

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6329792号
(P6329792)

(45) 発行日 平成30年5月23日 (2018. 5. 23)

(24) 登録日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)

(51) Int.Cl.

G O 2 B 27/01 (2006.01)

F I

G O 2 B 27/01

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-63113 (P2014-63113)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成26年3月26日 (2014. 3. 26)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2015-184609 (P2015-184609A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成27年10月22日 (2015. 10. 22)	(74) 代理人	100123962
審査請求日	平成29年3月21日 (2017. 3. 21)		弁理士 斎藤 圭介
		(74) 代理人	100120204
			弁理士 平山 巖
		(72) 発明者	堀川 嘉明
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパス株式会社内
		審査官	鈴木 俊光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像表示部と虚像形成部との機能を兼用する、画像の虚像を形成する空間光位相変調素子を有し、

異なる2点である左右の眼からそれぞれ前記虚像の全体が観察される表示装置において、前記空間光位相変調素子からの光束を射出可能な領域の、使用時に前記左右の眼が並ぶ方向における一辺の長さを L として、条件式(1)または条件式(2)を満たすことを特徴とする表示装置。

【数 1】

$$2 \left(f_e \tan \phi + \frac{P f_v}{2(f_e + f_v)} \right) < L \quad (1)$$

$$P + 2 \frac{f_e(f_e + f_v) \tan \phi - P/2}{(f_e + f_v) + \tan \phi \cdot P/2} < L \quad (2)$$

ここで、

 f_e は、前記空間光位相変調素子と前記左右の眼の中間点との距離、 f_v は、前記空間光位相変調素子と前記虚像との距離、 P は、前記左右の眼の間隔、 L は、前記虚像を表示する領域として設定された領域の前記虚像を観察するときの半画

角、
である。

【請求項 2】

前記光束を射出可能な領域を定める観察枠と前記左右の眼の中間点との距離 f_e は、1 m 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置。

【請求項 3】

前記光束を射出可能な領域を定める観察枠と前記虚像との距離 f_v は、1 m 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の表示装置。

【請求項 4】

前記左右の眼の距離は、60 ~ 70 mm であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の表示装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

映像や文字を表示する表示装置（ディスプレイ）として、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイなどがある。これらの表示装置は、視度の調節が出来ない。高齢化社会の進展に伴って老眼（老視）の高齢者が増えており、視度調節が可能な表示装置、特に薄型のフラットパネルディスプレイ（以下、適宜「FPD」という。）が望まれている。 20

【0003】

以下、理解を容易にするために、老眼視を例にして説明をする。携帯電話の普及やデジタルカメラの普及により、屋外で FPD による表示を見る機会が増えている。更に本の代わりに電子ブックの利用も増加している。このように携帯電話やデジタルカメラ等のモバイル機器の FPD を見るときに、いちいち老眼鏡を掛け、外しするのは非常に煩わしい。

【0004】

携帯電話は、電話として使用するよりも、メールの使用、ゲーム等の場面で FPD を見る機会が多い。また、デジタル一眼レフカメラには、ライブビューモニターとして FPD が用いられている。 30

【0005】

このデジタル一眼レフカメラにおいて、遠方の被写体を見つつ、ライブビューモニターを見るのに、そのたびに老眼鏡を掛けたり外したりするのは、実際的ではない。さらに、撮影モードの変更等、モニターを利用した GUI（グラフィカルユーザインターフェイス）を使用することが多い。このため、モニターを見る必要性は高い。

【0006】

また、カーナビゲーションシステムのモニターを見るときは、観察者は運転中である。このため、前方からモニターを見るときに、老眼鏡を掛け外しするのは危険である。老眼鏡の掛け外しは事実上不可能である。

【0007】

さらに他の場面として、パーソナルコンピュータ（PC）の液晶画面を観察する時も、そのたびに、老眼鏡を掛けるのは観察者にとって煩わしい。したがって、老眼鏡を掛け外しすることなくモニターを見ることのできる電子機器が望まれている。 40

【0008】

例えば、特許文献 1 には、マイクロレンズアレイを従来の FPD デバイスの前に取り付け、虚像を観察できるフラットパネルディスプレイ型の表示装置が開示されている。遠方に表示される虚像なので老眼の人でも眼鏡をかけることなく表示を観察することができる。

【0009】

また、特許文献 2 には、自動車用のヘッドアップディスプレイ（HUD）が開示されて 50

いる。半透過反射部の先 250 mm 程度に虚像を表示する装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特公表2013-118328号公報

【特許文献2】特開2013-156584号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

特許文献1に開示されている構成においては、観察者と虚像表示装置の位置によっては、虚像が表示装置の観察枠から外れて虚像の一部が観察できない。また、虚像観察時に必ずしも両眼視になっていない。その場合、観察者は不自然な画像を見ていることになる。

【0012】

また、特許文献2には、両眼視に必要な半透過反射部の大きさについて言及されている。ここでは、虚像と観察枠に相当する半透過反射部ができる限り近いことが好ましいことが開示されているだけである。

【0013】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、虚像を両眼視できる表示装置の条件を明確にし、両眼視で虚像の表示を観察することができる表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の表示装置は、

画像表示部と虚像形成部との機能を兼用する、画像の虚像を形成する空間光位相変調素子を有し、

異なる2点である左右の眼からそれぞれ虚像の全体が観察される表示装置において、空間光位相変調素子からの光束を射出可能な領域の、使用時に左右の眼が並ぶ方向における一辺の長さをLとして、条件式(1)または条件式(2)を満たすことを特徴とする。

【数10】

$$2 \left(f_e \tan \phi + \frac{P f_v}{2(f_e + f_v)} \right) < L \quad (1)$$

$$P + 2 \frac{f_e(f_e + f_v) \tan \phi - P/2}{(f_e + f_v) + \tan \phi \cdot P/2} < L \quad (2)$$

ここで、

f_e は、空間光位相変調素子と左右の眼の中間点との距離、

f_v は、空間光位相変調素子と虚像との距離、

P は、左右の眼の間隔、

は、虚像を表示する領域として設定された領域の虚像を観察するときの半画角、である。

【発明の効果】

【0015】

本発明の表示装置によれば、焦点の合った表示を両眼で見ることが出来る。

即ち、本発明に係る表示装置は、観察者に遠方の虚像を観察させることにより、通常表示装置が存在する近点に焦点を合わせることのできない人でも焦点の合った表示を両眼で見ることができる効果がある。

さらに、本発明の表示装置は、例えば、老眼の観察者の両眼の負担を軽減し、老眼鏡その他の光学部を追加することなく観察することができる。更に、遠視の人でもメガネを用

10

20

30

40

50

いることなく、焦点の合った画像（絵だけでなく文字など、表示される全ての情報のこと）を両眼で見ることが出来る。また、両眼視により、自然な感覚で表示を見ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】第1実施形態の表示装置の基本構成示す図である。

【図2】第1実施形態の表示装置を上方から見た構成を示す図である。

【図3】ルーペを使用する観察を説明する図である。

【図4】第2実施形態の表示装置の基本構成示す図である。

【図5】第2実施形態の表示装置を横側面から見た構成を示す図である。

10

【図6】第3実施形態の表示装置の基本構成示す図である。

【図7】第3実施形態の変形例の表示装置の斜視構成を示す図である。

【図8】第4実施形態の表示装置の基本構成示す図である。

【図9】第5実施形態の表示装置の基本構成示す図である。

【図10】第5実施形態の表示装置の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本発明にかかる表示装置の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0018】

20

（第1実施形態）

図1は、本発明による第1実施形態の表示装置3aの基本構成と作用を説明する図である。

表示装置3aは、画像表示部1と、虚像形成部2で構成されている。ここで、画像を表示せず虚像形成部2のみで虚像を表示することも可能である。この例は、別途後述する実施形態で示す。

【0019】

ここでは、画像表示部1と虚像形成部2を一体として表示装置3aとして構成する。観察点である異なる2点4、5は、それぞれ（不図示の）観察者の左右の眼に相当する。図1では、表示装置3aの表示面の中心を通りかつ表示面に垂直な基準軸AXと、2点4、5の観察点の中心が重なるようにして観察を行っている。観察者は、表示装置3aを観察すると、観察枠7の中に虚像6を観察できる。

30

【0020】

観察枠7とは、虚像形成部2から射出して眼に入る光束の表示装置3aの射出面における大きさを制限するものである。実際に物理的に枠が存在していても良いし、または射出面の光学系の大きさによって視野が制限されてもよい。

【0021】

図1は、本実施形態における虚像表示の両眼視を示している。左右の眼（2点）4、5それぞれから虚像6全体が観察される。従来、観察者は、両眼視で見ているつもりの場合でも、観察者自身が意識しないうちに、片眼視となる場合がある。

40

【0022】

これは、観察距離feで両眼視が不可能な観察枠7の大きさに対して半画角が設定されている場合に生じる。

【0023】

図3は、このような状況を示している。これは、ルーペLPを通して新聞などの文字を読む場合である。ここでルーペLPは虚像表示装置と等価な作用をする。ルーペLPは新聞などに記載文字を虚像6として拡大する。

【0024】

これにより、細かい文字を読むこと、近点に焦点の合わない老眼の人でも文字が読めることが可能となる。視点4から虚像を観察すると領域B及び領域Cの領域を認識する。一

50

方、視点 5 から虚像を観察すると領域 A 及び領域 B の領域を認識する。

【 0 0 2 5 】

両眼視をすると虚像 6 の全ての領域 A、領域 B 及び領域 C の領域を認識することができる。ここで、両眼視しているのは領域 B のみである。観察者は、両眼視をしているつもりでも、観察枠 7 に相当するルーペ L P のレンズ L S の大きさが不十分の場合は、両眼視は一部、例えば、領域 B に対して行われている。

【 0 0 2 6 】

観察者は、実際には多くの画像を片眼視している(領域 A、領域 C)。両眼視のためには、図 1 に示すような観察枠 7 の条件式を満足することが必要となる。図 1 を上方より見た様子を図 2 に示す。

10

【 0 0 2 7 】

観察枠 7 の大きさを L とする。観察枠 7 と異なる 2 点 4、5 の中間点との距離、すなわち、ここでは、両眼の中間点との距離(観察距離)を f_e 、観察枠 7 と虚像 6 との距離を f_v 、虚像の半画角を ϕ 、観察枠 7 を通る光束径を D とする。異なる 2 点の距離は P である。

【 0 0 2 8 】

条件式は、図 1、或いは図 2 より近似的に、以下のように示される。

【 0 0 2 9 】

【数 1】

$$D = 2(f_e \tan \phi + f_v \tan \theta) < L$$

20

$$\tan \theta = \frac{P}{2(f_e + f_v)}$$

$$D = 2 \left(f_e \tan \phi + \frac{P f_v}{2(f_e + f_v)} \right) < L \quad (1)$$

【 0 0 3 0 】

或いは、より正確には、図 1、或いは図 2 より、以下の条件式(2)を満足することが望ましい。

30

【 0 0 3 1 】

【数 2】

$$D = P + 2f_e \tan(\phi - \theta) = P + 2f_e \frac{\tan \phi - \tan \theta}{1 + \tan \phi \tan \theta} = P + 2f_e \frac{\tan \phi - P/2(f_e + f_v)}{1 + \tan \phi \cdot P/2(f_e + f_v)} = P + 2 \frac{f_e(f_e + f_v) \tan \phi - P/2}{(f_e + f_v) + \tan \phi \cdot P/2}$$

$$D = P + 2 \frac{f_e(f_e + f_v) \tan \phi - P/2}{(f_e + f_v) + \tan \phi \cdot P/2} < L \quad (2)$$

【 0 0 3 2 】

すなわち、以下の条件式(1)または条件式(2)を満足することが両眼視の条件となる。

40

【 0 0 3 3 】

【数 3】

$$2 \left(f_e \tan \phi + \frac{P f_v}{2(f_e + f_v)} \right) < L \quad (1)$$

$$P + 2 \frac{f_e(f_e + f_v) \tan \phi - P/2}{(f_e + f_v) + \tan \phi \cdot P/2} < L \quad (2)$$

【0034】

ここで、観察枠 7 の少なくとも一辺が、この条件式 (1) または条件式 (2) を満たしていることが望ましい。

10

本実施形態を老眼用に用いる場合は、多くの場合、表示装置が近距離にある場合である。したがって、観察距離 f_e は、1 m 以下が望ましい。

【0035】

また、老眼では近距離には焦点が合わない。このため、虚像までの距離 f_v は、1 m 以上が好ましい。例えば、異なる 2 点を人の両眼とする場合は、両眼の距離 (眼幅) の平均は、約 65 mm であり、P の値は 60 ~ 70 mm が好ましい。

【0036】

画像表示部 1 と虚像形成部 2 は、一体として表示装置 3 a を構成している。既存のフラットパネルディスプレイのように薄型の形状をしている。もちろん、各種デジタル処理を行う基板や各種情報を外部と通信する部などによって背面に凹凸が存在する構成があるのは、従来のフラットパネルディスプレイと同様である。通常、100 mm 以下である場合が多い。

20

【0037】

以上説明したように、本実施形態により、常に両眼視で虚像表示を観察することができる薄型の表示装置を提供できる。例えば、老眼の人でも眼鏡をかけることなく、常に両眼視で虚像表示を観察することができる。

【0038】

(第 2 実施形態)

図 4 は、第 2 実施形態の表示装置の基本構成と作用を説明する図である。表示装置 3 b は、レンズアレイ 8 と、表示デバイス 9 で構成されている。表示デバイス 9 には、レンズアレイ 8 の各レンズ 10 に対応した位置であって、破線で囲われた表示領域において表示 11 が行われる。

30

【0039】

表示 11 は、その他のレンズにも対応して同じ表示が行われる。表示内容は観察者が最終的に観察する表示内容である。なお、図中、表示デバイス 9 の中で一つの表示領域を示す破線は、理解を助ける為の記載で実際には存在しない。

【0040】

表示 11 は、レンズ 10 によって図中矢印 12 のように平行光で無限遠に投影される。すなわち、無限遠に虚像ができる。また、表示デバイス 9 にはレンズアレイ 8 のレンズと同じ数だけ同じ表示が成される。レンズ 10 は、 $3 \times 3 = 9$ 個示されている。なお、レンズの個数はこれに限らない。

40

【0041】

レンズ 10 の形状は、表示 11 の範囲と同じ形状になっている。図中、レンズ 13 は観察者の左右の眼のレンズを示している。像 14 はそれぞれの眼の網膜上に映った像である。眼のレンズ 13 は老眼や遠視の人のように無限遠にピントが合っている。このため、矢印 12 の平行光を網膜上に集光する。すなわち、観察者は、焦点の合った像を観察できる。観察枠であるレンズアレイの大きさが十分大きいと、図 4 のように両眼視が可能となる。

【0042】

50

さて、上記結像作用を、図 5 を用いて再び詳説する。図 5 は簡単のため、本実施形態の表示装置 3 b を横（側面）方向から見た構成を示している。各表示 1 1 は、それに対応する各レンズ 1 0 によって無限遠に投影される。

【 0 0 4 3 】

このとき、各表示 1 1 は、全く同じであるから、各レンズから射出される光束は一つの大きな平行光束を作ることになる。図では、レンズは 4 個のみ示している。しかしながら、実際には、非常に多くのレンズが上下及び紙面の手前奥方向に配置されている。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、その内の 4 個のレンズによる光束 1 5 が観察者の眼のレンズ 1 3 に入射している様子を示している。光束 1 5 は平行光であり、無限遠に虚像を形成している。レンズアレイ 8 は虚像形成部 2 である。

10

【 0 0 4 5 】

従って、無限遠の像にしか焦点の合わない観察者の眼のレンズ 1 3 でも焦点を合わせることができ、焦点の合った像 1 4 が網膜上に投影される。

【 0 0 4 6 】

ここで、レンズアレイ 8 が表示装置の瞳になっていると考えることができる。例えば、顕微鏡では、観察者は接眼レンズを覗くことが知られている。接眼レンズの近傍にのみ光学系の瞳が形成されるため、像を観察する為には、そのアイポイントの位置に眼のレンズを合わせる必要がある。

【 0 0 4 7 】

20

従って、顕微鏡を代表とする光学機器では、観察者は覗き込む動作が必要になる。但し、接眼レンズから射出される光束は、無限遠から来たのと等価な平行光に調整できるので、老眼の人でも容易に焦点の合った顕微鏡像を観察できる。

【 0 0 4 8 】

本実施形態による表示装置 3 b は、レンズアレイ 8 全体が光学系の瞳となっており、顕微鏡のように覗き込む動作が必要ない。また、表示装置から離れた位置から表示を見ることができる。なお、両眼視の場合は、このレンズアレイ 8 の大きさが観察枠 7 に相当する。

【 0 0 4 9 】

虚像形成部 2 であるレンズアレイ 8 の射出光束の射出面での大きさが観察枠 7 に相当する。観察枠 7 は物理的に設けなくても、光学系の大きさそのものでよい。

30

【 0 0 5 0 】

レンズアレイ 8 のレンズ数が多いと、レンズの焦点距離を短くできる。これにより、画像表示部である表示デバイス 9 と虚像形成部であるレンズアレイ 8 で構成される表示装置を薄型化できる。この結果、虚像を表示することができる薄型の表示装置である FPD を提供できる。

【 0 0 5 1 】

レンズアレイ 8 のレンズ数が 1 個の場合でも本願の表示装置を構成可能である。しかしながら、表示装置が厚くなる（大型化する）ので携帯電子機器には不向きである。このような場合でも、車載用の HUD（ヘッドアップディスプレイ）には使用することができる。

40

【 0 0 5 2 】

なお、光束 1 5 が発散するように、表示 1 1 を少しずつずらして表示することにより有限遠に虚像を表示することができる。

【 0 0 5 3 】

観察枠 7 の大きさはレンズアレイ 8 の有効開口である。第 1 実施形態と同等の条件式を満たすことが望ましい。

学習用タブレットやパーソナルコンピュータなどに用いる場合を想定する。画面の大きさを 355 mm × 200 mm（16 型）とする。画面を 400 mm 離れて観察すると、半画角は、± 24 度 × ± 14 度となる。

50

【0054】

本実施形態による表示装置3bの虚像までの距離 f_v を5mとすると、両眼視に必要な最低限の観察枠7の大きさは、条件式(2)より、 $376\text{ mm} \times 239\text{ mm}$ となる。観察枠7の少なくとも一辺がこの値以上の大きさであることが望ましい。すなわち、両眼視をする方向(水平方向)がこの値を満たしていればよい。横長で使う場合は、水平方向が 376 mm 以上、縦長で使う場合は、水平方向が 239 mm 以上必要である。ここで、観察距離 f_e は 350 mm 、眼幅は 65 mm とした。

【0055】

本実施形態の表示装置3bを大型のテレビに用いた場合を考える。画面の大きさを $2221\text{ mm} \times 1250\text{ mm}$ (100型)とする。観察者は、 2000 mm 離れて観察すると、半画角は、 $\pm 29^\circ \times \pm 17^\circ$ となる。ここで、観察距離 $f_e = 2000\text{ mm}$ とすると、本実施形態による表示装置の虚像までの距離 f_v は1mで十分である。

10

【0056】

両眼視に必要な最低限の観察枠7の大きさは、条件式(2)より、 $2267\text{ mm} \times 1275\text{ mm}$ となる。観察枠7の少なくとも一辺がこの値以上の大きさであることが望ましい。すなわち、両眼視をする方向(水平方向)がこの値を満たしていればよい。横長で使う場合は、水平方向が 2267 mm 以上、縦長で使う場合は、水平方向が 1275 mm 以上必要である。ここで眼幅は 65 mm とした。

【0057】

但し、このような大型テレビの場合、視距離がすでに2mであり、必ずしも虚像表示は必要ない領域になっている。一方、壁紙テレビのように部屋全体をディスプレイにする場合などを考えると、壁の近くで、例えば観察距離 $f_e = 1\text{ m}$ 程度で画面を見ることがもある。この結果、本実施形態の表示装置3bの虚像表示は、大型のテレビ(壁紙テレビ)でも有効である。観察距離 f_e は、1m以下での設計が望ましい。その場合、表示装置3bの観察枠7と虚像との距離 f_v は1m以上が望ましい。

20

【0058】

本実施形態により、常に両眼視で表示を観察することができる表示装置を具備した薄型のタブレットやパーソナルコンピュータ、テレビなどを実現することができる。特に、老眼の人でも眼鏡をかけることなく、眼鏡の掛け、外しの煩雑さがなくなる。

【0059】

30

(第3実施形態)

図6は、第3実施形態の表示装置3cの断面構成を示す。導光板16を用いて観察枠7を大きくする虚像を表示する薄型の表示装置の例である。

【0060】

観察者が、新聞紙をルーペで見ることを考える。これは、観察者がルーペで拡大された虚像を見ていることになる。しかしながら、この系は大きく、そのままではFPDを構成することはできない。

【0061】

そこで、数mm四方の小さな表示デバイス17を、小さなレンズ18で拡大して、表示デバイス17に表示された画像を見ることを考える。系を小さくすることはできるが、レンズ18の開孔は小さく、眼をレンズ18に密着させて覗く必要がある。このため、通常のFPDのように、観察者は、離れて見ることはできない。

40

【0062】

そこで、レンズ18から射出される光束を導光板16に入射させる。導光板16に入射した光は、導光板16の中を全反射して伝搬してゆく。ホログラム19は、導光板16内を全反射して伝わる光の一部を回折して、導光板16の外に射出させる。

【0063】

表示デバイス17は、レンズ18の焦点位置に設けられている。これにより、表示デバイス17の表示された画像の中心20から射出される光束は、平行光束となって導光板16に入射する。この結果、導光板16内を全反射して伝わりホログラム19によってその

50

一部が平行光束 2 1 として導光板 1 6 から射出する。

【 0 0 6 4 】

ホログラム 1 9 で反射した光束は、引続き導光板 1 6 内を全反射して伝わり、ホログラム 1 9 によって一部が平行光束として導光板 1 6 の外に射出される。すなわち、導光板 1 6 の表面のほぼ全域から径が太くなった平行光束として矢印 2 2 の方向に射出される。

【 0 0 6 5 】

表示デバイス 1 7 に表示された画像の端 2 3 から射出される光束は平行光束となり導光板 1 6 に入射する。そして、導光板 1 6 内を全反射して伝わり、ホログラム 1 9 によってその一部が平行光束として射出される。射出する方向は矢印 2 4 で示す。

【 0 0 6 6 】

表示デバイス 1 7 の反対の端からの光束は、同様に矢印 2 5 の方向の平行光束として導光板 1 6 から射出される。すなわち、導光板 1 6 の表面から、レンズ 1 8 の小さな瞳が合成され、大きな径（光束幅）の平行光束が射出される。これにより、観察枠 7 を大きくすることができる。この結果、観察者による虚像の両眼視が可能となる。

【 0 0 6 7 】

更に、観察者は、導光板 1 6 から離れた位置で表示デバイス 1 7 に表示された画像を見ることができる。平行光束なので、例えば老眼の人でも表示された画像を良好に観察できる。

【 0 0 6 8 】

なお、図 6 は一方向の導光であり、細長い表示装置 3 c となる。導光板を 2 枚用いれば通常の縦横比の表示装置が出来る。図 7 にその様子を示す。導光板 1 6 は矢印 2 6 の方向に導光し、導光板 2 7 に光を入射させる。導光板 2 7 は矢印 2 8 の方向に導光する。これによってレンズ 1 8 の小さな瞳を大きな瞳に合成できる。

【 0 0 6 9 】

すなわち、導光板 2 7 の表面 2 9 の全面からあらゆる方向 3 9 に平行光束が射出される。これにより、この状態はルーペと同様に、虚像を観察していることになる。ルーペと異なるのは、本実施形態では、非常に薄い導光板程度の厚さの表示装置 3 d にできる点である。

【 0 0 7 0 】

図 6 において、画像表示部は表示デバイス 1 7 で虚像形成部はレンズ 1 8 である。観察枠 7 の大きさは導光板 2 7 の有効開口であり、第 1 実施形態と同等の条件を満たすことが望ましい。

【 0 0 7 1 】

本実施形態を、電子辞書や携帯電話、スマートフォンなどに用いる場合を想定する。画面の大きさを 5 8 m m × 1 0 4 m m (4 . 7 型) とする。通常、明視距離といわれる 2 5 0 m m で観察すると、半画角 は、 $\pm 6 . 6$ 度 × $\pm 1 1 . 7$ 度となる。

【 0 0 7 2 】

本実施形態による表示装置 3 d の虚像までの距離 f_v を 2 m とすると、両眼視に必要な最低限の観察枠 7 の大きさは、条件式 (1) より、9 5 m m × 1 2 3 m m となる。観察枠 7 の少なくとも一辺がこの値以上の大きさであることが望ましい。

【 0 0 7 3 】

すなわち、両眼視をする方向（水平方向）がこの値を満たしていればよい。縦長で使う場合は、水平方向が 9 5 m m 以上、横長で使う場合は、水平方向が 1 2 3 m m 以上必要である。ここで、観察距離は 1 5 0 m m、眼幅は 6 5 m m とした。

【 0 0 7 4 】

本実施形態によれば、常に両眼視で表示を観察することができる表示装置 3 c、3 d を具備した薄型の電子辞書や携帯電話、スマートフォンなどの携帯用電子機器を実現することができる。特に、老眼の人でも眼鏡をかけることなく、簡便に像を観察できる。

【 0 0 7 5 】

(第 4 実施形態)

10

20

30

40

50

図 8 は、第 4 実施形態の表示装置 3 e の断面構成を示している。第 3 実施形態と同様に導光板 1 6 を用いて観察枠を大きくする虚像を表示する薄型の表示装置である。本実施形態では、画像の表示を走査型で行う点が第 3 実施形態と異なる。

【 0 0 7 6 】

例えば、半導体レーザー 3 0 とレンズ 3 1 を用いて平行光束を形成する。平行光束を回転ミラー 3 2 に入射させる。回転ミラー 3 2 で反射した平行光束は、導光板 1 6 に入射し、導光板 1 6 の中を全反射して伝わっていく。

【 0 0 7 7 】

ホログラム 1 9 は、導光板 1 6 内を全反射して伝わる光の一部を回折して導光板 1 6 の外に射出させる。ホログラム 1 9 で反射した光束は、引続き導光板 1 6 内を全反射して伝わり、ホログラム 1 9 によって一部が平行光束として導光板 1 6 の外に射出される。

【 0 0 7 8 】

即ち、半導体レーザー 3 0 からの光は、導光板 1 6 の表面のほぼ全域から太くなった平行光束として 2 2 の方向に射出される。矢印 3 3 で示すように回転ミラー 3 2 を回転させると、平行光束は、導光板 1 6 に斜めに入射する。

【 0 0 7 9 】

そして、平行光束は、導光板 1 6 内を全反射して伝わり、ホログラム 1 9 によってその一部が平行光束として射出される。射出される方向は矢印 2 4 で示す方向である。

【 0 0 8 0 】

反対側に回転した回転ミラー 3 2 からの平行光束は、導光板 1 6 を全反射して伝わり一部がホログラム 1 9 で回折して、矢印 2 5 の方向の平行光束として導光板 1 6 から射出される。

【 0 0 8 1 】

即ち、導光板 1 6 の表面から、回転ミラー 3 2 の小さな開口（瞳）が合成され、大きな平行光束が射出される。観察者は、導光板 1 6 から離れた位置で光源（半導体レーザー）3 0 と回転する回転ミラー 3 2 によって表示された画像を見ることができる。

【 0 0 8 2 】

平行光束なので、例えば老眼の人でも、表示された画像を良好に見ることができる。なお、図 8 は一方向の導光であり、細長い形状の表示装置 3 e となる。さらに、導光板を 2 枚用いれば通常の縦横比の表示装置が出来る。この構成は、第 3 実施形態に示す図 7 と同様である。観察枠 7 を十分に大きくすることにより両眼視が可能となる。

【 0 0 8 3 】

ここで画像表示部は、光源（半導体レーザー）3 0 と回転ミラー 3 2 であり、同時に虚像形成部でもある。なお、図 8 では光源が一つであるが、言うまでもなく赤、緑、青色の各波長のレーザーを備えてカラー画像を表示することができる。

【 0 0 8 4 】

観察枠 7 の大きさは、導光板 2 7 の有効開口である。観察枠 7 の大きさは、第 1 実施形態と同等の条件を満たすことが望ましい。

【 0 0 8 5 】

本実施形態を電子辞書や携帯電話、スマートフォンなどに用いる場合を想定する。画面の大きさを 5 8 m m × 1 0 4 m m（4 . 7 型）とする。通常、明視距離といわれる 2 5 0 m m で観察すると、半画角 は、± 6 . 6 度 × ± 1 1 . 7 度となる。

【 0 0 8 6 】

本実施形態の表示装置 3 e の虚像までの距離 f_v を無限遠とすると、両眼視に必要な最低限の観察枠 7 の大きさは、条件式（1）より、1 0 0 m m × 1 2 7 m m となる。観察枠 7 の少なくとも一辺がこの値以上の大きさであることが望ましい。すなわち、両眼視をする方向（水平方向）がこの値を満たしていればよい。

【 0 0 8 7 】

縦長で使う場合は、水平方向が 1 0 0 m m 以上、横長で使う場合は、水平方向が 1 2 7 m m 以上必要である。ここで、観察距離は 1 5 0 m m、眼幅は 6 5 m m とした。

【 0 0 8 8 】

(第5実施形態)

図9は、第5実施形態の表示装置3fの断面構成を示している。平板から波面を再生して、その平板の中に立体像を表示するホログラフィが知られている。平板は、ホログラムと呼ばれている。

【 0 0 8 9 】

ホログラムに記録される干渉縞は非常に細かく、従来は特殊な写真乾板が用いられていた。ここで、近年液晶表示デバイスなどの画素が非常に細くなり画素数も多くなっている。

【 0 0 9 0 】

そこで、通常の光強度を表示するのではなく、光の波面を二次元的に変調する空間光位相変調素子が実用化されてきた。

【 0 0 9 1 】

図9に示す本実施形態の表示装置3fは、空間光位相変調素子34にホログラムを表示し、再生光を照射して虚像を再生し、表示する装置となっている。光源35とレンズ36によって空間光位相変調素子を照明すると虚像が再生される。

【 0 0 9 2 】

空間光位相変調素子34が反射型の場合は、虚像を表示する光束が矢印37の方向に射出される。観察者は矢印37の方向から、表示装置3fを見て、矢印38の方向に見える虚像を観察することができる。

【 0 0 9 3 】

また、空間光位相変調素子34が透過型の場合は、虚像を表示する光束が矢印38の方向に射出され、観察者は矢印38の方向から、表示装置3fを見て、矢印37の方向に見える虚像を観察することができる。

【 0 0 9 4 】

光源35は、赤、緑、青の三原色の光源であり、時分割によりカラー像を再生できる。観察枠7が十分に大きいと両眼視が可能となる。

【 0 0 9 5 】

図10は、空間光位相変調素子に表示するホログラム情報の生成法の一例を示すブロック図である。結像光学系の射出波面は、表示する画像データ101をフーリエ変換(103)することによって求められる。

【 0 0 9 6 】

フーリエ変換(103)によって求められた空間周波数分布は空間位相分布と同時に空間強度分布も生じる。このままでは、回折効率の良い位相ホログラムを形成できない。予め映像データにランダムな位相情報(102)を重畳しておくこととフーリエ変換後の空間強度の値を空間周波数面全面に渡って平均化でき、強度を等しくすることができる。即ち、位相情報とすることができる。

【 0 0 9 7 】

次に光学系の配置に基づく補正処理を行う(104)。例えば、図9のコヒーレントな光源35からの波面は球面波である。球面波がホログラムを再生したときに正しい表示光束が形成されるように、球面波の情報でホログラムを計算する。

【 0 0 9 8 】

その後、空間光位相変調素子(SPM)ドライバ105にホログラム情報を入力し、空間光位相変調素子34にホログラムを表示する。

【 0 0 9 9 】

なお、空間光位相変調素子34の回折効率はほぼ一定であり、明るいシーンの画像でも、暗いシーンの画像でも、同程度の明るさになってしまう。従って、ホログラフィックに表示光束を形成する場合は、画像の総光量に従って空間光位相変調素子34に入射させる光量を制御する必要がある。画像データの総光量データを光源ドライバ106に送って光源の明るさを制御する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 0 】

観察枠 7 の大きさは、空間光位相変調素子 3 4 の有効表示領域であり、第 1 実施形態と同等の条件を満たすことが望ましい。

本実施形態を学習用タブレットやパーソナルコンピュータなどに用いる場合を想定する。画面の大きさを 3 1 1 mm × 1 7 5 mm (1 4 型) とする。3 0 0 mm 離れて観察すると、半画角 は、± 2 7 度 × ± 1 6 度となる。

【 0 1 0 1 】

本実施形態の表示装置 3 f の虚像までの距離 f_v を 2 m とすると、両眼視に必要な最低限の観察枠 7 の大きさは、条件式 (2) より、3 6 4 mm × 2 3 1 mm となる。観察枠 7 の少なくとも一辺がこの値以上の大きさであることが望ましい。すなわち、両眼視をする方向 (水平方向) がこの値を満たしていればよい。

10

【 0 1 0 2 】

横長で使う場合は、水平方向が 3 6 4 mm 以上、縦長で使う場合は、水平方向が 2 3 1 mm 以上必要である。ここで、観察距離 f_e は 3 0 0 mm、眼幅は 6 0 mm とした。

【 0 1 0 3 】

(第 6 実施形態)

次に、上述した第 2 実施形態から第 5 実施形態に示した虚像表示を行う各表示装置 3 b、3 c、3 d (変形例)、3 e、3 f を携帯電話、スマートフォン、電子辞書などの携帯型電子機器の表示装置として用いることを考える。現実的には、携帯端末で、観察距離は 1 5 0 ~ 3 0 0 mm 程度である。また、一般的な表示面の大きさ 4 ~ 5 インチからおおよそ半画角は 5 ~ 1 0 度である。

20

【 0 1 0 4 】

本実施形態の表示装置を、このような携帯型電子機器の表示装置に使う場合に、観察距離 f_e を 1 5 0 mm、半画角 を 5 度とすると、第 1 実施形態の条件式 (1) より、以下の条件式 (3) が得られる。

【 0 1 0 5 】

【 数 4 】

$$D = 26.2 + \frac{65f_v}{150 + f_v} \quad (3)$$

30

【 0 1 0 6 】

また、観察距離 f_e を 3 0 0 mm、半画角 を 1 0 度とすると、以下の条件式 (4) となる。

【 0 1 0 7 】

【 数 5 】

$$D = 105.8 + \frac{65f_v}{150 + f_v} \quad (4)$$

40

【 0 1 0 8 】

従って、観察枠 7 の大きさ L の範囲は、以下の条件式 (5) を満足することが望ましい。ここで、眼幅の値は一般的な 6 5 mm とした。

【 0 1 0 9 】

【 数 6 】

$$26.2 + \frac{65f_v}{150 + f_v} < L < 105.8 + \frac{65f_v}{150 + f_v} \quad (5)$$

【 0 1 1 0 】

50

更に、観察枠 7 と虚像 6 との距離 f_v は 1 m 以上が好ましい。このため、以下に示す範囲が望ましい。

$$82.7 < L < 170.8$$

【0111】

すなわち、携帯型電子機器に用いられる両眼視虚像表示装置の観察枠の大きさは、そのすくなくとも一辺が 82.7 ~ 170.8 mm の範囲である。

【0112】

(第 7 実施形態)

次に、第 2 実施形態から第 5 実施形態に示した各表示装置 3b、3c、3d (変形例)、3e、3f をパーソナルコンピュータ (PC)、タブレット端末などの卓上型電子機器の表示装置として用いることを考える。現実的には、卓上端末で、観察距離は 300 ~ 600 mm 程度である。また、一般的な表示面の大きさ 16 ~ 20 インチからおおよそ半画角 15 ~ 20 度である。

【0113】

本実施形態の表示装置をこのような卓上型電子機器の表示装置に使う場合に、観察距離 f_e を 300 mm、半画角 θ を 15 度とすると、第 1 実施形態の条件式 (1) より、以下の条件式 (6) が得られる。

【0114】

【数 7】

$$D = 160.8 + \frac{65f_v}{300 + f_v} \quad (6)$$

【0115】

また、観察距離 f_e を 600 mm、半画角 θ を 20 度とすると、以下の条件式 (7) となる。

【0116】

【数 8】

$$D = 436.8 + \frac{65f_v}{600 + f_v} \quad (7)$$

【0117】

従って、観察枠 7 の大きさ L の範囲は、以下の条件式 (8) を満足することが望ましい。

【0118】

【数 9】

$$160.8 + \frac{65f_v}{300 + f_v} < L < 436.8 + \frac{65f_v}{600 + f_v} \quad (8)$$

【0119】

ここで、眼幅の値は一般的な 65 mm とした。

更に、観察枠 7 と虚像 6 との距離 f_v は 1 m 以上が好ましい。このため、以下に示す範囲が好ましい。

$$210.8 < L < 501.8$$

【0120】

すなわち、卓上型電子機器に用いられる両眼視虚像表示装置の観察枠の大きさは、そのすくなくとも一辺が 210.8 ~ 501.8 mm の範囲である。

【0121】

以上説明したように、本発明は、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変形例をとること

10

20

30

40

50

ができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 2 2 】

以上のように、本発明は、両眼視で虚像の表示を観察することができる表示装置に有用である。

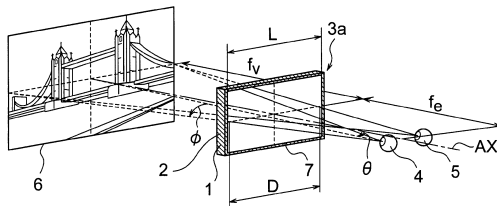
【符号の説明】

【 0 1 2 3 】

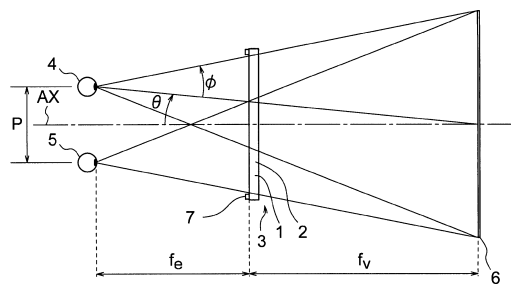
- 1 画像表示部
2 虚像形成部
3 a、3 b、3 c、3 d（変形例）、3 e、3 f 表示装置
4、5 左右の眼
6 虚像
7 観察枠

10

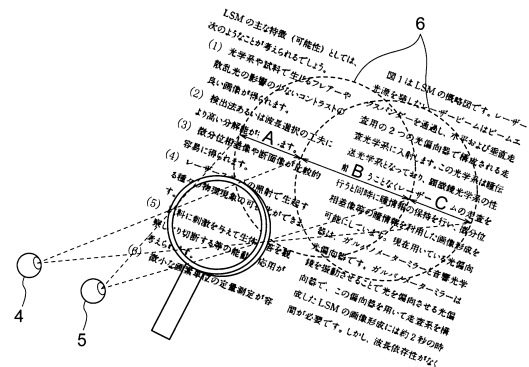
【圖 1】



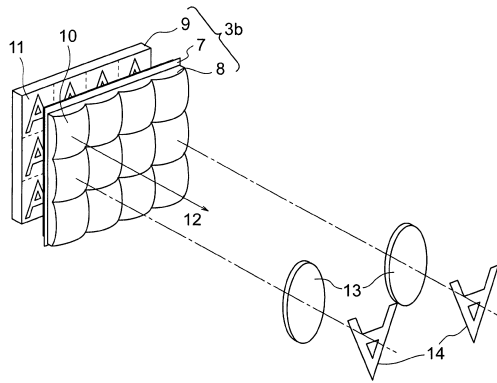
【 図 2 】



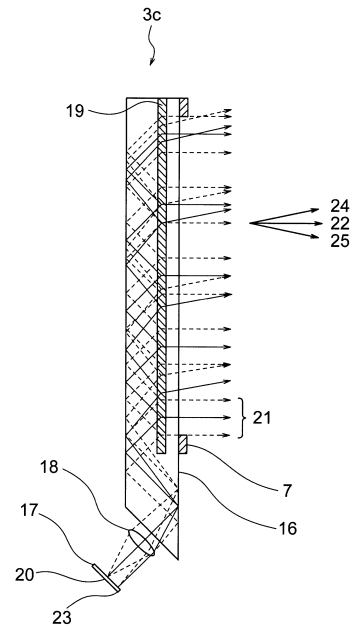
【 図 3 】



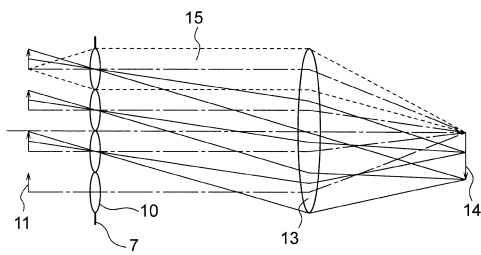
【図 4】



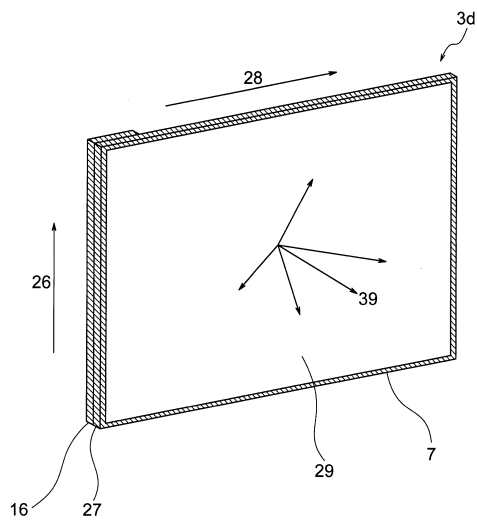
【図 6】



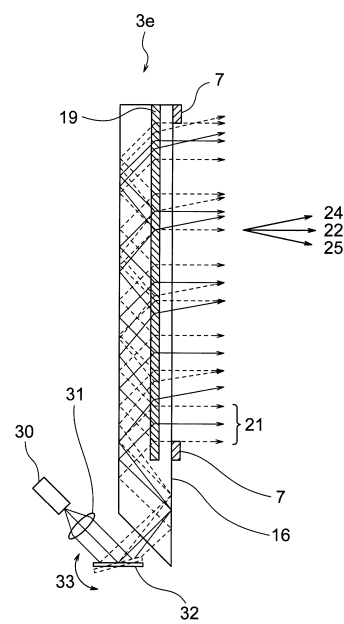
【図 5】



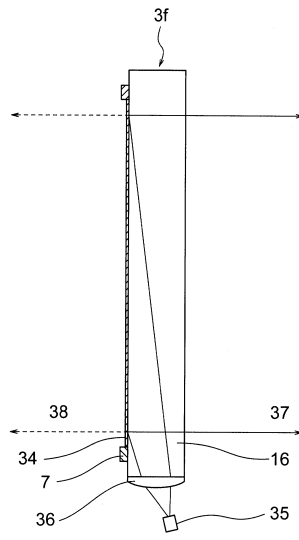
【図 7】



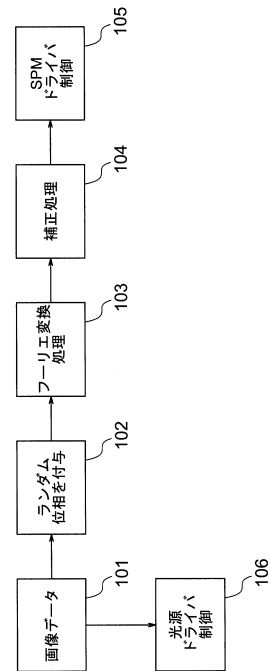
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 0 3 5 8 9 9 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 1 0 0 5 4 9 (W O , A 1)
特開 2 0 1 2 - 0 2 7 2 6 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 2 1 7 7 9 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 6 0 8 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 7 4 0 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 2 B 2 7 / 0 1 - 2 7 / 2 2