用いた従来例には以下のような課題がある。
まず、拡散板を用いた例では、板の表面や内部にある凸凹により光を拡散させるため、凸凹の中で観察者の眼球に入りやすい方向に光を散乱する部分と入りにくい方向に散乱する部分とが存在し、その結果眼球に入りやすい方向に光を散乱する部分は明るく見え、そうでない部分は暗く見える。つまり、微小な観点からは観察者側に散乱される光は一様ではなく、像に濃淡が生じてしまう。これは、拡散板が微粒子を内包したものやガラス板などの表面を化学的、物理的に粗面化したものであり、略拡散面ではあるが製作上どうしても完全拡散面を得ることは困難なためである。
【０００５】
また、マイクロレンズを用いた例では、図３０（ａ）に示すように、個々のレンズ３０２の焦点距離位置に画素３０１が位置しているような配置にすると、像の明るさの分布が均一化する方向に改善できても視野角、すなわち表示面に対して最大どのくらいまで斜めから観察してもコントラストを保ち視認が可能かという点についての改善はそれほどの効果はない。それぞれの実際的な数値を用いて視野角の拡大効果であるθの値を求めると、ＬＣＤの画素開口が３０μｍで、マイクロレンズ３０２の焦点距離を１ｍｍとした場合、図中のθは１．７°となるので、効果が低いことがわかる。また、図３０（ｂ）に示すように、マイクロレンズ３０２の焦点距離より離れた位置に画素３０１が位置するような配置にした場合、視野角拡大の効果はある。実際的な数値を用いて視野角の拡大効果を求めてみると、ＬＣＤの画素開口が３０μｍで、マイクロレンズ３０２の焦点距離を１ｍｍ、画

素３０１とレンズ３０２との距離を５ｍｍとした場合、α＝０．２８６°、β＝１．４３２°と視野角が拡大するが、スペースを要する割に拡大効果は小さい。

【０００６】

また、回折格子を用いた例では、回折作用に特有な波長依存性が伴い像に色むらが出てしまう。および回折の条件に見合う各回折次数の方向以外では像は見えない。

また、上記の略平行光にした後、液晶パネルの射出側で光を曲げ開口数を上げるという技術の他に、液晶パネルの像をレンズを用いて一回中継し、その像近傍に上記に挙げたような開口数増加部材を設置して開口数を上げ、その結果視野角を広げるという技術が開示されている。

【０００７】

この技術は、レンズを用いて液晶パネルの像を中継させない場合に、液晶パネルの構造上必ず生じる以下の不具合を改善している。

液晶パネルは、図３１に示すように、偏光板３１１、ガラス板３１２、透明電極板３１３、液晶層３１４、透明電極板３１５、カラーフィルタ３１６、ガラス板３１７、偏光板３１８が重ね合わされた構造を持っている。さらにトランジスタを有した電極板により、液晶層３１４が液晶セルという各画素単位に分離されている。このとき像となる部分は各液晶セルに当たるが、液晶セルの射出側には、有限の厚みを持ったガラス板３１７があるため、このガラス板３１７のさらに射出側で光を曲げて開口数を上げる部材を設置すると、隣接した液晶セルから発せられる光束が同時に観察者の眼球に入ってしまい、像がぼやけてしまうことになる。これを改善するためレンズを用いて像を１回中継させ、その中継された像の位置に光を曲げて開口数を上げる部材を設置することによってボケのない視野角が広がった像を作ることができる。

【０００８】

しかしながら、この技術では、像を１回中継させるため、中継させるレンズと中継に要するスペースが必要なため、液晶表示装置の特長の１つであるスペースをとらないフラット構造にできるという利点を減殺してしまうことになる。

本発明は、上述の従来技術が有する課題に鑑みてなされたものであり、表示コントラストを低下させることなく、視野角の大きい液晶表示装置を提供することを目的とするものである。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

本発明は、略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子と、その液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための開口数増加部材とを備え、前記開口数増加部材は、光ファイバを長さ方向に対して垂直な方向に束ねてプレート状にしたもので、各々の光ファイバの内部の反射境界面が凸凹形状であることを特徴とする液晶表示装置である。

【００１０】

また、本発明は、略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子とを備え、さらにその液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための　、拡散板、回折格子、プリズムアレイの中から選ばれる開口数増加面を少なくとも２つ以上備えていることを特徴とする液晶表示装置である。

【００１１】

また、本発明は、前記いずれかの前記液晶表示装置と、その液晶表示装置に表示された映像を観察者の眼球に投影する接眼光学系と、前記液晶表示装置及び前記接眼光学系を観察者の眼球直前に位置させる頭部装着手段とを備えたことを特徴とする頭部搭載型映像表示装置である。

本発明あるいはその実施の形態によれば、略平行光を液晶表示素子に入射させ液晶表示素子を通過した後で開口数を大きくさせることにより、照明効率を下げることなく、コント

ラストを保持したまま視野可能な範囲を広げることができる。
【００１２】
又、開口数増加部材として散乱型液晶デバイスを用いているので、動的散乱状態が電圧を印加することによって得られるため、透過状態と散乱状態を電気的に制御できる。これにより、トレードオフの関係にある視野角と解像度において解像度を優先させたいときは透過状態とし、視野角を広くさせたいときは散乱状態にすることによって所望の映像が得られる。また、電圧信号を与える透明電極をマトリクス化することによって散乱度すなわち開口数に階調を持たせることができる。
【００１３】
また、上記において、開口数増加部材をプリズムアレイで構成すれば、素子の制作面から回折格子などよりもコストを抑えて視野角を上げる効果を得ることができる。また、製作するプリズムの頂角の大小に応じて視野角の拡大具合をかえることができる。
あるいはまた、開口数増加部材を液晶表示素子から射出した各画素ごとの光束を液晶表示素子側に発散反射させる反射面とその発散反射された光束を映像表示方向に反射する反射面とを、各々所定距離ずらして対向した状態で液晶表示素子の画素ピッチに対応して複数配置する構成とするば、発散反射させる反射面に曲率を持たしたり、発散反射面と平面反射面との間隔を変えることによって開口数の増加具合を所望のものとすることができる。
【００１４】
【発明の実施の形態】
以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。
（実施の形態１）
図１は、本発明にかかる第１の実施の形態の液晶表示装置の略示構成図である。
【００１５】
本実施の形態の液晶表示装置は、液晶表示素子としての液晶パネル３と、点光源１と、その点光源１から射出した光束を略平行光にして液晶パネル３に垂直入射せしめるコリメータレンズ２と、液晶パネル３の射出側近傍に密着させて配置した開口数増加部材４により構成される。ここで略平行光という表現を用いてるが、　以下の実施の形態において照明系は低開口数（ＮＡ）でも可とする。
【００１６】
液晶表示素子は中央部に液晶層を、画素電極となる透明電極をマトリクス状に具備した基板で上下から挟持し、電極の外側に偏光板を上下に設けて積層構造に構成したものである。ＴＮ液晶の場合、偏光板は上下で９０°ずれた関係にすれば印加電圧によりコントラストを生むことができる。液晶層の表示側には多数の画素ピッチが不透明なマスクを介して形成されている。この不透明なマスク部分には上記電極やリード線などが介装されるとともに、隣接する各画素に影響が及ばないような絶縁間隔が保たれるように形成されている。さらに表示側には規則性を持って開口部が配列したカラーフィルターを設けてカラー画像を表示し得るようにすることができる。
【００１７】
本実施の形態では、開口数増加部材４として散乱性液晶デバイスを用いた例を示す。図２（ａ）は、散乱性液晶デバイス２０における透過状態を示し、図２（ｂ）は、散乱状態を示す。散乱性液晶デバイス２０のＤＳ（Ｄｙｎａｍｉｃ　Ｓｃａｔｔａｒｉｎｇ）モード（光を散乱させるメカニズム）を説明する。ｐ型のＳｍＡ液晶にイオン性ドーバンドを添加することによって、この液晶に電圧２１を印加すると液晶の導電率の異方性のために、水平方向の歪んだ部分に空間電荷が発生し、その電荷により電気的なトルクが生じ、液晶の渦２２が発生する。この渦２２により、歪みがさらに増幅され、渦２２の数及びその強度が増す。液晶は複屈折を有しているためこの渦が光を散乱する中心となる。図２（ｂ）に示すように、液晶表示素子から略平行で射出してくる光束２３は散乱性液晶２０の散乱状態により散乱されて液晶表示素子の像の開口数が増加する。図２（ｃ）は、散乱性液晶デバイス２０における印加電圧と散乱状態の関係を示す特性曲線である。ここで電圧２１を加える透明電極をマトリクス状に配すれば散乱状態と透過状態を同時につくることがで

き、トータルの開口数の増加量に変化を持たせることができる。

【００１８】

通常、開口数を大きくする際、開口数を上げようとすると明るさは暗くなるが、本実施の形態のメリットは、印加電圧の増減によって、開口数が可変出来る点にある。よって、使用状況によって、必要とされる明るさの中で所望の開口数に近づけることが出来る。

（実施の形態２）

図３は、本発明にかかる第２の実施の形態の液晶表示装置の略示構成図である。

【００１９】

本実施の形態では、開口数増加部材としてプリズムアレイ３１を用いている。このプリズムアレイ３１は、図４（ｂ）に示すように小さな長細いプリズムを並べたものでも良いし、図４（ａ）に示すようにピラミッド状のものが平面状に並んだものでも良い。図５は、このプリズムアレイ３１に光束が入射し、それが広がる様子を示している。液晶素子から出て略平行に入射してきた光３２はプリズム面３１ａにおいて屈折し射出していく。結果として各々の面によって屈折し平行光は２方向に射出する。ここで光線の曲げ角θ’は光線の入射角に依存し、プリズム頂角Θを小さくするほど光線の曲げ角θ’は大きくなる。光線の曲げ角θ’、　プリズム頂角Θ、部材の屈折率ｎ、部材への光線の入射角θとの関係式は、（数１）で示される。

【００２０】

【数１】

$$\theta' = \Theta - Cos^{-1}\left[n Cos\left[(\Theta/2) - Sin^{-1}\left[(1/n) Sin\theta \right] \right] \right]$$

例えば、部材が屈折率１．５のガラスでΘが１４０°のとき、垂直入射した光束は２１．７３°の開きを持って射出する。また、これは図６に示すように上下逆でも同じ効果が得られる。

【００２１】

図７に色々な部材形状のバリエーションを示す。これらの形状では頂部あるいは底部を平面にカットしているため屈折せずに透過する光束があるので、結果的にこの部材を通過した後で光束は３方向に広がることになる。

（実施の形態３）

図８は、本発明にかかる第３の実施の形態の液晶表示装置の略示断面図である。

【００２２】

本実施の形態では、開口数増加部材として液晶表示素子から射出した各画素８３ごとの光束を液晶表示素子側に発散反射させる反射面としてのハーフミラー８２と、その反射面で発散反射された光束を観察者の方向へ反射する反射面（ここでは平面）としてのミラー８１を備えた構成を用いる。図８において、発散反射面８２は曲率を持っており、この曲率を持つ反射面８２とその反射面８２からの光束を再び反射する平面反射面８１は、画素ピッチで交互にずれて対向して並んでおり、光量損失の少ない透明な材料にて狭持されている。あるいは液晶パネルのガラス基板の上下に画素ピッチで反射コートを施し同じ構造を実現しても良い。この構造を持つものによって光束が広がり結果的にＮＡ（開口数）がアップする様子を説明する。

【００２３】

図８に示すように今、曲率を持つ発散反射面８２は透過率を有する（ハーフミラー）例として説明する。各画素８３から発せられた光束のうち、画素中央から射出した光束はハーフミラー８２を透過しそのまま直進するが、画素８３の中央以外の部分から発せられた光束はハーフミラー８２により、一部は透過直進し、一部は反射し下部の平面反射面８１に向かい、その平面反射面８１で反射した後、ある角度を持って射出していく。このとき図中の各パラメータ：ハーフミラー８２の焦点距離ｆ、この部材の厚みｔ、画素８３の開口のサイズＸ、画素ピッチｐ、　光線の射出角θ、ハーフミラー８２の有効径Ｄ、画素８３における中央からの変位ｘを関係づける式は、（数２）、（数３）のようになる。

【００２４】

【数２】

$\theta = Tan^{-1}(x/f)$

【００２５】

【数３】

$p - D/2 - X/2 \geqq 3tTan\theta$

ここで、（数２）は、光線がどのくらいの角度を持って射出していくかを表した式であり、（数３）は、光線が平面反射面８１で反射した後、再び隣のハーフミラー８２に入射してしまわない条件式である。視野角を拡大する上で（数３）を満たすことは好ましい。

【００２６】

図９にその他のバリエーションを示す。図９（ａ）は、図８におけるハーフミラー８２をミラー９１にした例であり、図９（ｂ）は、ハーフミラー９２に曲率を持たせない例である。これも図９（ｃ）に示すようにミラー９３にしてもかまわない。また、ハーフミラーに曲率を持たせる場合において、図では凸面を例示したが、凹面でも良い。いずれにおいてもこの部材を通過することによって略平行光束はある広がりを持って射出していくことになるので結果的に開口数が増加する。

（実施の形態４）

図１０は、本発明にかかる第４の実施の形態の液晶表示装置に用いる光ファイバープレートの２つの例を示す斜視図である。本実施の形態では、開口数増加部材に光ファイバ１０１（又は１０２）を短く切ったものを長さ方向に対して垂直な方向に束ねてプレート状にしたものを使用する。ここで図１１（ｂ）に示すように、光ファイバの構造中のコア１１１とクラッド１１２の境界部分は微小な凸凹１１３になっている（通常の光ファイバの境界部分は図１１（ａ）のようにフラットである）。１つ１つの光ファイバは断面が円形（図１０（ａ）参照）でも良いし、角形（図１０（ｂ）参照）でも良い。円形の場合、光ファイバを作成する上で安価であり、低価格化する場合好ましい。一方角形の場合、各画素が角形なので、効率的に射出光を集めるのに適している。

【００２７】

この部材を通過した後でＬＣＤ像の開口数が大きくなる様子を１つの光ファイバを取り上げ、図１１（ｂ）に示す。光ファイバの長さは短いので反射回数は少ない。よって光量損失も小さい。反射する際に境界表面の凸凹１１３により光束は広がりθを持ち、結果的に光ファイバ射出端では開口数が増加する。このとき、凸凹１１３は入射角と射出角関係が崩れてしまわない程度の凸凹にするのが望ましい。

（実施の形態５）

第５の実施の形態として、上記第４の実施の形態で説明した光ファイバを束ねてプレート状にした開口数増加部材において、コア１１１とクラッド１１２の境界面の凸凹が波長オーダーで規則的であるものを図１２に示す。すなわち境界面が回折面１２１になっている。各ファイバに入射した光束は反射しながら伝搬していくが、反射する際に回折し、その回折角だけ広がりを持った光線束となる。反射を複数回繰り返すとその都度に回折し、その結果、ファイバ射出端では広がり開口数が増加している。

【００２８】

開口数を大きくするものとして回折格子を用いる場合、回折による色ズレの問題がある。本実施の形態の素子も回折面による色ズレは発生するが、反射の度に回折が起こるので、射出端においては光束は、各色ごとに様々な射出角をもって射出する状態になるので、色はほとんど目立たなくなる。

（実施の形態６）

第６の実施の形態として、開口数増加部材に図１３に示すような、凸凹１３２を有する回折格子１３１を使った例を示す。回折格子１３１の規則性による回折作用と凸凹１３２の不規則性により生じる拡散作用を同時に一枚の部材で発生させ光束を分散させる。製作は回折格子１３１に砂目を入れるか、化学的に表面を荒れさせるか、拡散板にエッチングである程度の規則性を持たせるかすればよい。

どちらの作用を重視するかによって製作法が異なる。このタイプの素子の利点は、拡散板では出来ない光束の広がりにおけるある程度の制御である。格子ピッチによってどの方向

に強く光を導くかが制御できる。また、回折格子よりその方向において光が広がりを持ち色収差もぼやけさせる効果を持つ。

【００２９】

一例として、格子のピッチを３ミクロンとした場合、波長０．５ナノメートルにおいて、１次回折角は約１０°であるが、表面の荒れ具合として、板に垂直な方向の光強度に対して５０％の光強度の時の表面の荒れによる拡散角が５°になるような凸凹を表面に持たせば、約±１５°の範囲で一様な射出光分布が得られる。

（実施の形態７）

第７の実施の形態として、開口数を大きくする面を複数組み合わせることによって視野角依存性を減ずることができる例を示す。図１４は、回折格子１４１と拡散板１４２を組み合わせた本実施の形態の例を示す図である。図１４の回折格子１４１は０次光と１次光を射出するようにしている。図はわかりやすくするため回折格子１４１と拡散板１４２との間隔を離して描いているが、実際は接して配置した方がスペースをとらないし、けられがなくなる。また、重要な点としてぼけ量が少なくなる。単一素子の表面と裏面をそれぞれ回折格子面と拡散面としても良い。この構成だと素子は単板でよい。ＬＣＤ１４３を通過してきた略平行光は、ＬＣＤ１４３直後に配置された回折格子１４１により回折条件を満たす角度の方向に回折し、それぞれの光束はその回折格子１４１の直後に配置された拡散板１４２によって拡散される。

【００３０】

ここでＬＣＤ１４３に対する回折格子１４１と拡散板１４２の配置の順序による効果の違いについて説明する。拡散板１４２によって広がった光束が眼球１５１の網膜上に結像する様子を図１５（ａ）に示し、回折格子１４１によって広がった光束が眼球の網膜上に結像する様子を図１６（ａ）に示す。拡散板１４２は、図１５（ｂ）に示すように光源１４５の像を多数作り、広がりを持った面光源にする作用を持つのに対して、回折格子１４１は、図１６（ｂ）に示すように、±１次光まで考えると光源のコピーを２つ作る作用を持つ。これらの素子を組み合わせると素子の順序によって違いがでてくる。

【００３１】

図１７及び図１８は、回折格子１４１をＬＣＤ１４３側に、拡散板１４２を眼球側に配置した例である。回折格子１４１と拡散板１４２との間隔によって、どのように見え方が異なるかが、図１７（ｂ）（間隔小）、図１８（ｂ）（間隔大）に示してある。画素の回折による像の間隔は素子間の間隔によって変わらず、各回折像拡散によるぼけが素子間の間隔に比例して広がる。すなわち素子間の間隔が大きいと暗くなるというふうに拡散板１４２の特性がでやすい。

【００３２】

一方、図１９及び図２０は、回折格子１４１を眼球側に、拡散板１４２をＬＣＤ１４３側に配置した例である。拡散板１４２と回折格子１４１の間隔によって、どのように見え方が異なるかが、図１９（ｂ）（間隔小）、図２０（ｂ）（間隔大）に示してある。拡散板１４２によって広がった画素が回折格子１４１によって０次、１次、－１次の方向に分散する。よって拡散板１４２によって広がる広がり量は、素子間の間隔によらず一定であり、回折による広がりが素子間の間隔に比例する。従って、この配置では、回折格子１４１の特性がでやすく色が付きやすい。あまり間隔が広いと、眼球の位置によっては色づいて見えてしまう。

【００３３】

いずれの配置においても、ＬＣＤ１４３側に配置する素子がＬＣＤ１４３の画素から離れていると、クロストークといった隣の画素までぼけるといった現象が起きてしまうので、出来るだけ近づけることが重要である。また、素子間の間隔は、図２１に示すように、２重像や多重像の原因になってしまうのでやはり近づけることが重要である。そういった意味では単板上両面が回折面、拡散面になっている構成がよい。図中では０次、±１次までだと網膜上ではＡ１～Ｃ１の像とＡ２～Ｃ２の像とＡ３～Ｃ３の像が同時に見えてしまい３重像になる様子が示されている。

【００３４】
また、回折格子は、拡散板の拡散角との兼ね合いを考慮し、適当なピッチ、断面形状および溝深さを選ぶことによって回折角、回折効率を所望のものにできる。
一例としてＬＣＤの有効視野角が±１０°の時、回折角が±１０°以上となるようなピッチにすれば視野角が改善する。例えば、回折格子のピッチを２μｍとすれば、０次光と１次光を用いれば回折角は±１５°となる。組み合わせる拡散板の拡散角を５°にした場合、結果的に視野角は±３０°に改善する。これら２種の部材により視野角を拡大する際、ボケによる画像劣化を防ぐため、なるべく各部材と液晶パネルとは近づけて配置するのが望ましい。今、ＬＣＤの画素ピッチをＰとすると、許容できるボケ量はＰである。回折格子の回折面による０次回折光に対する１次回折光の回折角をθ_1　とし、拡散板において拡散面に垂直な方向の透過光の強度に対しその５０％の強度となる拡散角をθ_2　とし、ＬＣＤから回折格子までの距離をL_1、回折格子から拡散板までの距離をL_2とすると、ボケ量の許容できる関係式は、
【００３５】
【数４】
$$P > L_1 \mathrm{Tan}\theta_1 + L_2 \mathrm{Tan}\theta_2$$
というふうに表現できるので、この関係式を満たすように各パラメータをコントロールする。以上回折する面と拡散する面を回折格子と拡散板といった素子として説明してきたが、単板上の両側に各作用を持った面を施しても良い。
【００３６】
この互いに光束を広げる作用の異なる面を組み合わせる意味は、回折格子面のみだと回折作用に特有な色がでてしまう不具合と回折条件を満足する方向以外の角度では像が暗いという２つの不具合を拡散面の拡散作用で減じ、かつ拡散面のみでは濃淡が出てしまう不具合も回折作用によって弱めるという、単体ではなし得ない組み合せによる効果である。これによって視野角の広がりと角度依存性の両方が改善できる。
【００３７】
次に開口数増加面として、プリズムアレイと拡散面を組み合わせた例を図２２に示す。
この組み合せも前述と同様に光の広げ具合いが異なるものの組み合せによる相乗効果をねらったものである。この場合もわかりやすくするため、図では、面をプリズムアレイ２２１と拡散板１４２として別々の部材で構成されているとし、両者の間隔を故意に離して描いている。ＬＣＤ１４３を通過した略平行光はプリズムアレイ２２１に入射し、光束は入射する面によって３方向に屈折、分離する。
その後それぞれの光束は拡散板１４２に入射しそれぞれが拡散作用を受ける。その結果視野角が広がり、角度依存性が減少する。プリズムアレイ２２１と拡散板１４２の位置の順序はどちらでも同じ効果が見込める。
【００３８】
次に、開口数増加面として、プリズムアレイと回折格子面を組み合わせた例を図２３に示す。
図では、わかりやすくするため、面をプリズムアレイ２２１と回折格子１４１とで構成したとし、これら素子の間隔を離して描いているが、実際は接して配置した方がスペースをとらないし、けられがなくなる。また、重要な点としてぼけや多重像が少なくなる。単一板両面に各作用面を施しても同様な効果を出せる。ＬＣＤ１４３を通過した略平行な光束はプリズムアレイ２２１を通過し、プリズムアレイ２２１の面の頂角に基づく角度を以て射出する。図のプリズムアレイ２２１の形状では光束は３方向に分離する。その後回折格子１４１に入射した光は回折条件に基づく方向にそれぞれの光束が回折する。その結果視野角が広がり、角度依存性が減少する。プリズムアレイ２２１と回折格子１４１の位置の順序はどちらでも同じ効果が見込める。このように２つの素子（面）の組み合せによる効果は波長依存性を改善できる点にある。プリズムアレイ２２１は光の屈折作用によって光を曲げており、一方回折格子１４１は回折作用によって光を分離しているため、双方で分散の方向は逆である。よって、単独で用いた場合よりも色の出方は弱まる。

【００３９】
次に、開口数増加面として、プリズムアレイと回折格子面と拡散面の３種の面を組み合わせた例を図２４に示す。
このように、光の広げ具合いが異なる３種類の面を組み合わせることによって、上記に示してきた２種類の面の場合の効果がより高まる。このときも３種類の素子（面）はできるだけ近づけて配置するのが、ぼけを小さくする上で望ましい。又、図では、ＬＣＤ１４３から見てプリズムアレイ２２１、回折格子１４１、拡散板１４２の順序で配置しているが、配置する順序をどのように代えても同様の効果が期待できる。
【００４０】
図２５は、開口数増加面として、拡散作用が異なる２種類の拡散面を組み合わせた例を示す図である。
図では、わかりやすくするため２枚の拡散板１４２ａ，１４２ｂとし、拡散板間の間隔を離して描いている。しかし実際は接して配置した方がスペースをとらないし、けられがなくなる。また、重要な点としてぼけ量が少なくなる。また、単板の両側が拡散面となっている構成もスペースをなくし、シンプルな構成にする上で望ましい。表面凸凹構造が粗い拡散板１４２ａは視野角拡大作用が大きいが角度依存性は大きい。一方表面凸凹構造が細かい拡散板１４２ｂは視野角拡大作用は小さいが角度依存性は小さい。それぞれの光の広がり具合いを図２６（ａ）、及び（ｂ）に示す。すなわち２枚（２面）を組み合わせることによって、より大きな視野角を持ちさらに角度依存性の小さいつまり濃淡の少ない液晶表示装置が得られる。
【００４１】
次に、開口数増加面として、複数の拡散面が層状になった構造の素子を用いた例を図２７に示す。複数の拡散板（拡散面）を１枚の素子に集約した形である。図中の（い）、（ろ）、（は）の部分は（い）から徐々に屈折率が小さくなるような材質の方が全反射が起こりにくくなり、光量効率的に望ましい。凸凹の粗細、層の厚み、層数によって広がり角が制御できる。
（実施の形態８）
第８の実施の形態では、液晶表示素子の映像を表示する光路上で、その液晶表示素子の近傍に配置されたマイクロレンズアレイにより形成された表示素子と共役な面近傍に、上記実施の形態で説明したそれぞれの開口数増加部材（あるいは開口数増加面）を配置して視野角拡大、角度依存性を減少させる例を示す。図２８は、開口数増加部材として散乱性液晶を用いた例を示している。ここでマイクロレンズアレイ２８２は、レンズピッチが液晶表示素子３の画素ピッチに一致したもので、かつ画素電極に整合しており、共役像は正立像となる。レンズの焦点距離や開口数を適当な値にすることで、スペースをあまりとらず共役像の部材を配することが出来る。像を中継させている効果として、１回レンズにより像を中継させ、その中継された共役像位置ジャストに開口数増加部材（開口数増加面）として散乱性液晶デバイス２８１を配することが出来ることである。これによりぼけることなく視野角依存性を向上できる。
【００４２】
ここでは、開口数増加部材（開口数増加面）として散乱性液晶デバイス２８１を例に説明したが、前述した例えば、プリズムアレイ、光ファイバプレート等、他の開口数増加部材（面）でも同様な効果が見込める。
（実施の形態１０）
上記実施の形態の種々の視野角の大きい液晶表示装置を頭部装置型の映像表示装置の映像表示素子として用いた例を図２９（ａ）に示す。すなわち、この映像表示装置の装着フレーム２９３前面に取り付けられる左及び右目用表示部２９１，２９２として本発明の液晶表示装置を用いる。頭部装着型の映像表示装置の使用例としてヴァーチャルリアリティといった分野があるが、そこでは臨場感の向上に画角が広いことは欠かせない。そして、画角が広いほど映像表示素子の視野角が広いことが求められる（図２９（ｂ）参照）。頭部装着型の映像表示装置の接眼光学系２９５の最終面と観察者の瞳孔との距離を一定にとっ

た場合、映像を良好な状態で見るのに必要な素子２９４の視野角と映像の画角とは、およそ比例する関係にある。例えば、画角３０°の時、必要な視野角は±８°であるが、画角６０°の時必要な視野角は±１６°である。このように広画角な頭部装着型の映像表示装置では、表示素子として視野角の広いことが望ましい。

【００４３】

以上、本発明を実施形態に基づいて説明したが、本明細書中には以下の発明が含まれる。すなわち、（１）略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子と、その液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための開口数増加部材とを備え、前記開口数増加部材は散乱型液晶表示デバイスであることを特徴とする液晶表示装置である。このように、略平行光を液晶表示素子に入射させ液晶表示素子を通過した後で開口数を大きくさせることにより、照明効率を下げることなく、コントラストを保持したまま視野可能な範囲を広げることができる。また、このとき開口数を大きくする部材として散乱型液晶デバイスを用いることによって、動的散乱状態が電圧を印加することによって得られるため、透過状態と散乱状態を電気的に制御できる。これにより、トレードオフの関係にある視野角と解像度において解像度を優先させたいときは透過状態とし、視野角を広くさせたいときは散乱状態にすることによって所望の映像が得られる。

【００４４】

また、電圧信号を与える透明電極をマトリクス化することによって散乱度すなわち開口数に階調を持たせることができる。

また、（２）略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子と、その液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための開口数増加部材とを備え、前記開口数増加部材はプリズムアレイであることを特徴とする液晶表示装置である。このように、開口数を大きくする部材としてプリズムが平面状に並んだ素子を用いることによって、素子の制作面から回折格子などよりもコストを抑えて視野角を上げる効果を得ることができる。また、製作するプリズムの頂角の大小に応じて視野角の拡大具合をかえることができる。

【００４５】

また、（３）略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子と、その液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための開口数増加部材とを備え、前記開口数増加部材は、前記液晶表示素子から射出した各画素ごとの光束を前記液晶表示素子側に発散反射させる反射面とその発散反射された光束を映像表示方向に反射する反射面とが、各々所定距離ずらして対向した状態で前記液晶表示素子の画素ピッチに対応して複数配置されていることを特徴とする液晶表示素子である。このように、開口数増加部材として、液晶表示素子から射出した各画素ごとの光束を液晶表示素子側に発散反射させる反射面とその発散反射された光束を映像表示方向に反射する反射面とが、各々所定距離ずらして対向した状態で液晶表示素子の画素ピッチに対応して複数配置する構成を用いれば、発散反射させる反射面に曲率を持たしたり、発散反射面と平面反射面との間隔を変えることによって開口数の増加具合を所望のものとすることができる。なお、発散反射面を上記液晶表示素子側に凸面を向けた構成にすると、開口数を大きくするのに有効である。

【００４６】

また、（４）前記発散反射面は光を透過する作用を更に有することを特徴とする上記（３）の液晶表示装置である。このように、上記の発散反射面を光の一部が透過するようにし、その透過率を変えることによって開口数及び直視方向の光の強度を変えることができる。すなわち、視野角依存性を変化させることができる。また、（５）略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子と、その液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための開口数増加部材とを備え、前記開口数増加部材は、光ファ

イバを長さ方向に対して垂直な方向に束ねてプレート状にしたもので、各々の光ファイバの内部の反射境界面が凸凹形状であることを特徴とする液晶表示装置である。このように構成する事によって、液晶表示素子をでた光は各々の光ファイバで長さ方向に導かれるが、このとき反射境界面の凸凹により光はファイバ内で拡散してファイバ端から射出するので、結果的にトータルで開口数は増加する。また、視野角依存性も減じることができる。

【００４７】

また、（６）前記光ファイバの前記反射境界面は回折作用を有する凸凹面であることを特徴とする上記（５）の液晶表示装置である。このような構成により、反射面に　設けられた回折面の回折作用によりファイバ内を伝搬する光束が回折し、結果的にファイバ端を射出するときに回折角と回折効率に基づく開口数の増加を示す。　また（７）略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子と、その液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための開口数増加部材とを備え、前記開口数増加部材は、拡散作用を生み出す凸凹を有する格子面を持つ拡散回折格子であることを特徴とする液晶表示装置である。もともと単なる回折格子の場合は、前述したように回折の条件を満たす方向にしか光束は向かわず、その方向でしか表示映像は見ることができない。また波長依存性のため像に色むらが出てしまう。また単なる拡散板の場合は、板の表面にある凸凹により光を拡散させるため、凸凹の中で観察者の眼球に入りやすい方向に光を散乱する部分と入りにくい方向に散乱する部分とが存在し、その結果眼球に入りやすい方向に光を拡散する部分は明るく見え、そうでない部分は暗く見え像に濃淡が生まれてしまう。そこで、上述のように構成することによって、回折、拡散両作用を同時に活用することにより視野角依存性が低減できる。すなわち、回折格子の回折条件を満たす方向の周りに表面凸凹による拡散作用によって光が拡散されるため、拡散板より視野角が広くなり、回折による色収差は弱められる。また、光線の広がり角の制御を、単なる拡散板のみによる場合に比べて回折格子のピッチにより簡単に制御できる。

【００４８】

また、（８）前記拡散回折格子は、格子面による０次回折光に対する１次回折光の回折角をθ_1、面に垂直な方向の強度に対して５０％の強度となる時の拡散角をθ_2とした場合、

【００４９】

【数５】

$0.3\theta_1 < \theta_2 < 0.7\theta_1$

を満たすような拡散を生み出す凸凹を有していることを特徴とする上記（７）の液晶表示装置である。このようにすると、回折の条件を満たす方向以外の方向を拡散光によって補間するため、射出光分布が一様になる。ここで表面が荒れるに従って回折作用は弱まる。すなわち、回折条件を満たす方向の射出光分布が弱くなる。

【００５０】

よって、表面が荒れすぎると通常の拡散板と何ら変わらなくなり、拡散板の持つ濃淡といった問題が強く出る。逆に表面が荒れていないと通常の回折格子と同じになり、回折格子特有の色が出たり、回折条件を満たす方向以外には光がなくなるという問題がある。回折作用と拡散作用の両現象を適度にブレンドすることによって回折、さらに拡散のみの時に出やすい濃淡をも改善できる。

【００５１】

また（９）略平行な光束を発生する照明手段と、その照明手段から光束を入射され映像を表示する液晶表示素子とを備え、さらにその液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置され、前記映像光束を拡散するための　、拡散板、回折格子、プリズムアレイの中から選ばれる開口数増加面を少なくとも２つ以上備えていることを特徴とする液晶表示装置である。このような構成とした場合は、開口数の増加具合が異なる面を複数組み合わせることによって、視野角を上げるとともに視野角内での光の拡散具合をより一様にすることができる。その結果視野角内で濃淡が見えたりすること

はなくなる。

【００５２】

また、（１０）前記開口数増加面は２つであって、１つが回折格子面で、もう１つが拡散面であることを特徴とする上記（９）の液晶表示装置である。回折格子面のみだと回折の条件を満たす方向にしか光束は向かわず、その方向でしか表示映像は見ることができない。また波長依存性のため像に色むらが出てしまう。又、拡散面のみだと拡散面表面にある凸凹により光を拡散させるため、凸凹の中で観察者の眼球に入りやすい方向に光を散乱する部分と入りにくい方向に散乱する部分とが存在し、その結果眼球に入りやすい方向に光を散乱する部分は明るく見え、そうでない部分は暗く見え像に濃淡が生まれてしまう。そこで、上記における開口数増加面を２つとして、１つを回折格子面、もう１つを拡散面とすると、すなわち、これら単一面では問題を持つ面を組み合わせると、視野角依存性は低減できる。すなわち、回折格子面の回折条件を満たす方向の周りに拡散面によって拡散されるため、拡散面１面より視野角が広くなり、回折による色収差は弱められる。

【００５３】

また、回折格子面により光束の分岐方向の制御が可能になり、効率的に眼球に導かれない不所望な散乱光を減じることができ、導かれた光束は拡散面で分散し分布において一様性を増す。

また、（１１）前記液晶表示素子の画素ピッチをＰとし、前記回折格子の回折面による０次回折光に対する１次回折光の回折角をθ_1　とし、前記拡散面に垂直な方向の透過光の強度に対しその５０％の強度となる拡散角をθ_2　とし、前記液晶表示素子から前記回折格子までの距離をL_1　、前記回折格子から前記拡散面までの距離をL_2とすると、

【００５４】

【数６】

$$P > L_1 \mathrm{Tan}\theta_1 + L_2 \mathrm{Tan}\theta_2$$

を満たすような画素ピッチＰであることを特徴とする上記（１０）の液晶表示装置である。このような構成によって、隣の画素までぼけるといったクロストークによるぼけがなくなる。

【００５５】

また、（１２）前記開口数増加面は２つであって、１つがプリズムアレイで、もう１つが拡散面又は回折格子であることを特徴とする上記（９）の液晶表示装置である。

すなわち、プリズムアレイ単体であると各プリズムによる屈折の方向にしか光束は向かわずその方向でしか表示映像は見ることができない。また屈折の際プリズムによる色収差のため像に色むらが出てしまう。拡散面のみだと拡散面表面にある凸凹により光を拡散させるため、凸凹の中で観察者の眼球に入りやすい方向に光を散乱する部分と入りにくい方向に散乱する部分とが存在し、その結果眼球に入りやすい方向に光を散乱する部分は明るく見え、そうでない部分は暗く見え像に濃淡が生まれてしまう。そこで、上記２つの開口数増加面を、１つがプリズムアレイ、もう１つが拡散面とし、これら単体では問題を持つものを組み合わせることによってそれぞれの問題点を低減でき結果、視野角依存性は低減できる。すなわち液晶素子を射出した光はプリズムによって屈折した方向の周辺に拡散面によって拡散されるため、拡散面１面より視野角が広くなるし、プリズムによる色収差は弱められる。また、上記２つの開口数増加面を、１つがプリズムアレイ、もう１つが回折格子とすれば、視野角の増加具合は、回折格子面による回折角とプリズムアレイの屈折角の合成になるのでより射出光分布が一様になる。

【００５６】

また、（１３）前記開口数増加面は３つであって、１つがプリズムアレイで、もう１つが回折格子面で、残りの１つが拡散面であることを特徴とする上記（９）の液晶表示装置である。このような構成によってプリズムアレイの屈折角と回折格子面の回折角と拡散面による散乱角それぞれが程度が異なるため射出光分布がより一様になる。

【００５７】

また、（１４）前記開口数増加面は複数の拡散面からなり、前記液晶表示素子側に配置す

る拡散面は、眼球側に配置する拡散面より拡散角が同じか大きいことを特徴とする上記（９）の液晶表示装置である。このような構成よって、部分的に濃淡が見えるのを防ぐ。拡散面の欠点として挙げられる濃淡が見えてしまうといった問題があるが、この現象は開口数の小さい光束を用いた場合顕著である。それを解消する方法として、上記のように、拡散特性が異なるものを複数用いる場合、拡散角が大きいものほど液晶表示素子側に配置し、小さいものほど眼球側に配置すると、液晶表示素子に近い方にて開口数が大きくなるので濃淡が目立ちにくくなる。

【００５８】

また、（１５）前記開口数増加面は複数の拡散面が層状に形成されているものであることを特徴とする上記（９）の液晶表示装置である。このようにすれば、複数の拡散面を複数の拡散板を用いて構成する必要がないので、上記の効果に加えて、表示装置自体の構成はシンプルになる。また、薄型化をはかれる。

また、（１６）少なくとも１つ以上の前記開口数増加面が、前記液晶表示素子から出射される映像光束の光路上の、前記液晶表示素子の近傍に配置されたマイクロレンズアレイにより形成された前記液晶表示素子と共役な面近傍に配置されていることを特徴とする上記（１）～（１５）のいずれかに記載の液晶表示装置である。このような構成によって、開口数増加面を液晶表示素子の上に直接配さず、１回レンズにより像を中継させ、その中継された共役像位置に配するので、ぼけることなく視野角依存性を向上できる。

【００５９】

また、（１７）上記（１）～（１６）のいずれかに記載の前記液晶表示装置と、その液晶表示装置に表示された映像を観察者の眼球に投影する接眼光学系と、前記液晶表示装置及び前記接眼光学系を観察者の眼球直前に位置させる頭部装着手段とを備えたことを特徴とする頭部搭載型映像表示装置である。このような表示装置によって、視野角の広い映像表示素子を用いることによって広画角な頭部搭載型映像表示装置においても、コントラストの反転や視認性の悪化などによる臨場感の低下を回避できる。頭部搭載型映像表示装置においては、眼幅や頭部の大きさなど個人差があり、装着状態が悪かったりして表示系が正しい位置に位置していないケースが多々あり、そういう場合、映像が画面全体に渡って良好なコントラストを保てなくなる。これは、液晶表示装置の視野角が小さいとそのような現象が起きやすくなる。よって上記の視野角の大きい液晶表示装置を用いれば、そのような現象は起きにくくなる。また、頭部搭載型映像表示装置の接眼光学系の設計において、表示素子の周辺から発する光線はどうしても収差が発生し易いが、上記の液晶表示装置を用いることによって１画素から出てくる光束は広範囲な角度に渡り一様なので、設計段階で収差などの観点から設計の自由度が増す。

【００６０】

なお、本発明は、上記実施の形態で説明したタイプの液晶表示装置のみに限定されるものではなく、他の公知の液晶表示装置についても適用可能である。

【００６１】

【発明の効果】

以上述べたところから明らかなように本発明は、液晶表示装置の表示コントラストを低下させることなく、視野角を大きくできるという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明にかかる第１の実施の形態の液晶表示装置の略示構成図である。

【図２】上記第１の実施の形態における散乱型液晶パネルの動作状態を説明する図である。

【図３】本発明にかかる第２の実施の形態の液晶表示装置の略示構成図である。

【図４】上記第２の実施の形態における変形例を示す図である。

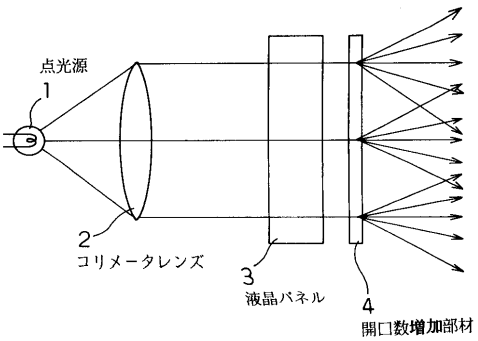
【図５】上記第２の実施の形態におけるプリズムアレイの作用を説明する図である。

【図６】上記第２の実施の形態におけるプリズム面を逆にした場合の作用を説明する図である。

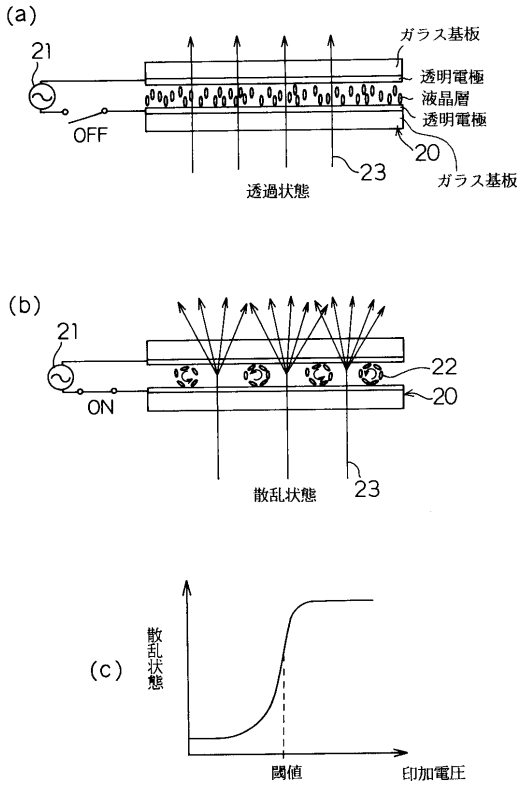
【図７】上記第２の実施の形態における変形例を示す図である。

【図８】本発明にかかる第３の実施の形態の液晶表示装置の略示断面図である。
【図９】上記第３の実施の形態における変形例を示す図である。
【図１０】本発明にかかる第４の実施の形態の液晶表示装置に用いる光ファイバープレートの２つの例を示す斜視図である。
【図１１】同図（ａ）は、一般的な光ファイバーの構造を示す図、同図（ｂ）は、上記第４の実施の形態における光ファイバーの構造を示す図である。
【図１２】本発明にかかる第５の実施の形態の液晶表示装置に用いる光ファイバーの構造を示す図である。
【図１３】本発明にかかる第６の実施の形態の液晶表示装置の開口数増加部材を示す斜視図である。
【図１４】本発明にかかる第７の実施の形態の液晶表示装置の略示構成図である。
【図１５】拡散板のみによる作用を説明する図である。
【図１６】回折格子のみによる作用を説明する図である。
【図１７】上記第７の実施の形態における作用を説明する図である。
【図１８】上記図１７の場合より回折格子と拡散板との間隔を大きくした場合の作用を説明する図である。
【図１９】回折格子と拡散板の配置を逆にした場合の作用を説明する図である。
【図２０】上記図１９の場合より回折格子と拡散板との間隔を大きくした場合の作用を説明する図である。
【図２１】開口数増加部材と液晶素子との距離を大きくした場合の見え方を説明する図である。
【図２２】上記第７の実施の形態における変形例を示す図である。
【図２３】上記第７の実施の形態における変形例を示す図である。
【図２４】上記第７の実施の形態における変形例を示す図である。
【図２５】上記第７の実施の形態における変形例を示す図である。
【図２６】上記図２５の２種類の拡散板の特性の違いを説明する図である。
【図２７】上記第７の実施の形態における変形例を示す図である。
【図２８】本発明にかかる第８の実施の形態の液晶表示装置の略示構成図である。
【図２９】同図（ａ）は、本発明にかかる第９の実施の形態の映像表示装置の外観図、同図（ｂ）は、その略示構成図である。
【図３０】従来の液晶表示装置における視野角を説明する図である。
【図３１】一般的な液晶パネルの構成を示す断面図である。
【符号の説明】
１　点光源
２　コリメータレンズ
３　液晶パネル
４　開口数増加部材
３１　プリズムアレイ
８１　ミラー
８２　ハーフミラー
１０１　光ファイバ（円形）
１０２　光ファイバ（角形）
１４１　回折格子
１４２　拡散板
２８１　散乱性液晶デバイス

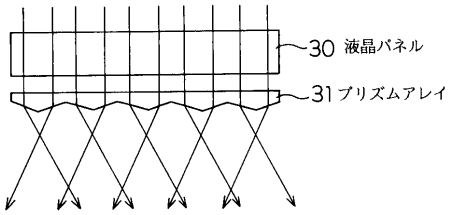
【図１】


点光源
1
2
コリメータレンズ
3
液晶パネル
4
開口数増加部材

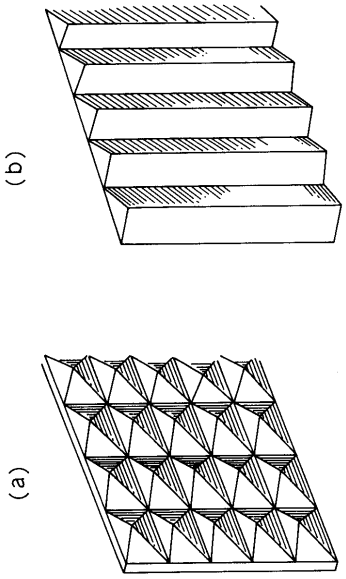
【図２】


(a)
21
ガラス基板
透明電極
液晶層
透明電極
OFF
20
ガラス基板
23
透過状態
(b)
21
22
20
ON
散乱状態
23
(c)
散乱状態
閾値
印加電圧

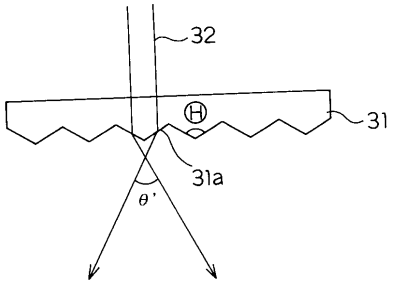
【図３】


30 液晶パネル
31 プリズムアレイ

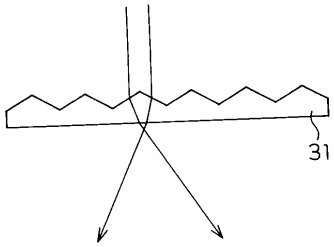
【図４】


(b)
(a)

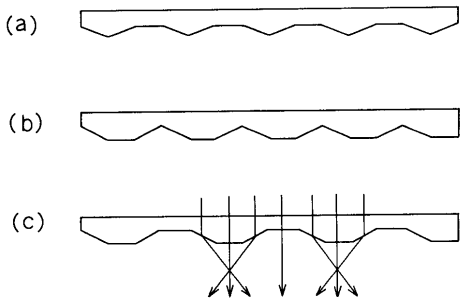
【図５】


32
31
31a
θ'

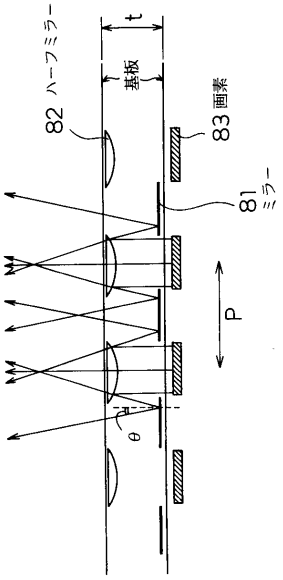
【図６】


31

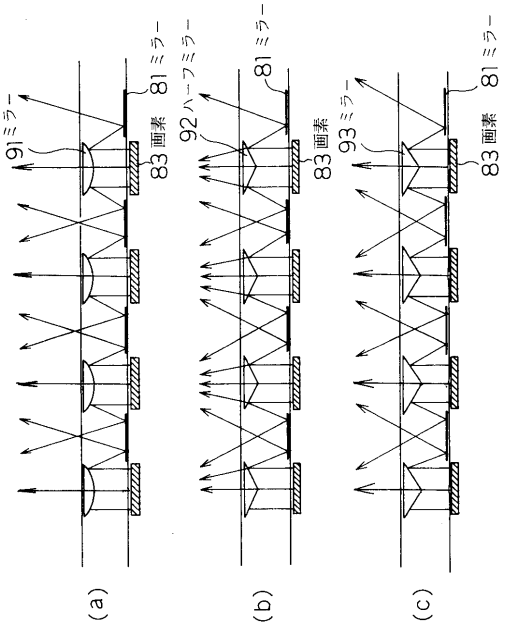
【図７】


(a)
(b)
(c)

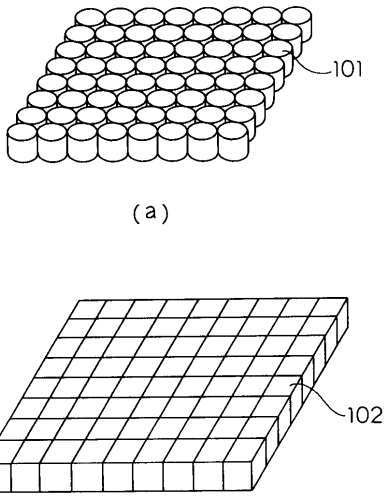
【図８】


82 ハーフミラー
t
基板
83 画素
81 ミラー
P
θ

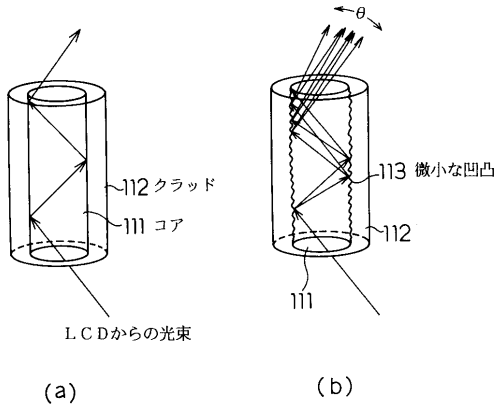
【図９】


91 ミラー
81 ミラー
83 画素
92 ハーフミラー
81 ミラー
83 画素
93 ミラー
81 ミラー
83 画素
(a)
(b)
(c)

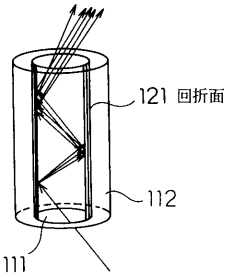
【図１０】



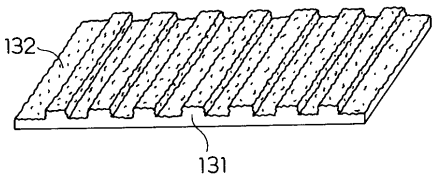
【図１１】



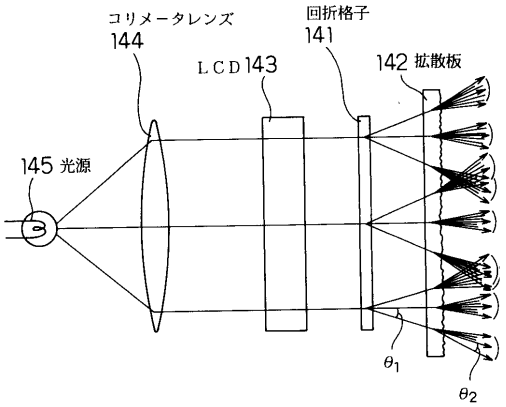
【図１２】



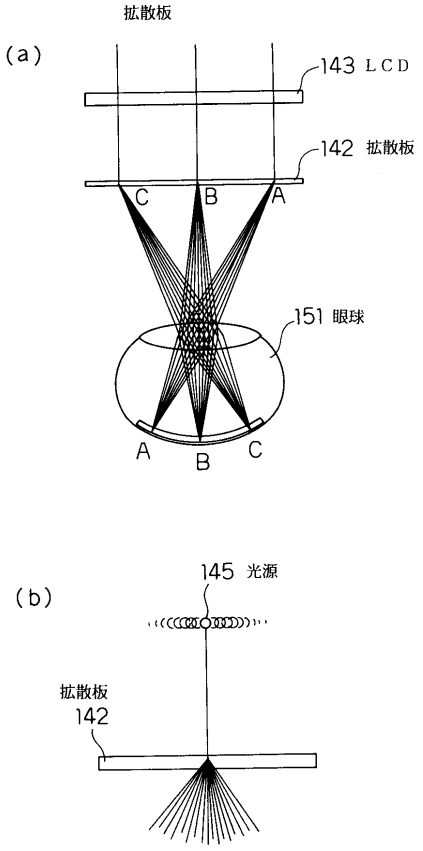
【図１３】



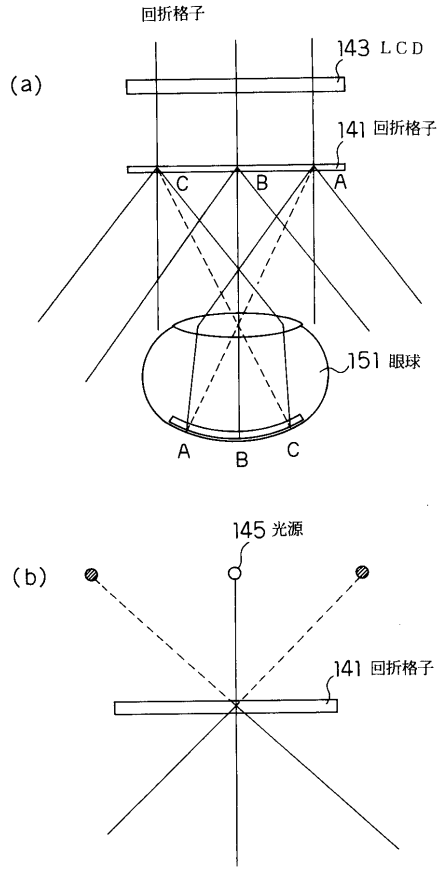
【図１４】



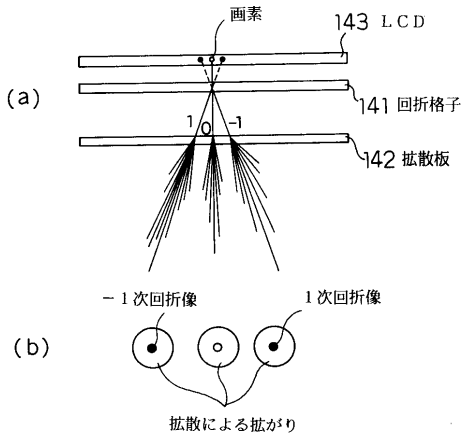
【図１５】



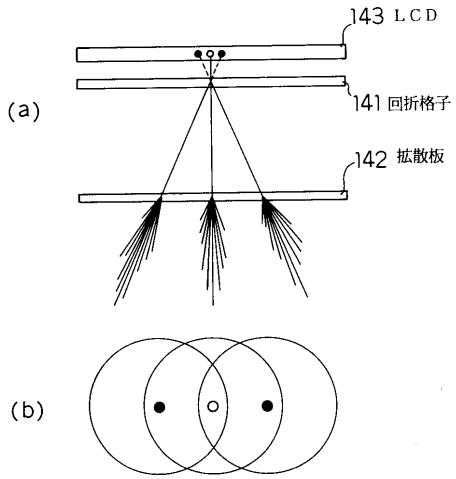
【図１６】



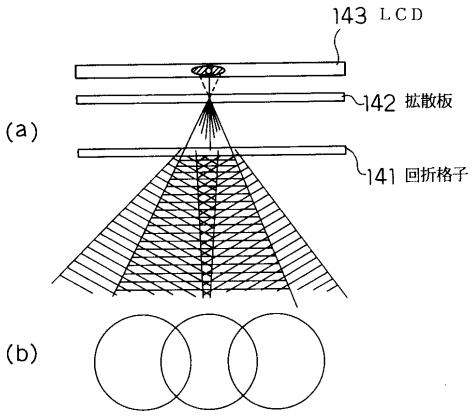
【図１７】



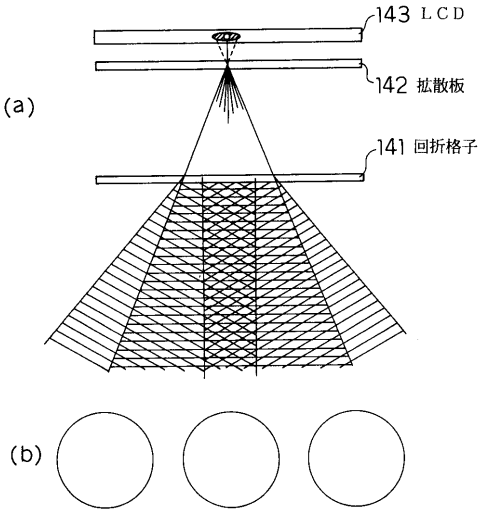
【図１８】



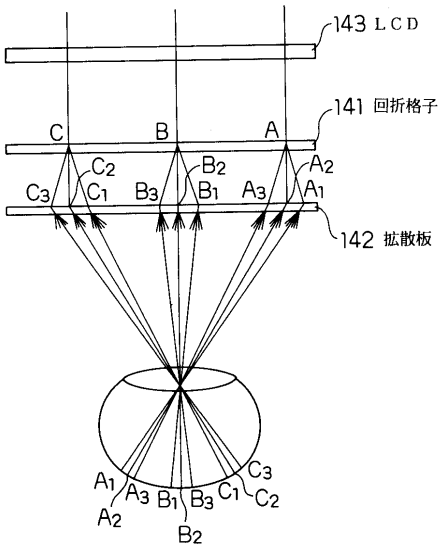
【図１９】



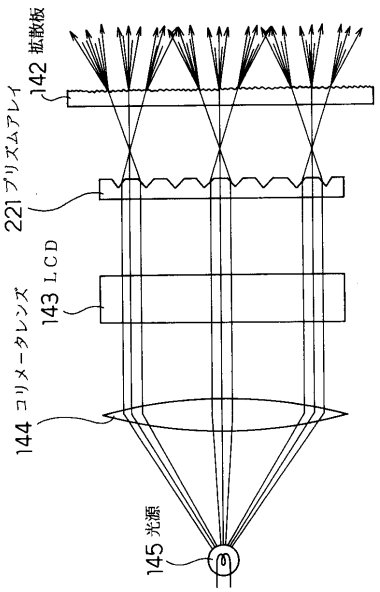
【図２０】



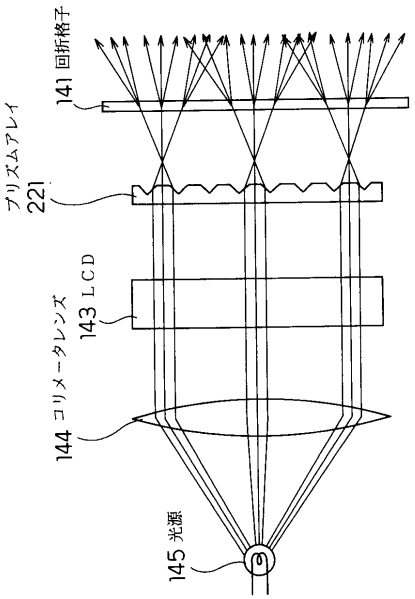
【図２１】



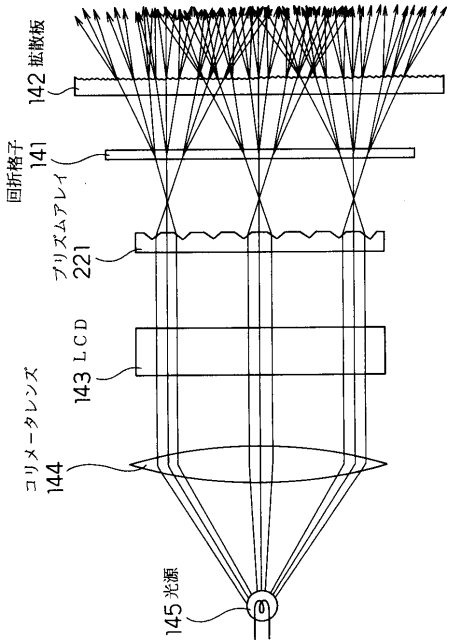
【図２２】



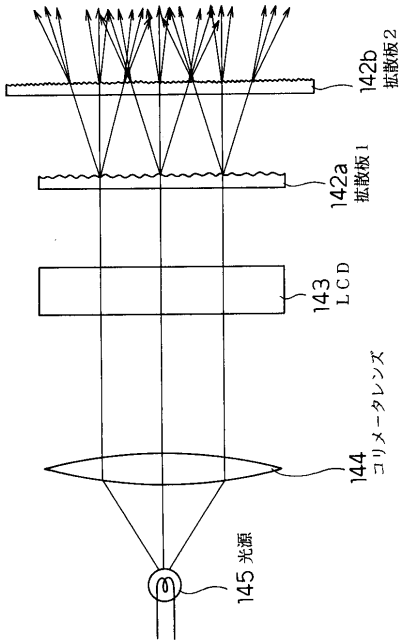
【図２３】



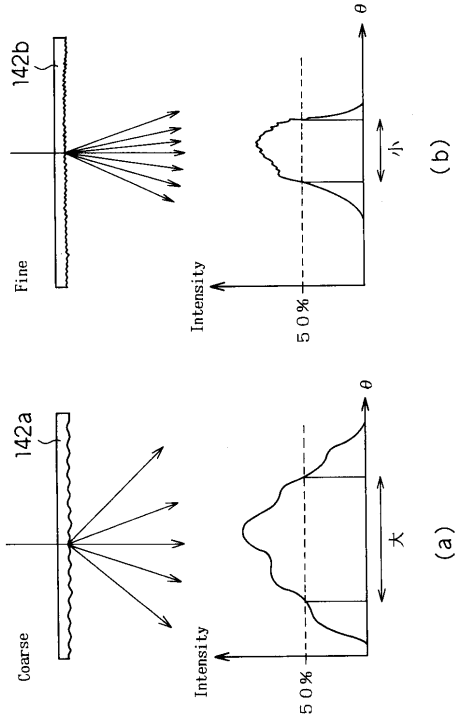
【図２４】



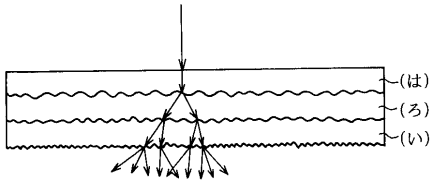
【図２５】



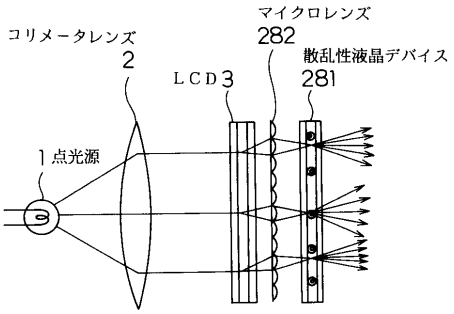
【図２６】



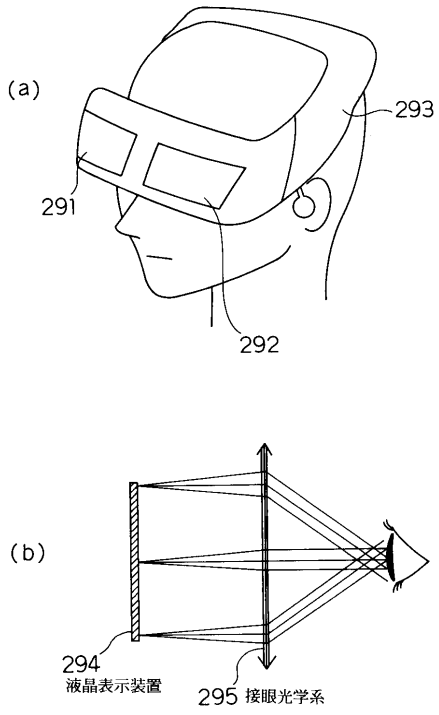
【図２７】



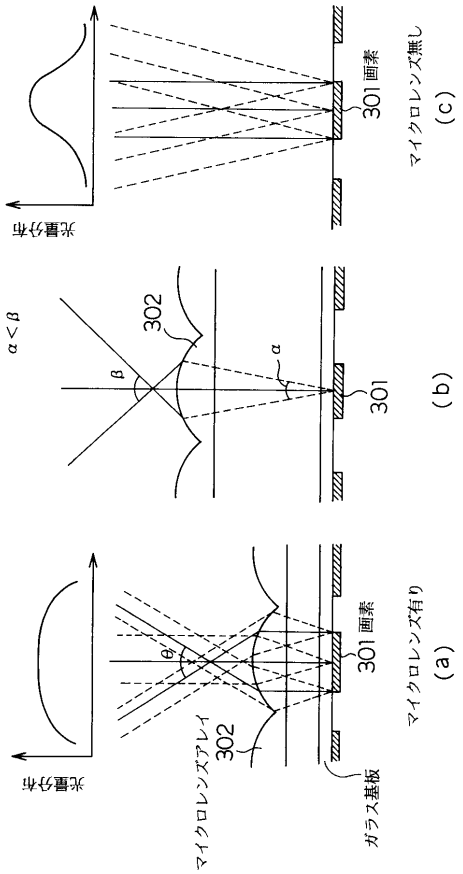
【図２８】



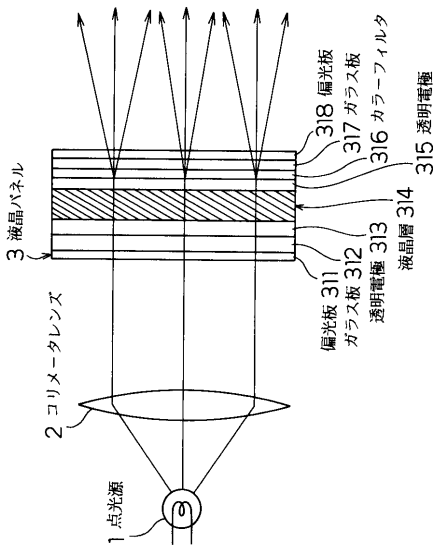
【図２９】


(a)
291
292
293
(b)
294
液晶表示装置
295 接眼光学系

【図３０】


光量分布
301 画素
マイクロレンズ無し
(c)
α＜β
302
β
α
301
(b)
光量分布
θ
301 画素
マイクロレンズ有り
(a)
マイクロレンズアレイ
302
ガラス基板

【図３１】


3 液晶パネル
2 コリメータレンズ
1 点光源
偏光板 311
ガラス板 312
透明電極 313
液晶層 314
透明電極 315
ガラスフィルタ 316
ガラス板 317
偏光板 318

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－１６０６３６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０８０２１８（ＪＰ，Ａ）
実開昭５７－０２８４０９（ＪＰ，Ｕ）
特開平０７－１０４２７６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１２７１９７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１１４０１５（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０４５９２４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)

G02F 1/13357
G02F 1/13 505
G02F 1/1335
H04N 5/64
G02B 6/00