

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-38012

(P2004-38012A)

(43) 公開日 平成16年2月5日(2004.2.5)

(51) Int.Cl.⁷

G02B 27/02

G02F 1/13

G03H 1/22

F I

G02B 27/02

G02F 1/13

G03H 1/22

Z

505

テーマコード (参考)

2H088

2K008

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-197518 (P2002-197518)

(22) 出願日 平成14年7月5日 (2002.7.5)

(71) 出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13

号 大阪国際ビル

(74) 代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

(74) 代理人 100111811

弁理士 山田 茂樹

(72) 発明者 遠藤 毅

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大

阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72) 発明者 野田 哲也

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大

阪国際ビル ミノルタ株式会社内

最終頁に続く

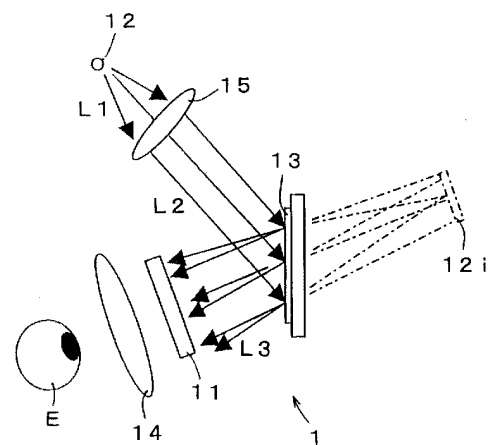
(54) 【発明の名称】 映像表示装置

(57) 【要約】

【課題】表示素子に照明光を導くために反射型ホログラムを備える映像表示装置であって、観察瞳の大きいものを提供する。

【解決手段】光源である発光ダイオード(12)からの照明光を凸レンズ(15)によって平行光とし、反射型ホログラム(13)によって回折反射して、表示素子である液晶表示器(11)に導き、液晶表示器からの映像を表す光を接眼光学系(14)によって眼(E)に導く。反射型ホログラムに拡散特性をもたせて、液晶表示器に導く照明光を拡散光とすることにより、面光源(12i)を備えているかのような大きな観察瞳を実現する。反射型ホログラムに正の光学的パワーをもたせて、凸レンズを省略することもできる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

与えられる照明光を変調して映像を表す光とする表示素子と、表示素子に与える照明光を供給する光源部と、光源部からの照明光を回折反射して表示素子に導く反射型ホログラムと、表示素子からの映像を表す光を観察者の眼に導いて映像の拡大虚像を提供する接眼光学系を備える映像表示装置において、

反射型ホログラムが、拡散特性を有し、照明光を回折反射しながら拡散して表示素子に導くことを特徴とする映像表示装置。

【請求項 2】

光源部が異なる波長の光を発する複数の発光素子から成り、反射型ホログラムが複数の発光素子が発する光の波長それぞれに対して回折反射効率のピークを有することを特徴とする請求項 1 に記載の映像表示装置。 10

【請求項 3】

光源部が照明光として発散光を供給し、

反射型ホログラムが、正のパワーを有して、回折反射した照明光のうち拡散角度が 0 のものを略平行光とすることを特徴とする請求項 1 に記載の映像表示装置。

【請求項 4】

反射型ホログラムが 1 次回折反射光と 0 次回折反射光とを次第に分離させ、

表示素子が、反射型ホログラムによって回折反射された照明光のうちの 1 次回折反射光の光路上であって、0 次回折反射光が略分離する位置以降に存在することを特徴とする請求項 1 に記載の映像表示装置。 20

【請求項 5】

反射型ホログラムが、拡散異方性を有して、回折反射した照明光の拡散角度を直交する 2 方向について相違させることを特徴とする請求項 1 に記載の映像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、照明光を変調して映像を表す光とする表示素子を備える映像表示装置に関し、特に、その照明光学系に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、頭部に装着されて眼前にて使用される頭部装着型の映像表示装置が、個人観賞用の映像表示装置として普及している。一般に、頭部装着型の映像表示装置は、映像を表示する表示素子と、表示素子に表示した映像の光を観察者の眼に導いて拡大虚像を提供する接眼光学系とを備える。表示素子として、CRT のように、素子自体が映像を表す光を発するものを使用することもあるが、装置の小型軽量化のために、液晶表示器のように、照明光を与えられてこれを変調して映像を表す光とする表示素子と、その照明光を供給する小さな光源（例えば発光ダイオード）とを組み合わせる用いることが多い。

【0003】

光源と光源からの照明光を変調する表示素子とを組み合わせる構成では、光源、表示素子および接眼光学系の配設位置の自由度を高めながら、照明光の表示素子への入射角度を適切にするために、光源からの照明光を回折反射して表示素子に導く回折反射素子を備えることも行われている。 40

【0004】

このような映像表示装置の構成を図 17 に模式的に示す。この映像表示装置は、表示素子である液晶表示器 91、光源である発光ダイオード 92、回折反射素子 93、接眼光学系 94、および凸レンズ 95 より成る。発光ダイオード 92 が照明光として発する発散光は、凸レンズ 95 によって略平行光とされる。回折反射素子 93 は凸レンズ 95 によって略平行光とされた照明光を、入射角度とは異なる反射角度で一律に回折反射して、液晶表示器 91 に導く。液晶表示器 91 は、照明光を映像を表す光として略平行光のままで接眼 50

学系 9 4 に導き、接眼光学系 9 4 は観察者の眼 E に映像の拡大虚像を提供する。回折反射素子 9 3 としては、回折格子やホログラムが用いられる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、回折反射素子によって照明光を接眼光学系に導く従来の映像表示装置は、表示素子に導く照明光が平行光であるかきわめて平行光に近い場合、観察瞳が小さい。このため、装置と観察者の眼の相対位置の変化によって、観察者の眼が装置の観察瞳から外れ易く、観察される映像の一部が欠けたり、映像を全く観察できなくなったりする。頭部載置型の映像表示装置は、装着が容易で、しかも違和感の少ないものであることが望ましく、眼鏡型とされることが多いが、この形態では、装置が動き易く、像が観察できなくなると 10

【 0 0 0 6 】

また、装着のための部材を工夫して装置が動かないようにしても、左右の眼の間隔には人によって差があるから、装置と眼の相対位置が観察者ごとに相違することになり、汎用性の高い映像表示装置とすることは難しい。多くの人にとって映像観察が容易な装置とするためには、光源から接眼光学系までの光学系全体を装着のための部材に対して可動にする必要が生じて、構成が複雑になり、また、小型軽量化も難しくなる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたもので、観察瞳の大きい映像表示装置を提供することを目的とし、さらに、観察瞳が大きい上に照明光を映像の観察に効率よく利用 20

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明では、与えられる照明光を変調して映像を表す光とする表示素子と、表示素子に与える照明光を供給する光源部と、光源部からの照明光を回折反射して表示素子に導く反射型ホログラムと、表示素子からの映像を表す光を観察者の眼に導いて映像の拡大虚像を提供する接眼光学系を備える映像表示装置において、反射型ホログラムが、拡散特性を有し、照明光を回折反射しながら拡散して表示素子に導くものとする。

【 0 0 0 9 】

反射型ホログラムが、単に回折反射して照明光の方向を変えるだけでなく、照明光を拡散するようにしたことで、表示素子に対する照明光の入射角度にはある程度の広がりが生じる。表示素子は、照明光を変調するものの、光線の進行方向には変化をもたらさない（透過型の表示素子であれば入射角度と出射角度は等しく、反射型の表示素子であれば入射角度と反射角度は等しい）から、映像を表す光の進行方向にも入射角度の広がりに等しい広 30

【 0 0 1 0 】

ここで、光源部が異なる波長の光を発する複数の発光素子から成り、反射型ホログラムが複数の発光素子が発する光の波長それぞれに対して回折反射効率のピークを有するようにするとよい。明るいカラー映像を提供することが可能になる。 40

【 0 0 1 1 】

光源部が照明光として発散光を供給し、反射型ホログラムが、正のパワーを有して、回折反射した照明光のうち拡散角度が 0 のものを略平行光とするようにしてもよい。拡散角度が 0 の照明光を略平行光とすることで、照明光を拡散しながらも、その大部分を表示素子に導くことができ、光源からの照明光を効率よく映像の提供に利用することができる。しかも、照明光を発する素子として発光ダイオードのように小型のものをを用いることが可能であり、また、発散光である照明光を略平行光とするための光学素子を別途備える必要がないため、小型軽量化が容易である。

【 0 0 1 2 】

反射型ホログラムが 1 次回折反射光と 0 次回折反射光とを次第に分離させ、表示素子が、 50

反射型ホログラムによって回折反射された照明光のうちの１次回折反射光の光路上であって、０次回折反射光が略分離する位置以降に存在するようにするとよい。１次回折光と０次回折光が略分離する位置以降に表示素子を配置することにより、表示素子に入射する０次回折光を僅かにする、あるいは皆無にすることが可能になり、０次回折光の混在に起因する映像の質の低下を防止することができる。

【００１３】

反射型ホログラムが、拡散異方性を有して、回折反射した照明光の拡散角度を直交する２方向について相違させるようにしてもよい。観察瞳は楕円形状となり、拡散角度の大きい方向がその長径の方向に相当する。観察者の眼と装置との相対位置の変化の大きい方向について拡散角度（瞳径）を大きくし、これに直交する方向については拡散角度（瞳径）を小さくすれば、照明光を映像の観察に効率よく利用することが可能になり、明るい映像を提供することができる。また、光源、反射型ホログラムおよび接眼光学系を含む平面に平行な方向について拡散角度を大きくし、これに直交する方向について拡散角度を小さくすれば、接眼光学系に対する反射型ホログラムの向きや、反射型ホログラムに対する光源の向きを特に高精度に設定しなくてもよくなり、組み立て効率が向上する。

【００１４】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の映像表示装置の実施形態について、図面を参照しながら説明する。第１の実施形態の映像表示装置１の光学構成を図１に模式的に示す。映像表示装置１は、液晶表示器１１、発光ダイオード（ＬＥＤ）１２、反射型ホログラム１３、接眼光学系１４、および凸レンズ１５より成る。

【００１５】

液晶表示器１１は、その液晶層に映像を表示し、与えられる照明光を表示した映像によって変調して映像を表す光とする。ＬＥＤ１２は、液晶表示器１１に与える照明光を供給する。反射型ホログラム１３は、凸レンズ１５を介してＬＥＤ１２より与えられる照明光を回折反射して、１次回折反射光を液晶表示器１１に導く。接眼光学系１４は、液晶表示器１１からの映像を表す光を観察者の眼Ｅに導いて、液晶表示器１１上の映像の拡大虚像を提供する。凸レンズ１５は、ＬＥＤ１２からの発散光Ｌ１を略平行光Ｌ２として、反射型ホログラム１３に与える。

【００１６】

反射型ホログラム１３は、拡散特性を有しており、凸レンズ１５からの照明光Ｌ２を回折反射しながら拡散する。このため、液晶表示器１１に対する照明光Ｌ３の入射角度には分布が生じる。液晶表示器１１は光の進行方向には影響を及ぼさず、映像を表す光は液晶表示器１１の各画素から入射角度と同じ出射角度で出射して、接眼光学系１４に達する。したがって、映像表示装置１の観察瞳は大きく、映像表示装置１と観察者の眼Ｅの相対位置に変動が生じてても、観察者の眼Ｅは観察瞳から外れ難い。

【００１７】

明るい像を提供するために、凸レンズ１５および接眼光学系１４は、ＬＥＤ１２と観察者の眼Ｅとが光学的に共役になるように設定されている。また、ＬＥＤ１２は小さく、点光源に近い。観察瞳の大きさは光源の面積におおよそ比例するので、反射型ホログラム１３が凸レンズ１５からの照明光Ｌ２を単に回折反射するだけであれば、観察瞳は小さい。しかし、反射型ホログラム１３に拡散特性をもたせたことで、液晶表示器１１を照明するために大きな面光源１２ｉを備えたような状態となり、大きな観察瞳を実現することができる。

【００１８】

拡散特性を有する反射型ホログラム１３の作製方法を図２に模式的に示す。ガラス、アクリル等の透明な基板１３ｃに感光材料１３ｂを塗布または貼着して、ホログラム１３の原体１３ａとする。この原体１３ａの基板１３ｃ側に透過型拡散板１６を配置し、同一のレーザ光源が発したレーザ光を分岐して得られる２本のレーザ光Ｌａ、Ｌｂを、それぞれ感光材料１３ｂ側からと拡散板１６側から照射して、レーザ光Ｌａ、Ｌｂの干渉縞を感光材

料 1 3 b に記録する。レーザ光 L a は、凸レンズ 1 5 からの照明光 L 2 と同じく略平行光としておき、照明光 L 2 と同じ方向から照射する。レーザ光 L b も略平行光としておき、回折反射後の照明光 L 3 を上流側に延長した方向から照射する。

【 0 0 1 9 】

レーザ光 L b は拡散板 1 6 を透過することによって拡散し、レーザ光 L a と拡散しつつあるレーザ光 L b との干渉縞が感光材料 1 3 b に記録されて、拡散板 1 6 と類似の拡散特性を有する反射型ホログラム 1 3 が得られる。なお、感光材料 1 3 b の種類には特に制約はなく、銀塩、重クロム酸ゼラチン、フォトリソマー等の一般的な材料を用いることができる。中でもフォトリソマーは、干渉縞記録後の後処理をドライプロセスで行うことができ、処理効率の点で好ましい。

10

【 0 0 2 0 】

透過型拡散板 1 6 としては、従来より知られている、透明な基板の表面に凹凸を形成したものや、光透過性の材料に拡散性樹脂を配合したものを使用することができる。ただし、後者は、原理的に反射光が多く透過光が少なくなるため、前者の方が好ましい。

【 0 0 2 1 】

L E D 1 2 から液晶表示器 1 1 までの光路上に透過型拡散板を配置し、反射型ホログラム 1 3 ではなく、透過型拡散板によって照明光を拡散して観察瞳を大きくすることも考えられる。しかしながら、透明基板の表面に凹凸を形成した拡散板では、その凹凸の形状に起因して、透過光の強度にむらが発生し易く、これを液晶表示器の近傍に配置すると、映像を表す光にも輝度むらが生じて、提供する映像の品位を損なうことになる。また、拡散性樹脂を配合した透過型拡散板では、反射によって失われる光が多く、L E D 1 2 からの光の利用効率が大きく低下する。

20

【 0 0 2 2 】

ホログラムに拡散機能をもたせる場合は、その作製時に透過型拡散板 1 6 として透明な基板の表面に凹凸を形成したものをいながらも、図 2 に示したように、透過型拡散板 1 6 と感光材料 1 3 b とを密着させず離すことによって、透過型拡散板 1 6 の凹凸に起因する強度むらが緩和された状態を感光材料 1 3 b に記録することができる。つまり、反射型ホログラム 1 3 は、拡散角度の点では透過型拡散板 1 6 と同等であるが、提供する拡散光の強度の点では透過型拡散板 1 6 よりも均一度が高いという特性を有する。したがって、反射型ホログラム 1 3 によって照明光を拡散する映像表示装置 1 では、透明基板の表面に凹凸を形成した従来の透過型拡散板を用いて照明光を拡散させる場合に比べて、輝度むらの少ない高品位の映像の提供が可能である。

30

【 0 0 2 3 】

カラー映像を提供するには、照明光として赤色 (R) 光、緑色 (G) 光、および青色 (B) 光を液晶表示器 1 1 に導けばよい。この場合、R 光、G 光、B 光に対して選択的に感度を有する 3 つの感光材料を重ねて基板上に設け、R 光、G 光、B 光のレーザ光を個別に照射して、各感光材料に干渉縞を形成する。このようにすると高い回折反射効率を得られる。あるいは、R 光から B 光までに感度を有する単一の感光材料を用いて、3 色のレーザ光を照射するようにしてもよい。このようにするとコストが抑えられる。また、2 つの感光材料を用いることもできるし、個別に作製したホログラムを貼り合わせることも可能である。使用時には、L E D 1 2 として、R 光を発するもの、G 光を発するもの、B 光を発するものの 3 種を用いる。

40

【 0 0 2 4 】

3 色のレーザ光としては、使用時の 3 色の照明光の波長に近い波長のものを用いる。R 光に感度を有する感光材料と、G 光および B 光に感度を有する感光材料とを使用して反射型ホログラム 1 3 を作製するときの、レーザ光の波長と各感光材料の吸収率の関係を図 3 (a) に示し、これにより得られる反射型ホログラム 1 3 における波長と回折反射効率の関係を図 3 (b) に示す。このようにすると、3 種の L E D 1 2 が発する R 光、G 光、B 光それぞれに対して回折反射効率のピークを有する反射型ホログラム 1 3 となり、明るく色バランスのよい映像を提供し得る映像表示装置 1 が得られる。

50

【0025】

3色の照明光を供給する3つのLED12は、図1の紙面内に並べて配置してもよいし、紙面に対して垂直な方向に並べて配置してもよい。いずれの場合も、感光材料13b側のレーザ光Laは、使用時に回折反射効率が低下するのを避けるために、各LED12からの照明光と同一方向から照射する。この条件を考慮すると、3つのLED12は、液晶表示器11の中心と反射型ホログラム13の中心とを結ぶ直線に垂直な面内に、かつその直線から等距離に配置するのが、好ましい。レーザ光La、Lbの方向を一定にして、原体13aを回動させるだけで、上記の条件を満たすことができ、作製が容易になるとともに、ホログラム露光装置の構成が簡素になるからである。

【0026】

本実施形態の映像表示装置1では、表示素子として透過型の液晶表示器を用いているが、反射型の液晶表示器を使用することもできる。また、変調の原理が異なる他の種類の表示素子を使用することも可能である。光源としても、LED以外のもの、例えばエレクトロルミネサンス(EL)素子を使用することができる。拡散特性を有する反射型ホログラム13を備えたことにより、光源が小さくても大きな観察瞳を実現することができるから、発光強度、寿命等の素子の特性を重視して選択すればよい。

【0027】

また、ここでは接眼光学系14を単一の凸レンズで構成しているが、複数のレンズ、反射面、軸非対称な曲面を有するプリズム、反射型ホログラム、透過型ホログラム、回折光学素子(DOE)等で構成してもよい。ただし、大きな観察瞳に対応し得るようにしながらも、小型軽量化を実現するためには、ホログラムやDOEを含むようにするのが望ましい。これらの点は、以下の各実施形態においても同様である。

【0028】

第2の実施形態の映像表示装置2の光学構成を図4に模式的に示す。映像表示装置2は、上記の映像表示装置1を修飾して、反射型ホログラム13に正の光学的パワーをもたせることにより、凸レンズ15を省略したものである。反射型ホログラム13が拡散特性を有することによりはなくなり、映像表示装置2も、大きな面光源12iによって液晶表示器11を照明する場合と同様の、大きな観察瞳を有する。

【0029】

反射型ホログラム13のパワーは、拡散特性を有さないとしたならばLED12からの発散光L1を略平行光とするように、換言すれば、回折反射した照明光L3のうち拡散角度が0のものを略平行光とするように設定されている。これにより、反射型ホログラム13から液晶表示器11に導かれる照明光L3は、映像表示装置1のものと同等になる。

【0030】

反射型ホログラム13の作製方法を図5に模式的に示す。第1の実施形態の作製方法(図2)との相違は、感光材料13b側から照射するレーザ光Laを発散光とする点のみである。レーザ光Laを発散光とするには、レーザ光源からのレーザ光を小径の平行光としておいて、ピンホールを通過させる、または、凸レンズもしくは凹レンズを透過させるだけでよい。これらのピンホールやレンズは、使用時にLED12を配置する位置に配置する。

【0031】

第3の実施形態の映像表示装置3の光学構成を図6に模式的に示す。この映像表示装置3は、第2の実施形態の映像表示装置2を修飾して、正のパワーを有する反射型ホログラム13の1次回折反射光と0次回折反射光が確実に分離するようにするとともに、液晶表示器11を、1次回折反射光と0次回折反射光が分離する位置付近に配置したものである。

【0032】

LED12からの照明光L1は発散光であり、0次回折反射光は反射型ホログラム13のパワーを受けずに発散光のままとなる。このため、1次回折反射光と0次回折反射光が、凸レンズ15によって略平行光L2として反射型ホログラム13に導く第1の実施形態のようには、速やかに分離しない。1次回折反射光と共に0次回折反射光が液晶表示器11に

10

20

30

40

50

入射すると、映像を表す光に強度のむらが生じ、カラー映像を提供する場合は、色むらも発生する。

【0033】

本実施形態の映像表示装置3では、この0次回折反射光に起因する映像の品位の低下を避けるために、1次回折反射光と0次回折反射光ができるだけ速やかに分離するように反射型ホログラム13を設定している。液晶表示器11は、映像の品位の面では、1次回折反射光と0次回折反射光が分離する位置よりも反射型ホログラム13から遠くに配置するのが望ましいが、装置の大型化を避けるために、分離位置近傍に配置している。

【0034】

1次回折反射光と0次回折反射光を速やかに分離するために、LED12および反射型ホログラム13を、LED12からの発散光L1の主光線と反射型ホログラム13とが成す2つの角(互いに補角)のうち、液晶表示器11側のものが鋭角となるように、設定している。これにより、0次回折反射光の半分以上が液晶表示器11から離れる方向に進み、液晶表示器11に最も近い光線でも、反射型ホログラム13に近い位置で1次回折反射光から分離する。

【0035】

反射型ホログラム13の作製方法は、第2の実施形態(図5)と同様である。

感光材料13b側のレーザ光Laを発散光とするピンホールやレンズは、使用時にLED12を配置する位置に配置し、これらに導く小径のレーザ光の光路はLED12の主光線の光路に一致させておく。

【0036】

第4の実施形態の映像表示装置4の光学構成を図7に模式的に示す。この映像表示装置4は、第2の実施形態の映像表示装置2を修飾して、正のパワーを有する反射型ホログラム13の1次回折反射光と0次回折反射光に異なる偏光特性を生じさせるようにし、偏光特性の差を利用して1次回折反射光のみを液晶表示器11に導くようにしたものである。具体的には、LED12からの照明光L1を第1の直線偏光Lp1とし、反射型ホログラム13からの照明光L3のうち1次回折反射光を、偏光方向が第1の直線偏光Lp1の偏光方向に直交する第2の直交偏光Lp2とする。0次回折反射光は第1の直線偏光Lp1のままである。

【0037】

LED12と反射型ホログラム13の間には第1の偏光素子17が配置されており、反射型ホログラム13と液晶表示器11の間には第2の偏光素子18が配置されている。また、反射型ホログラム13の表面には1/4波長板19が貼着されている。第1の偏光素子17は、無偏光であるLED12からの照明光L1を第1の直線偏光Lp1のみとし、第2の偏光素子18は第1の直線偏光Lp1を遮断して第2の直線偏光Lp2のみを透過させる。0次回折反射光および表面反射光は偏光方向が変わらず、1次回折反射光は1/4波長板19を2回透過することにより偏光方向が90°回転する。

【0038】

第1の偏光素子17としては、吸収型偏光フィルタ、反射型偏光フィルタ、偏光ビームスプリッタ等を用いることができるが、中でも反射型偏光フィルタが好ましい。LED12側に戻った第1の直線偏光Lp1を再利用することができ、光の利用効率が高まるからである。第2の偏光素子18としては、吸収型偏光板、反射型偏光板等を用いることができる。液晶表示器11に備えられる入射側の偏光板(不図示)を、第2の偏光素子18として兼用することも可能である。

【0039】

上記各実施形態の映像表示装置1~4の反射型ホログラム13は、あらゆる方向について拡散率(角度)が同じ等方的な拡散特性を有するものとすることができるし、方向によって拡散率が異なる異方的な拡散特性を有するものとすることもできる。反射型ホログラム13の拡散特性は作製時に用いる拡散板16(図2、図5)の拡散特性によって定まり、拡散板16の特性や配置方向の設定次第で、反射型ホログラム13の拡散異方性の方向や度合

10

20

30

40

50

いを調節することも可能である。

【0040】

反射型ホログラム13が等方的な拡散特性を有する場合の、液晶表示器11に導く照明光L3の断面形状を図8(a)に示す。また、反射型ホログラム13が異方的な拡散特性を有する場合の、照明光L3の断面形状の例を図8(b)に示す。図8(b)の例は、観察者の左右方向(x方向)の拡散角度を上下方向(y方向)の拡散角度よりも大きくしたときのものである。

【0041】

反射型ホログラム13の拡散特性を図8(b)のように設定した映像表示装置を左右の眼それぞれに対して使用するときの、観察瞳Pの大きさと観察瞳Pと観察者の眼Eの位置関係を図9に示す。図9(a)に示すように、観察瞳Pは左右方向に大きく、2つの装置の間隔を一定にしても、左右の眼Eの間隔が異なる多くの観察者にとって、映像の観察が容易である。また、図9(b)に示すように、観察瞳Pは上下方向には小さく、眼Eが位置する可能性のない方向に進む光がなくなって、光を映像観察に効率よく利用することができる。なお、上下方向についても、観察瞳Pは反射型ホログラム13が拡散特性を有さない場合に比べて大きく、使用時に装置と眼Eの相対位置が多少変動しても、観察する映像に欠けが生じることはない。

【0042】

液晶表示器11の中心と、発光ダイオード12と、反射型ホログラム13の中心を含む平面との交線の方

【0043】

向について、反射型ホログラム13の回折角度を大きくしてもよい。このようにすると、液晶表示器11に対する反射型ホログラム13の向きや、反射型ホログラム13に対する発光ダイオード12の向きに多少の誤差があっても、観察者の眼が観察瞳内に収まるようになり、組み立てに際して必要な精度が低下して、製造効率が向上する。

【0044】

(a)に示すように、拡散板16と原体13aの間に拡散板16を結像させると、使用時には、反射型ホログラム13よりも遠方に位置する拡散板から到来する光と等価な光が得られる。なお、レーザ光Laを発散光とするためのレンズ21は、前述のように、使用時にLED12を配置する位置に配置しておく。

【0045】

(b)に示すように、原体13a上に拡散板16を結像させると、反射型ホログラム13上に位置する拡散板から到来する光と等価な光が得られる。(c)に示すように、原体13a透過後に拡散板16を結像させるようにすると、反射型ホログラム13と液晶表示器11の間に位置する拡散板から到来する光と等価な光が得られる。

【0046】

また、(d)に示すように、使用時に液晶表示器11を配置する位置に拡散板16を結像させると、使用時に、液晶表示器11の傍らを通過する光がなくなって、光の利用効率が向上する。

【0047】

(a)、(c)、(d)の方法では、拡散板16の像16'と原体13aが空間的に離れているので、拡散板16の透過光の強度むらが緩和された状態が原体13aに記録され、その状態を再現する反射型ホログラム13が得られる。したがって、前述のように、透明基板の表面に凹凸を形成した透過型拡散板を用いて照明光を拡散させる場合に比べて、輝度むらの少ない高品位の映像を提供することが可能である。

【0048】

10

20

30

40

50

第 5 の実施形態の映像表示装置 5 の光学構成の一部を図 1 1 に模式的に示す。映像表示装置 5 は、液晶表示器 1 1、LED 1 2、および反射型ホログラム 1 3 を備えている。反射型ホログラム 1 3 には LED 1 2 からの発散光 L 1 をそのまま導く。反射型ホログラム 1 3 は、上述の各実施形態のものと同様に拡散特性を有するが、同一点に入射する照明光を、波長に応じて異なる角度で回折反射する。例えば、図中の光線 A 1 の波長を $\lambda 1$ 、光線 A 2 の波長を $\lambda 2$ で表せば、 $\lambda 1 \neq \lambda 2$ である。

【0049】

反射型ホログラム 1 3 の作製方法を図 1 2 に模式的に示す。感光材料 1 3 b 側から照射するレーザ光 L a は発散光とする。また、上記の各実施形態とは異なり、発散光であるレーザ光 L a の光路上に拡散板 1 6 を配置する。これにより、波長に応じて回折反射角度に差をもたらず反射型ホログラム 1 3 が得られる。

【0050】

映像表示装置 5 の光学構成の全体を図 1 3 に模式的に示す。映像表示装置 5 では、接眼光学系 1 4 としても、反射型ホログラム 1 4 a を用いる。以下、照明光を導く反射型ホログラム 1 3 との混同をさけるために、反射型ホログラム 1 4 a を接眼ホログラムとよぶ。接眼ホログラム 1 4 a は、平板状のプリズム 2 2 の内部に設けられており、プリズム 2 2 に端面から入射した映像を表す光を反射して観察者の眼 E に導き、映像の拡大虚像を提供する。

【0051】

接眼ホログラム 1 4 a の作製方法を図 1 4 に模式的に示す。感光材料 1 4 b に、発散光であるレーザ光 L c と平行光であるレーザ光 L d を照射して、両者の干渉縞を記録する。レーザ光 L c は観察者の眼（観察瞳）に対応する位置から照射し、レーザ光 L d は映像を表す光と同じ方向または逆方向から照射する。これにより、拡大虚像を提供する機能を有する接眼ホログラム 1 4 a が得られる。

【0052】

ただし、このようにして作製する接眼ホログラム 1 4 a では、入射角度によって回折反射効率のピーク波長に差が生じる。例えば、図 1 3 に示す 3 本の光線 B 1、B 2、B 3 は、接眼ホログラム 1 4 a への入射角度が異なり、回折反射効率のピーク波長も異なる。観察瞳 P の大きさを 3 mm、観察瞳 P から接眼ホログラム 1 4 a の中心までの距離を 20 mm、接眼ホログラム 1 4 a の厚さを 20 μ m、屈折率変調率を 0.01、照明光の中心波長を 532 nm、提供する映像の画角（図 1 3 の紙面内の上下方向）を 10° とすると、光線 B 1 と光線 B 3 の回折反射効率のピーク波長の差は 40 nm に達する。光線 C 1、C 3 も同様である。

【0053】

一方、接眼ホログラム 1 4 a への入射角度が等しい光線 B 1 と光線 C 1 には、回折反射効率のピーク波長に差がない。光線 B 2 と光線 C 2、光線 B 3 と光線 C 3 についても同様である。

【0054】

このような特性を有する接眼ホログラム 1 4 a を用いながら観察瞳 P を大きくするためには、照明光にある程度の波長幅があること、および、接眼ホログラム 1 4 a に異なる角度で入射する光線に、回折反射効率に応じた波長分布が存在することが必要となる。液晶表示器 1 1 に照明光を導く反射型ホログラム 1 3 に、異なる方向に進む光の波長に差を生じさせる特性をもたせたのはこのためである。反射型ホログラム 1 3 は、接眼ホログラム 1 4 a での回折反射効率が低くなる波長について、光量を多くすることが可能であり、これにより接眼ホログラム 1 4 a の上記特性を相殺することができる。

【0055】

反射型ホログラム 1 3 の 1 点 Q に入射した LED 1 2 からの光は、波長に応じて異なる方向に回折反射され、例えば、光線 B 1 と光線 C 2 に分かれる。これらの光線 B 1、C 2 は液晶表示器 1 1 および接眼ホログラム 1 4 a を経て、それぞれ観察瞳 P の一部を形成する。反射型ホログラム 1 3 の他の点に入射して分かれた光も、同様に、それぞれ観察瞳 P の

一部を形成する。これらの光はいずれも十分な量を有しており、全体として大きな観察瞳 P が得られる。

【0056】

眼鏡型とした映像表示装置 5 の外観を図 15 に示す。眼鏡のレンズに相当するプリズム 22 の上縁に、液晶表示器 11、発光ダイオード 12、および反射型ホログラム 13 を収容した筐体 23 が取り付けられており、プリズム 22 の中央部に接眼ホログラム 14a が設けられている。また、筐体 23 には、不図示のコントローラから映像信号、制御信号等を与えるためのケーブル 24 が接続されている。

【0057】

映像表示装置 5 の断面を図 16 に示す。プリズム 22 の上端部は断面をくさび形とされており、筐体 23 には、発光ダイオード 12、反射型ホログラム 13 および液晶表示器 11 が、液晶表示器 11 からの映像を表す光がプリズム 22 の端面に斜め入射するように配置されている。端面よりプリズム 22 の内部に入った液晶表示器 11 からの光は、プリズム 22 の 2 つの表面で全反射されながら下方に向かい、接眼ホログラム 14a によって眼に導かれる。

10

【0058】

プリズム 22 は透明であり、映像表示装置 5 を装着した観察者は、プリズム 22 を介して外界を観察することができる。接眼ホログラム 14a も外界からの光を透過させ、映像の拡大虚像を外界の像に重ねて提供する。

【0059】

表示素子に照明光を導く反射型ホログラムに拡散特性をもたせることは、スクリーンに映像を拡大投影するプロジェクタにも適用することができる。一般に、映像を観察し得る角度範囲を広くするために、スクリーンには拡散特性をもたせるが、照明光を導く反射型ホログラムにも拡散特性をもたせることで、スクリーン上の映像を観察し得る角度範囲を一層広くすることができる。また、スクリーン背後の外界の像をも観察できるようにするために、スクリーンを拡散特性を有さない透明板とするときでも、照明光を拡散光としておくことで、映像を観察し得る角度範囲を広くすることが可能になる。接眼光学系 14 に代えて、液晶表示器 11 からの映像を表す光をスクリーンに結像させる投影光学系を備えるだけで、そのようなプロジェクタが得られる。

20

【0060】

【発明の効果】

与えられる照明光を変調して映像を表す光とする表示素子と、表示素子に与える照明光を供給する光源部と、光源部からの照明光を回折反射して表示素子に導く反射型ホログラムと、表示素子からの映像を表す光を観察者の眼に導いて映像の拡大虚像を提供する接眼光学系を備える映像表示装置において、本発明のように、反射型ホログラムが、拡散特性を有し、照明光を回折反射しながら拡散して表示素子に導くようにすると、観察瞳が大きくなって、映像の観察が容易になる。

30

【0061】

光源部が異なる波長の光を発する複数の発光素子から成り、反射型ホログラムが複数の発光素子が発する光の波長それぞれに対して回折反射効率のピークを有するようにすると、明るいカラー映像を提供することができる。

40

【0062】

光源部が照明光として発散光を供給し、反射型ホログラムが、正のパワーを有して、回折反射した照明光のうち拡散角度が 0 のものを略平行光とするようにすると、照明光を拡散しながらも、その大部分を表示素子に導くことができ、光源からの照明光を効率よく映像の提供に利用することができる。しかも、照明光を発する素子として発光ダイオードのように小型のものをを用いることが可能であり、また、発散光である照明光を略平行光とするための光学素子を別途備える必要がないため、小型軽量化が容易である。

【0063】

反射型ホログラムが 1 次回折反射光と 0 次回折反射光とを次第に分離させ、表示素子が、

50

反射型ホログラムによって回折反射された照明光のうちの 1 次回折反射光の光路上であって、0 次回折反射光が略分離する位置以降に存在するようにすると、表示素子に入射する 0 次回折光を僅かにする、あるいは皆無にすることができて、0 次回折光の混在に起因する映像の質の低下が防止される。

【0064】

反射型ホログラムが、拡散異方性を有して、回折反射した照明光の拡散角度を直交する 2 方向について相違させるようにすると、観察瞳を大きくしながらも、不必要な方向にまで大きくすることが避けられて、明るい映像を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施形態の映像表示装置の光学構成を模式的に示す図。

10

【図 2】第 1 の実施形態の映像表示装置に備える反射型ホログラムの作製方法を模式的に示す図。

【図 3】2 種のホログラム感光材料を用いる場合の露光用レーザ光の波長と感光材料の吸収率の関係の例 (a) と、得られた反射型ホログラムにおける波長と回折反射効率の関係 (b) を模式的に示す図。

【図 4】第 2 の実施形態の映像表示装置の光学構成を模式的に示す図。

【図 5】第 2 の実施形態の映像表示装置に備える反射型ホログラムの作製方法を模式的に示す図。

【図 6】第 3 の実施形態の映像表示装置の光学構成を模式的に示す図。

【図 7】第 4 の実施形態の映像表示装置の光学構成を模式的に示す図。

20

【図 8】各実施形態の映像表示装置に備える反射型ホログラムが等方的な拡散特性を有する場合の照明光の断面形状 (a) と、反射型ホログラムが異方的な拡散特性を有する場合の照明光の断面形状の例 (b) を示す図。

【図 9】反射型ホログラムが図 8 (b) の拡散特性を有するときの観察瞳の大きさと観察瞳と観察者の眼の位置関係を示す図。

【図 10】各実施形態の映像表示装置に備える反射型ホログラムの他の作製方法を模式的に示す図。

【図 11】第 5 の実施形態の映像表示装置の光学構成の一部を模式的に示す図。

【図 12】第 5 の実施形態の映像表示装置に備える反射型ホログラムの作製方法を模式的に示す図。

30

【図 13】第 5 の実施形態の映像表示装置の光学構成の全体を模式的に示す図。

【図 14】第 5 の実施形態の映像表示装置に接眼光学系として備える反射型ホログラムの作製方法を模式的に示す図。

【図 15】第 5 の実施形態の映像表示装置を眼鏡型としたときの外観を示す斜視図。

【図 16】第 5 の実施形態の映像表示装置の断面を示す図。

【図 17】従来の映像表示装置の光学構成を模式的に示す図。

【符号の説明】

1、2、3、4、5 映像表示装置

1 1 液晶表示器 (表示素子)

1 2 発光ダイオード (光源)

40

1 2 i 仮想面光源

1 3 反射型ホログラム

1 3 a ホログラム原体

1 3 b 感光材料

1 3 c 基板

1 4 接眼光学系

1 4 a 反射型ホログラム

1 5 平行化凸レンズ

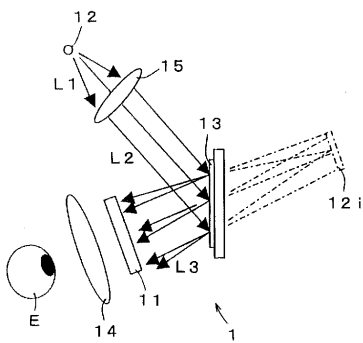
1 6 透過型拡散板

1 6 ' 拡散板像

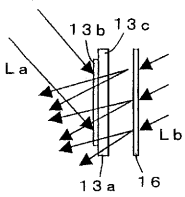
50

- 17、18 偏光素子
- 19 1/4波長板
- 20 結像用凸レンズ
- 21 発散用凸レンズ
- 22 プリズム
- 23 筐体
- 24 ケーブル

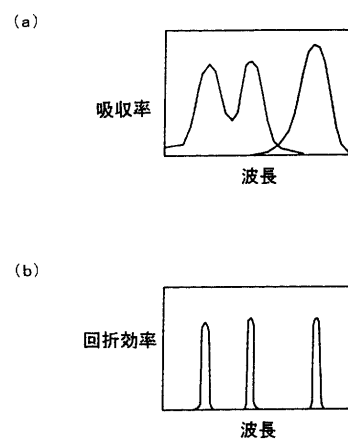
【図1】



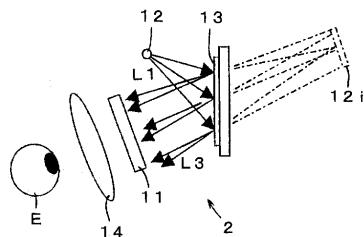
【図2】



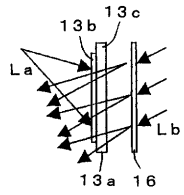
【図3】



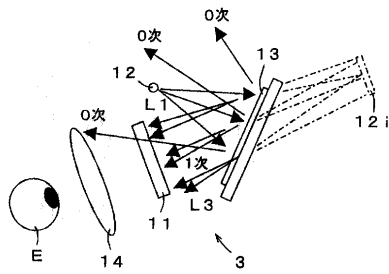
【図4】



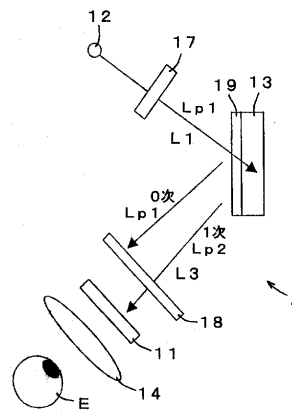
【図 5】



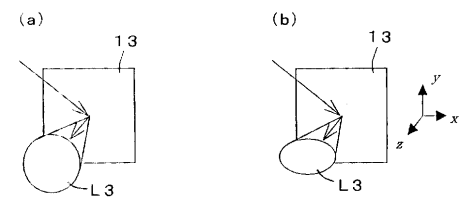
【図 6】



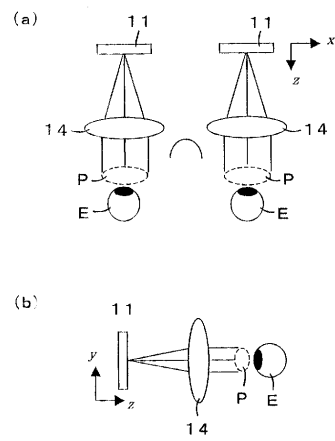
【図 7】



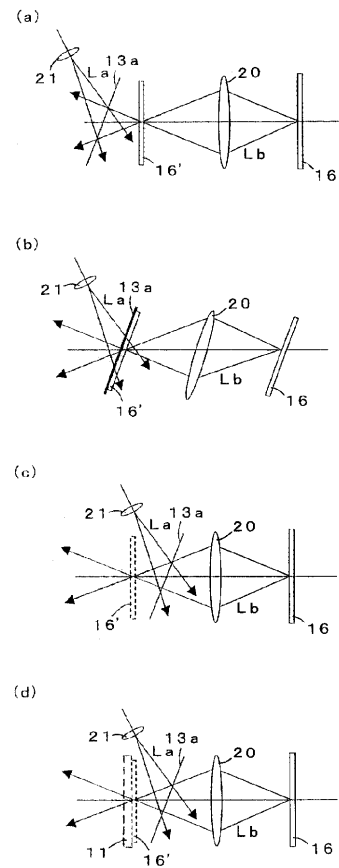
【図 8】



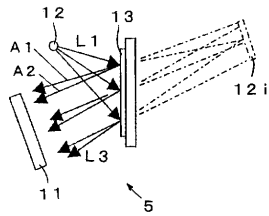
【図 9】



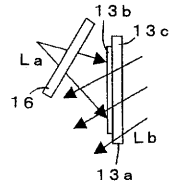
【図 10】



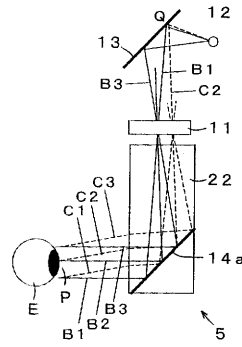
【図 1 1】



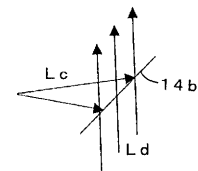
【図 1 2】



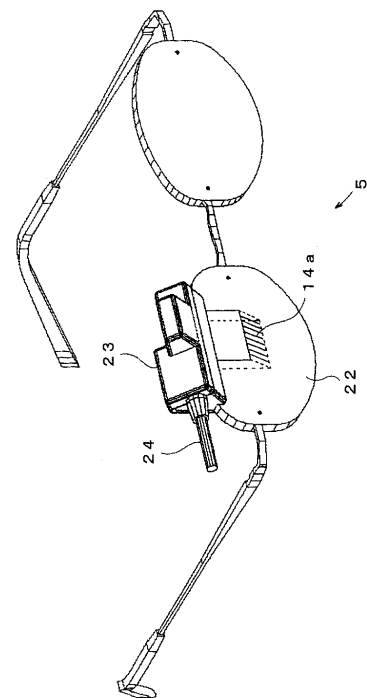
【図 1 3】



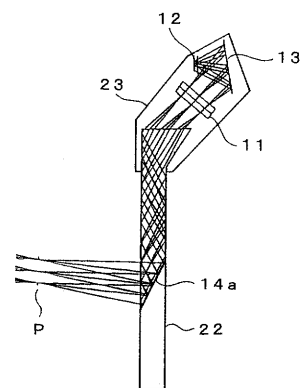
【図 1 4】



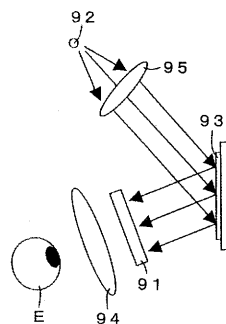
【図 1 5】



【図 1 6】



【図 1 7】



フロントページの続き

(72)発明者 谷尻 靖

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 2H088 EA22 HA10 HA28 MA06 MA20

2K008 AA10 CC03 DD03 DD12 EE04