(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3632271号
(P3632271)
(45)発行日　平成17年3月23日(2005.3.23)　(24)登録日　平成17年1月7日(2005.1.7)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G02B 27/02	G02B	27/02	A
G02B 5/32	G02B	5/32	
G02C 7/00	G02C	7/00	
G02F 1/13	G02F	1/13	505

請求項の数 15　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平7-344030
(22)出願日　平成7年12月28日(1995.12.28)
(65)公開番号　特開平9-185009
(43)公開日　平成9年7月15日(1997.7.15)
審査請求日　平成13年7月16日(2001.7.16)

(73)特許権者　000005496
富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目１７番２２号
(74)代理人　100071526
弁理士　平田　忠雄
(72)発明者　友野　孝夫
神奈川県足柄上郡中井町境４３０　グリーンテクなかい富士ゼロックス株式会社内

審査官　東　治企

最終頁に続く

(54)【発明の名称】メガネディスプレイ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

端面を有するメガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、前記メガネレンズの前記端面から前記メガネレンズの所定の領域に向かって所定の角度で表示画像を出射する画像表示手段と、

前記メガネレンズの前記所定の領域に設けられ、前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を視認させるホログラムを備え、

前記画像表示手段が、前記メガネレンズの前記端面近傍に前記表示画像の出射面を有し、前記表示画像の出射面は、前記表示画像の画像光が前記メガネレンズ内の前記ホログラムに向けて直進する位置に配されてなることを特徴とするメガネディスプレイ。

【請求項２】

端面を有するメガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、前記メガネレンズの前記端面から前記メガネレンズの所定の領域に向かって所定の角度で表示画像を出射する画像表示手段と、

前記メガネレンズの前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を視認させるホログラムと、

前記ホログラムよりも外界側に設けられた光学手段と、

前記光学手段を制御して前記外界と前記表示画像を同時に視認させるシースルー機能、前記外界のみを視認させるメガネ機能、および前記表示画像のみを視認させるディスプレイ機能の１つを選択させる制御手段を備え、

前記画像表示手段が、前記メガネレンズの前記端面近傍に前記表示画像の出射面を有し、前記表示画像の出射面は、前記表示画像の画像光が前記メガネレンズ内の前記ホログラムに向けて直進する位置に配されてなることを特徴とするメガネディスプレイ。

【請求項３】

端面を有するメガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、前記メガネレンズの前記端面から前記メガネレンズの所定の領域に向かって所定の角度で表示画像を出射する画像表示手段と、

前記メガネレンズの前記所定の領域に設けられ、前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を視認させるホログラムと、

前記メガネレンズ、前記メガネフレーム等の前記メガネの他の所定の部分に設けられ、内部音声の出力、あるいは外部音声の入力を行う音声手段を備え、

前記画像表示手段が、前記メガネレンズの前記端面近傍に前記表示画像の出射面を有し、前記表示画像の出射面は、前記表示画像の画像光が前記メガネレンズ内の前記ホログラムに向けて直進する位置に配されてなることを特徴とするメガネディスプレイ。

【請求項４】

前記画像表示手段は、液晶ディスプレイ、ＥＬディスプレイ、プラズマディスプレイ、あるいはマイクロマシン技術によって作製されたマイクロ可動ミラーを用いたディスプレイである構成の請求項１、２あるいは３記載のメガネディスプレイ。

【請求項５】

前記画像表示手段および前記ホログラムは、保護膜によって被覆されている請求項１、２あるいは３記載のメガネディスプレイ。

【請求項６】

前記光学手段の１つは、外界の視認を許可あるいは禁止するエレクトロクロミック素子である請求項２記載のメガネディスプレイ。

【請求項７】

前記光学手段の１つは、画像表示を許可あるいは禁止する電気光学素子である請求項２記載のメガネディスプレイ。

【請求項８】

前記画像表示手段は、画像信号によって変調された光を出射するレーザあるいはＬＥＤの光源と、前記光を偏向走査する偏向手段と、偏向走査された前記光を受けて画像を表示するスクリーンを含む構成の請求項１、２あるいは３記載のメガネディスプレイ。

【請求項９】

前記画像表示手段は、画像信号によって変調された光を二次元的に出射するレーザあるいはＬＥＤの２次元アレイの光源である請求項１、２あるいは３記載のメガネディスプレイ。

【請求項１０】

前記メガネレンズは、外界光の反射を防ぐ反射防止膜を被覆されている構成の請求項１、２あるいは３記載のメガネディスプレイ。

【請求項１１】

前記メガネレンズは、電気光学効果に基づく焦点可変薄膜を被覆されている構成の請求項１、２あるいは３記載のメガネディスプレイ。

【請求項１２】

前記ホログラムは、銀塩写真乾板、ダイクロメートゼラチン、フォトレジスト、フォトポリマー、フォトクロミック、フォトダイクロミック、プラスチック、強誘電体、磁気光学材料、電気光学材料、非晶質半導体、フォトリフラクティブ材料から選択された材料によって形成される構成の請求項１乃至１１のいずれかに記載のメガネディスプレイ。

【請求項１３】

前記ホログラムは、前記メガネレンズから取り外しができる構成の請求項１乃至１１のいずれかに記載のメガネディスプレイ。

【請求項１４】

装着者の瞳からの距離が８～２２ｍｍの範囲に位置し、端面を有するメガネガラスと前記メガネガラスを固定するメガネフレームとを具備するメガネと、
前記メガネの所定の部分に設けられ、前記メガネガラスの前記端面から前記メガネガラスの所定の領域に向かって所定の角度で表示画像を出射する画像表示手段と、
前記メガネガラスの前記所定の領域に設けられ、前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を同時に視認させるホログラムとを備え、
前記画像表示手段が、前記メガネガラスの前記端面近傍に前記表示画像の出射面を有し、前記表示画像の出射面は、前記表示画像の画像光が前記メガネガラス内の前記ホログラムに向けて直進する位置に配されてなることを特徴とするメガネディスプレイ。
【請求項１５】
前記ホログラムは、レンズ機能を有することを特徴とする請求項１４記載のメガネディスプレイ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明はメガネディスプレイに関し、特にメガネレンズを通して表示画像と外界を同時に視認することができるメガネディスプレイに関する。
【０００２】
【従来の技術】
人間が装着できる画像表示装置として、例えば、ヘッドマウンテッドディスプレイ（ＨＭＤ）がある。
図１９は特開平４－３４５１２号公報に記載されている従来のＨＭＤを示している。このＨＭＤはヘルメット１０７に取り付けられたケース１１０の中に収納された液晶パネル１０１、バックライト用光源１０３、凹レンズ１０４ａ、および凸レンズ１０４ｂを有し、ケース１１０にミラー１０５が固定されている。液晶パネル１０１は信号ライン１０２を介してＣＲＴ（図示せず）等に接続されている。
【０００３】
以上の構成において、ＣＲＴから信号ライン１０２を介して画像データが液晶パネル１０１に供給されると、光源１０３からバックライトを受ける液晶パネル１０１の表示画像は凹レンズ１０４ａおよび凸レンズ１０４ｂによって拡大された光束１０８となり、ミラー１０５で反射された後光束１０６となって眼１１１に入射する。従って、眼１１１は、例えば、前方２ｍの位置に虚像１０９として液晶パネル１０１の表示画像を視認することができる。ミラー１０５をハーフミラーにすると、シースルーになって表示画像と外界を同時に視認することができる。
【０００４】
この種のＨＭＤは、航空機用情報として高度、速度等を表示するものから個人用シアタとして映画、テレビゲーム等を表示するものがあり、例えば、「画像ラボ、Ｎｏ．１，６０（１９９５）」、「光技術コンタクト、Ｖｏｌ．３３，Ｎｏ．１，５（１９９５）」、「光技術コンタクト、Ｖｏｌ．３３，Ｎｏ．１，２５（１９９５）」、米国特許第４，９０２，０８３号等に記載されている。特に米国特許第４，９０２，０８３号等に記載されているＨＭＤは小型化を図ったもので軽量である。
しかし、たいていの従来のＨＭＤは２ｋｇ程度の重量を有し、携帯用としては都合が悪い。
【０００５】
図２０（ａ）～（ｃ）は１９９５年７月の「３次元画像コンファレンス」で発表されたＨＭＤを示す。図２０（ａ）のＨＭＤは、第１および第２の反射面１１３，１１４を有する自由曲面プリズム１１２の頂面に液晶パネル１０１を設けたものであり、液晶パネル１０１に表示された画像は第１および第２の反射面１１３，１１４を反射して眼１１１に入射する。図２０（ｂ）に示すように、自由曲面プリズム１１２の第２の反射面１１４をハーフミラーにすると、シースルーになって表示画像と外界を同時に視認することが

できる。しかし、光束１１６は上方を向いてしまう。図２０（ｃ）はこの不都合を解消したＨＭＤを示しており、図２０（ａ），（ｂ）に示した自由曲面プリズム１１２に第２の自由曲面プリズム１１７を組み合わせている。光束１１８ａ、１１８ｂによって示されるように、シースルーのＨＭＤを実現することができ、軽量化および小型化が可能になり、例えば、眼鏡の上からでも装着することもできる。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来のＨＭＤによると、何れも眼より離れた位置に画像表示面があるので、ある程度の大きさの入射瞳が必要になり、そのために、小型化に限界が生じており、異物の装着感を払拭することができない。

【０００７】

従って、本発明の目的は装着感を全く与えない程度に小型化されたメガメディスプレイを提供することにある。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の目的を実現するため、端面を有するメガネレンズ、メガネフレーム等のメガネの所定の部分に設けられ、前記メガネレンズの前記端面から前記メガネレンズの所定の領域に向かって所定の角度で表示画像を出射する画像表示手段と、前記メガネレンズの前記所定の領域に設けられ、前記所定の領域を通して外界と前記表示画像を視認させるホログラムを備え、前記画像表示手段が、前記メガネレンズの前記端面近傍に前記表示画像の出射面を有し、前記表示画像の出射面は、前記表示画像の画像光が前記メガネレンズ内の前記ホログラムに向けて直進する位置に配されてなることを特徴とするメガネディスプレイを提供する。

【０００９】

【発明を実施する形態】

図１は本発明の第１の実施の形態におけるメガネディスプレイを示し、、パット８を有するメガネフレーム７にメガネガラス５７ａが嵌められており、メガネガラス５７ａには画像情報源としての液晶パネル５９と、液晶パネル５９に表示された画像を受けてメガネを装着する人間にその画像を視認させるシースルー手段としてのホログラム５８が設けられている。液晶パネル５９は背面よりバックライトによって照射されているが、図示省略する。画像情報源としては他にＥＬディスプレイ、プラズマディスプレイまたはマイクロマシン技術によって作製されたマイクロ可動カラーを用いたディスプレイが考えられる。また、レーザをＡＯ偏向器によってビームを偏向させたレーザディスプレイなどが有望である。また、ホログラム５８と外界の間には、図示されていないが、エレクトロクロミックを示すWO_3、Al_2O_3、CrO_3、Ta_2O_5、ZrO_2等が誘電体薄膜、あるいは固体電解質状態で設けられており、この膜が透明電極（図示せず）でサンドイッチされている。このエレクトロクロミック素子は電圧を印加することにより透明から色を持つようになる。液晶パネル５９とホログラム５８はメガネガラス５７ｂにも設けられているが、図示上省略されている。また、メガネフレーム７の適切な位置に装着者の音声を入力し、また、録音された音声を出力する音声入出力装置が設けられている。

【００１０】

図２は図１に示したメガネディスプレイを詳細に示しており、液晶パネル５９からの表示画像の光束はＸ軸からθ_0＝１３度（Ｚ軸から１０３度）に進んだ後、ホログラム５８で＋Ｚ軸方向に曲げられ、眼に入射されるが、この時、－Ｚ方向の所定の位置に表示画像の虚像を結像することができる。前述したように、メガネレンズ５７ａ内の液晶パネル５９の中心部からホログラム５８の中心部までの方向とＸ軸とのなす角度θ_0は１３度と仮定する。図示したように、l_1+l_2＝２５ｍｍとすると、液晶パネル５９の中心とＸ軸との距離l_4は５．８ｍｍとなる。図中の数値関係より、θ_1、θ_2はそれぞれ１０．９度、１６．２度となる。これより、開口角αは５．３度となる。液晶パネル５９の中心からホログラム５８の中心までの距離は２５．７ｍｍ、液晶パネル５９の大き

さは、後述するように、４ｍｍ角であるので画角φは約９度となる。従って、ホログラム５８がレンズ機能を持つ場合、近軸光線の取り扱いができる。

【００１１】

図３はホログラム５８の作製方法を示し、写真乾板２６上に収束波と発散波を用いて形成する。レーザ１５から出射されたビームはミラー１６で折り曲げられた後、ハーフミラー１７で２つのビームに分けられる。１つのビーム１８はミラー１９で折り曲げられたあと、拡大レンズ２０で発散波に変換される。ホログラムの開口の大きさまでビーム径が拡大された後、コリメータレンズ２１を通して平面波に変換される。ビーム１８はＺ軸上に進み、乾板２６の直前でレンズ２２によって、収束波に変換される。収束波の焦点距離は２５ｍｍとする。また、もう一方のビーム２３はミラー２４で折り曲げられた後、Ｘ軸から１３度方向に進むようになる。そして、ビーム２３はレンズ２５を通して発散波に変換される。発散波の焦点距離は２５ｍｍとする。そして、ビーム１８とビーム２３は乾板２６上で干渉縞を形成する。乾板２６上に形成された干渉縞は現像工程を経てホログラムを記録する。このホログラムに対して発散波の焦点距離の位置に画像情報源を置き、眼とメガネの間隔もその焦点距離（収束波の焦点距離と同じ）もしくはそれ以下に設定すると、拡大鏡と同様の機能を持たせる事ができる。従って、画像情報源から出てきた光束はホログラムを通して１次回折光のみが眼の方向に導かれ、－Ｚ軸方向の明視の距離（＝－２５０ｍｍ）に表示画像の虚像を見ることができる。ここでは、収束波と発散波でホログラムを作製する方法を述べたが、平面波と発散波でも作製することができる。

【００１２】

図４は図３で説明したホログラムの作製方法をメガネレンズ５７ａに適用したものであり、メガネレンズ５７ａは図３の乾板２６の位置に感光材料５２を被覆されており、感光材料５２上に図１および図２のホログラム５８が形成される。

【００１３】

図５はホログラム５８を保護するために透明な保護膜５６をホログラム５８およびメガネレンズ５７ａ上に形成したものであり、この後、液晶パネル５９をメガネレンズ５７ａに端面に密着させてからメガネフレーム７に組み込まれる。このとき、液晶パネル５９とメガネレンズ５７ａの端面に所定の屈折率の液体を満たしても良い。このようにすれば、液晶パネル５９から出射される表示画像の光束はメガネレンズ５７ａの端面の影響を受けずにホログラム５８に到達することができる。

【００１４】

図６は外界の視認性とホログラム５８の干渉縞の格子間隔の関係を検討するものである。

【００１５】

記録媒体が体積ホログラムを形成する場合、干渉縞面と直角に計った干渉縞の間隔ｄと空間周波数f_s　は

【数１】

$$d = \left| \frac{\lambda}{2\sin\left(\frac{\theta_R - \theta_0}{2}\right)} \right| = \frac{1}{f}$$

$$d_R = \left| \frac{\lambda}{2\sin^2\left(\frac{\theta_R - \theta_0}{2}\right)} \right|$$

となる。

【００１６】

また、波長が６３２．８ｎｍのＨｅ－Ｎｅレーザを用いると、図６のように座標系を設定した場合、θ_R ＝１０３°、ｓｉｎ θ_O ＝０°となる。その結果、ｘ方向のd_Rは０．５３９μｍ、空間周波数ｆは２４２４ｌｉｎｅ／ｍｍとなる。

【００１７】

以上より、人間はメガネ上の干渉縞を見分けるほどの分解能をもっていないので、外界の画像情報を十分に視認することができる。また、ホログラム５８を記録するのに必要な感光材料５２の解像度は２５００ｌｉｎｅ／ｍｍ以上が望ましい。この記録時に使用される光源は高いコヒーレンズ性が要求されるのでレーザーが望ましいが、必ずしも可干渉光である必要はなく、単色性のある光源、例えば、水銀ランプ、キセノンランプなどの輝線を用いてもよい。また、使用されるホログラムを記録する感光材料として銀塩写真乾板がある。その他、ダイクロメートゼラチン、フォトレジスト材料、フォトポリマー、フォトクロミック材料、フォトダイクロミック材料、サーモプラスチックなどのプラスチック材料、強誘電体材料、磁気光学材料、電気光学材料、非晶質半導体、フォトリフラクティブ材料、等を用いることができる。また、ホログラムの記録は静的でなくても動的であってもよい。すなわち、電気光学効果によって、あらかじめＣＧＨ（コンピュータで作製したホログラム干渉縞）をもとに作製された電極パターンに電圧を印加することにより、屈折率パターンを形成してもよい。

【００１８】

以上はシースルー機能のメガネディスプレイの場合について述べた。一方、このメガネディスプレイで外界のみを観察する場合について述べる。電源を切ると液晶パネル５９からの特定波長による表示画像の出射は停止する。このため、液晶パネル５９のスクリーンに着色していても、出射光は０次回折の方向を向くため、眼では外界の情報のみ認識することになる。

【００１９】

その反対に、表示画像のみを見る場合、ホログラム５８と外界との間に設けられているエレクロトクロミックの膜にサンドイッチした透明電極で電圧を印加することにより、その膜を黒などの濃い色に着色する。駆動電圧は３Ｖであり、電源はメガネに内蔵される。

【００２０】

次に、発明者が本発明を完成させるまでに行った検討およびその結果を詳細に説明する。

【００２１】

図７は、人間が１５インチのワークステーションもしくはコンピュータのディスプレイ１をメガネレンズ５７ａを通して見ている状態を示している。例えば、解像度は１０２４×１２８０ｓｐｏｔとすると、縦横の比（ｘ、ｙ）は４：５である。人間の瞳２からディスプレイ１までの距離ｄを６０ｃｍとする。人間の瞳孔径は２～８ｍｍである。ディスプレイ１のサイズを１５インチ（対角３７．５ｃｍ）とすると、縦は２３．４ｃｍ、横は２９．３ｃｍとなる。人間の瞳孔径を５ｍｍと仮定すると、ｘの方向の画角φは約２３度で、ｙ方向の画角θは約２７度である。

【００２２】

図８は眼球４の回転中心４Ａとメガネ５７ａとの関係を示す。眼球４の回転中心４Ａと瞳２との距離d_1 は１０～２０ｍｍの範囲内に存在する。人間がメガネを掛けている時、人間の瞳２からメガネレンズ５７ａまでの距離d_2 は８～２２ｍｍの範囲内に存在する。従って、d_3 ＝d_1 ＋d_2 ＝１８～４２ｍｍとなる。ここで、人間の瞳２からメガネレンズ５７ａまでの距離d_2 は約１５ｍｍと仮定する。人間がワークステーションを見るときの画角φ、θが一定であると仮定すると、メガネレンズ５７ａ上に映されたディスプレイ１Ａ（図７）のサイズは縦が約１１ｍｍで、横が約１２ｍｍとなる。このように、ワークステーションのディスプレイ１はメガネレンズ５７ａでは１ｃｍ角程度の領域１Ａに収まってしまう。メガネレンズ５７ａの領域１Ａに画像情報源としてのディスプレイ１が納まっていれば、表示画像を視認するための入射瞳２は小さくてすむ。また、メガネを装着しても、意識せずに自然に携帯することができる。

【００２３】

図９は図１に対応するメガネを示す。メガネはメガネレンズ５７ａ，５７ｂ、フレーム７、パット８等から成り立つ。図１０は図２に対応するメガネレンズ５７ａを示す。光軸をＺ軸、垂直方向をＸ軸とする。例えば、水平面（Ｚ軸）とメガネレンズ５７ａの上部までの距離l_6は約２０ｍｍとする。また、同様に下部までの距離l_5は２５ｍｍとする。メガネレンズ５７ａの前面における曲率半径ｒはＯｓｔｗａｌｔ型を採用すると８７．２ｍｍである。これより、下部におけるＸ軸とメガネレンズ５７ａとの距離l_7は３．７ｍｍとなる。ホログラム５８の開口が１０ｍｍ（半径５ｍｍの円）、ホログラム５８の中心から液晶パネル５９の中心までの距離l_8を２５ｍｍ、液晶パネル５９のサイズは４ｍｍ×４ｍｍ、レンズ５７ａの厚さを５ｍｍとすると、Ｘ軸と液晶パネル５９の中心からホログラム５８の中心の方向とのなす角度Θを１２．８度に設定すると、メガネレンズ５７ａ内に、液晶パネル５９を組み込むことができる。

【００２４】

一方、ホログラム５８の中心と液晶パネル５９の中心を結ぶ直線と、Ｘ軸とのなす角度を１２．８度以上に設定したい時はパット８に液晶パネル５９を組み込めば良い。いずれの場合も、液晶パネル５９からの光束は、ホログラム５８にレンズ機能をもたせた場合、０次回折光はＸ軸から１３度の方向に進むが、１次回折光はホログラム５８の干渉縞の影響で折れ曲がり、＋Ｚ方向に進み、視認可能な－Ｚ軸方向に虚像を確認することができる。

【００２５】

図１１は拡大鏡（ルーペ）の原理を示す。拡大鏡（ルーペ）は焦点距離ｆの凸レンズ３０を用い、その前側焦点Ｆよりレンズ側にある小さな物体３２の拡大正立虚像３３を眼４で観察する。物体側焦点Ｆの距離、および像側焦点Ｆ’の距離をｆ，ｆ’、レンズ３０から物体３２および像３３までの距離をｓ，ｓ’、物体３２および像３３の高さをｙ，ｙ’、レンズ３０および像３３から眼４までの距離をｅ，Ｄ’（＝ｅ－ｓ’）とする。この光学系の近軸結像関係は以下の式で表される。

【数２】

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'}$$

$$\frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

さて、像３３の視角をω’とすると、

【数３】

$$\tan\omega' = \frac{y'}{D'} = \frac{y'}{f' - s'}$$

となる。一方、この物体３２をルーペを使わずに、直接明視の距離Ｄ（＝２５０ｍｍ）で観察するときの視角をωとすると、

【数４】

$$\tan\omega = \frac{y}{D}$$

の関係があるので、角倍率Γは

【数５】

$$\Gamma = \frac{\tan\omega'}{\tan\omega} = \frac{y'D}{yD} = \frac{D(f'-s')}{f'(e-s')} = \frac{D}{f'} \cdot \frac{\frac{f'}{s'}-1}{\frac{e}{s'}-1}$$

となる。例えば、眼４を緊張せずに自然の状態で観察する。レンズ３０から眼４迄の距離はほぼ像側焦点Ｆ’とする。眼４の屈折力は無限遠に調節されるから、Ｄ’＝－∞、ｓ’＝－∞、およびＤ＝２５０ｍｍを角倍率Γの式に代入すると、

【数６】

$$\Gamma = \frac{250}{f'}$$

となる。このとき、ｓ＝－ｆ’となるから、物体３２は凸レンズ３０の前側焦点Ｆの位置にある場合に相当する。例えば、ｆ＝２５ｍｍ（＝ｆ’）とすると、角倍率Γは１０倍となる。この倍率は直ちに縦倍率に換算しても意味がない。この１０倍は明視の距離で１ｍｍしか区別がつかなかったのが、０．１ｍｍまで区別が可能になったこと、すなわち、分解能が１０倍になったことを意味する。また、凸レンズ３０から眼４までの距離がほぼ像側焦点Ｆ’以下であっても、眼４の屈折力の調節力により、虚像３３を同様に観察することができる。

【００２６】

眼の認識できる空間周波数ｆは輝度、瞳孔径などに依存する。眼を細めたり、焦点を遠くしたり、瞳孔径を大きくすると、認識できる空間周波数は大になる。光学技術ハンドブック（朝倉書店、久保田広ほか編集、７４４ページ）によると、「眼の認識できる空間周波数ｆは１５本／ｍｍのところにピークがある。」と記述されている。また、光学（サイエンスライブラリ物理学＝９、村田和美書、サイエンス社、２１１ページ）によると、「視覚を含めたＭＴＦは０．０５本／分の付近に最大値を持つ帯域透過型のフィルター特性を示し、その遮断周波数はおよそ１本／分となっている。」と記述されている。これより計算される明視の距離（２５０ｍｍ）における遮断周波数ｆは１４本／ｍｍである。従って、人間が見分けることのできる限界の間隔は６７μｍとなる。

【００２７】

ここで、人間が見分ける事ができる限界のドットを１４ｓｐｏｔ／ｍｍとする。角倍率は１０倍であることより、ルーペによって認識できるドットは１４０ｓｐｏｔ／ｍｍとなる。もし、ディスプレイがＶＧＡ規格（ｓｐｏｔは６４０×４８０）であるならば、ディスプレイの大きさ、例えば、前述した液晶パネル５９は４．６ｍｍ×３．４ｍｍとなる。この時スポットは７μｍ程度となり、この程度の解像度が必要ならば、レーザを走査させて２次元画像を表示すればよい。

【００２８】

図１２（ａ）　は１つの点をホログラムに記録する場合の波面の様子を示す。ホログラム５８は物体により反射された光の波面と参照光３６と呼ばれる平面波（または点光源からの光）の間に生じた干渉縞を記録した写真である。物点３５から出た光は同心円状の波面であり、ホログラム５８面上で斜め上方から加えた平面波の参照光３６と干渉して干渉縞を作る。

【００２９】

図１２（ｂ）　は再生を示す。ホログラム５８に記録時の参照光３６と同じ平面波の参照光３８を照明する。光の回折される角度は記録されている干渉縞の間隔で決まる。これらの回折された光線の方向を調べてみると、丁度記録時の物点３５に相当する位置３９から

あたかも光が出ているように見える。通常の被写体のように面積のある物体でも物点に分解して考えれば同様に３次元的に再生される。このような結像作用を用いてホログラム５８をレンズとして用いる事もできる。

【００３０】

図１３（ａ）、（ｂ）もホログラム５８の作製と再生を示す。図１３（ａ）において、物体光波面として点光源４０ａよりの発散球面波面４０、および参照光として１点４１ａに収束する球面波面４１を用いてホログラム５８を作製する。図１３（ｂ）において、物体点光源４３ａの近傍に物体４３を置き、単色光４４でこの物体４３を照明すると、参照光源４５ａの近傍にこの物体４３の実像４５が形成される。この時の結像関係は発散波収束波の中心とホログラムの中心を結ぶ偏心光学系の幾何光学と同等に扱える。

【００３１】

図１４は本発明の第２の実施の形態におけるメガネディスプレイを示す。このメガネディスプレイは、第１の実施の形態のメガネディスプレイがメガネレンズ５７ａ、５７ｂに液晶パネル５９が取り付けられたのに対し、メガネフレーム７のパット８に液晶パネル５９が埋め込まれている構成において相違しており、他の構成は共通している。ホログラム５８および液晶パネル５９は、図示しない保護膜で被覆されている。

【００３２】

図１５はホログラム５８の作製方法を示し、図４と共通するので重複する説明は省略する。ただし、メガネレンズ５７ａに対する感光材料５２の塗布面が反射側になっている。

【００３３】

図１６は本発明の第３の実施の形態におけるメガネディスプレイを示す。このメガネディスプレイはメガネレンズ５７ａに装着されたレーザ光源７３、音響光学（ＡＯ）素子を利用した偏向器７２、メガネレンズ５７ａの一面を利用した反射ミラー７５、レーザビームを受けて画像表示する蛍光スクリーン（もしくは単なるスクリーン）７４、およびホログラム５８より構成されている。これらの素子はもう一方のメガネレンズ（図示せず）にも同じように装着されても良い。レーザ光源７３より蛍光スクリーン７４までの光路長は約１２ｃｍであり、偏向器７２としてTeO_2を用いると、２度の偏向角が得られ、解像点数が１６００本となる。偏向器７２を２次元的にすると、蛍光スクリーン７４は４１ｍｍ×４１ｍｍのサイズとなり、解像度は１６００×１６００となる。

【００３４】

以上の構成において、レーザ光源７３より画像信号に応じて変調されたレーザビームを出射すると、レーザビームは偏向器７２に印加される制御電圧に応じて発生する音響エネルギーによって偏向され、反射ミラー７５によって反射されて蛍光スクリーン７４を走査する。これによって蛍光スクリーン７４に画像が表示される。蛍光スクリーン７４の表示画像の光束はホログラム５８に受光され、第１および第２の実施の形態で述べたように、メガネディスプレイを装着する人間の眼によって視認される。１つの結果によると、ＳＵＮのワークステーションと同じ程度のＳＶＧＡ仕様の画像表示を得ることができる。

【００３５】

図１７（ａ）～（ｃ）は本発明の第４の実施の形態におけるメガネディスプレイを示す。（ａ）はホログラム５８を内蔵した透明のアタッチメント７５を示し、これを（ｂ）に示す使用中の度つきメガネレンズ５７ａに取り付けると、（ｃ）に示すように、ホログラム５８を有したメガネレンズ５７ａが得られる。これを液晶ディスプレイ等の画像情報源を有したメガネフレーム（図示せず）に取り付けると、これまで説明したようなメガネディスプレイを得ることができる。

【００３６】

図１８は本発明の第５の実施の形態におけるメガネディスプレイを示し、図１６と共通する部分には共通の引用数字を付したので重複する説明は省略するが、焦点可変レンズ８２を有する構成において相違する。焦点可変レンズ８２はメガネレンズ５７ａに電気光学（ＥＯ）効果を有する薄膜（図示せず）を形成し、その薄膜上に同心円に並んだ透明電極８２ａを形成して構成される。同心円に並んだ透明電極８２ａに選択的に電圧を印加すると

、ＥＯ効果を用いた焦点可変効果が得られる。従って、メガメ加工が不要な近眼鏡、老眼鏡を兼ねたメガネディスプレイを提供できる。

【００３７】

【発明の効果】

以上説明した通り、本発明のメガネディスプレイによると、各構成ユニットを小型化したので、メガネに内蔵することができる。従って、使用者は異物の装着感を有しないで使用することができる。用途としては、例えば、コンピュータのディスプレイ、プロンプタ、車両用、航空機用のヘッドアップディスプレイ、ヘッドマウンテッドディスプレイとして使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態を示す説明図

【図２】図１の部分拡大図

【図３】ホログラムの一般的な作製方法を示す説明図

【図４】本発明の第１の実施の形態におけるホログラムを作製する方法を示す説明図

【図５】本発明の第１の実施の形態における変形例を示す説明図

【図６】外界の視認性とホログラムの干渉縞の格子間隔の関係を示す説明図

【図７】人間がディスプレイを見たときの画角を示す説明図

【図８】メガネと眼球との関係を示す説明図

【図９】図１との対応においてメガネを示す説明図

【図１０】図２との対応においてメガネレンズを示す説明図

【図１１】拡大鏡（ルーペ）の原理を示す説明図

【図１２】（ａ）　１つの点をホログラムに記録する場合の波面の様子を示す説明図

（ｂ）　ホログラムにおける再生を示す説明図

【図１３】（ａ）　ホログラムの作製を示す説明図

（ｂ）　ホログラムにおける再生を示す説明図

【図１４】本発明の第２の実施の形態を示す説明図

【図１５】本発明の第２の実施の形態におけるホログラムを作製する方法を示す説明図

【図１６】本発明の第３の実施の形態を示す説明図

【図１７】（ａ）　本発明の第４の実施の形態におけるホログラムを示す説明図

（ｂ）　本発明の第４の実施の形態におけるメガネレンズを示す説明図

（ｃ）　本発明の第４の実施の形態を示す説明図

【図１８】本発明の第５の実施の形態を示す説明図

【図１９】従来のＨＭＤを示す説明図

【図２０】（ａ）　従来の閉塞型ＨＭＤを示す説明図

（ｂ）　従来のシースルー型ＨＭＤを示す説明図

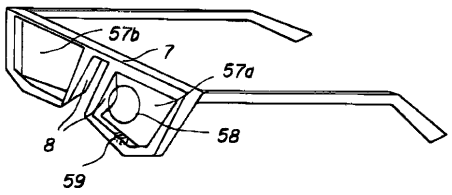
（ｃ）　従来のシースルー型ＨＭＤを示す説明図

【符号の説明】

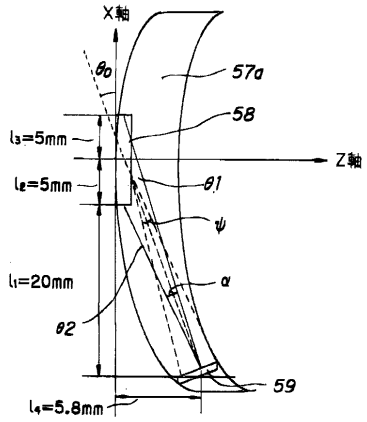
１，　ディスプレイ	２，　瞳
４，　眼球	７，　メガネフレーム
８，　パット	１５，　レーザ
１６，１９，２４，　ミラー	１７，　ハーフミラー
１８，２３，　ビーム	２０，２２，２５，　レンズ
２１，　コリメータレンズ	２６，　乾板
３０，　凸レンズ	３２，　物体
３３，　正立虚像	３５，　物点
３６，３８，　参照光	４０，　発散球面波面
４０ａ，　点光源	４１，　球面波面
４３．　物体	４４，　単色光
４５，　実像	４５ａ，　参照光源
５６，　保護膜	５７ａ，５７ｂ，　メガネレンズ

５８，　ホログラム
７２，　偏向器
７４，　蛍光スクリーン
８２，　焦点可変レンズ
１０１，　液晶パネル
１０３，　バックライト用光源
１０４ｂ，　凸レンズ
１０６，１０８，１１６，　光束
１１０，　ケース
３，１１４，　反射面
５９，　液晶パネル
７３，　レーザ光源
７５，　反射ミラー
８２ａ，　透明電極
１０２，信号ライン
１０４ａ，　凹レンズ
１０５，　ミラー
１０９，　虚像
１１２，１１７，　自由曲面プリズム１１
１１８ａ，１１８ｂ，　光束

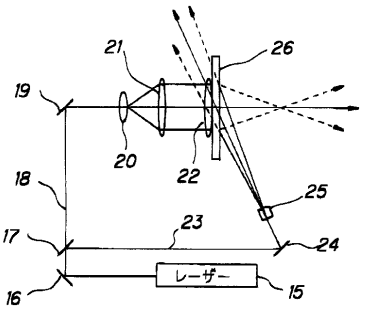
【図１】



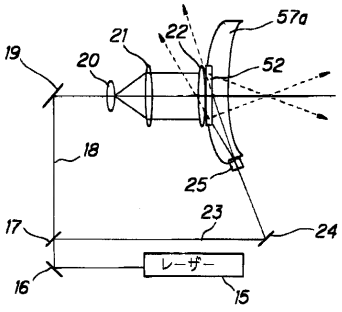
【図２】



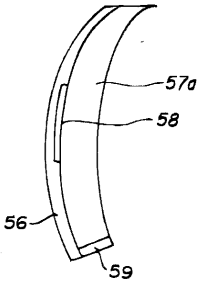
【図３】



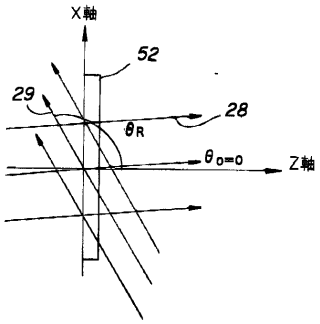
【図４】



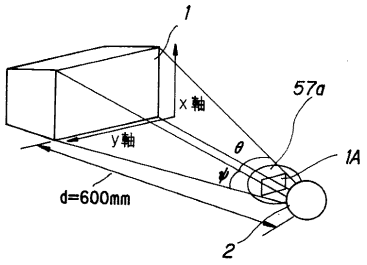
【図５】



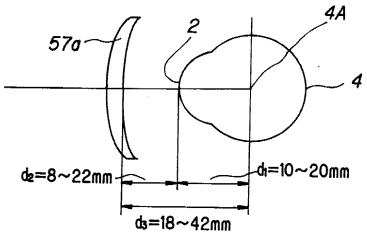
【図６】



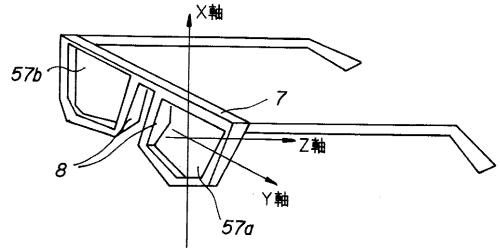
【図７】



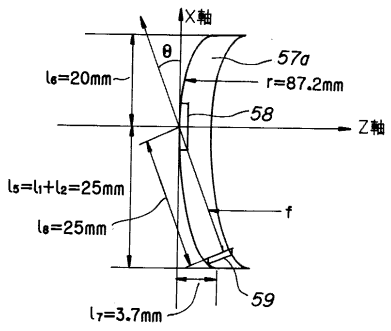
【図８】



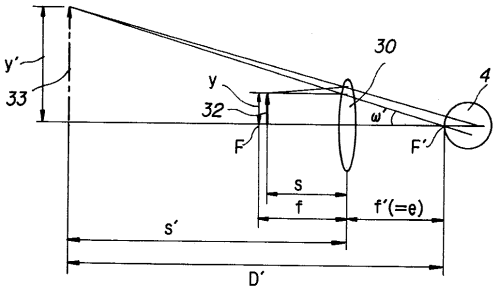
【図９】



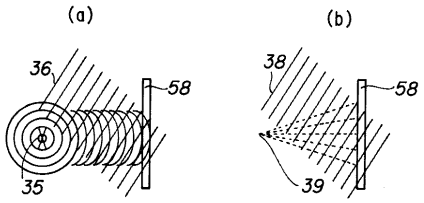
【図１０】



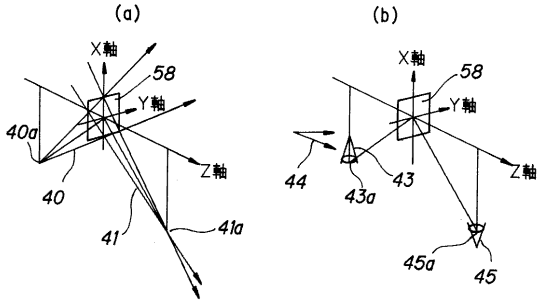
【図１１】



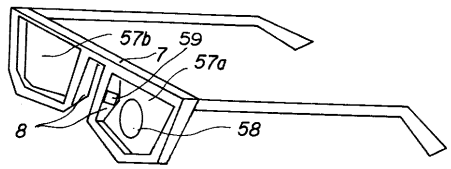
【図１２】



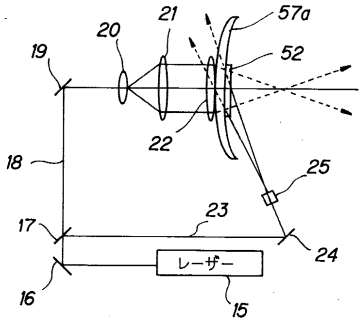
【図１３】



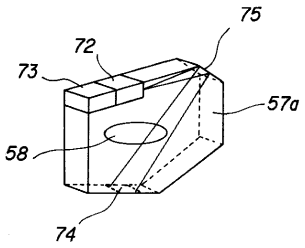
【図１４】



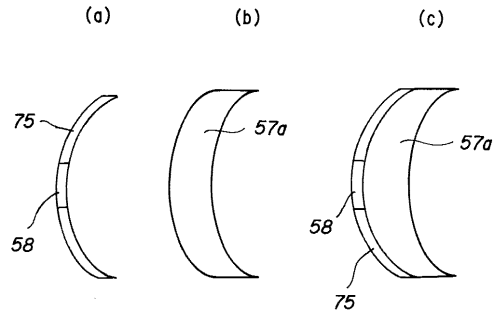
【図１５】



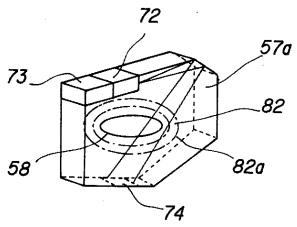
【図１６】



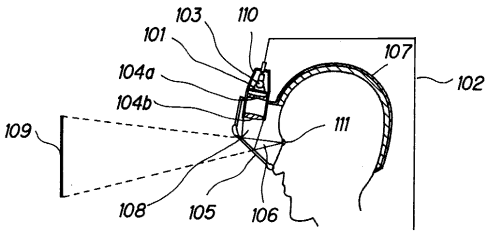
【図１７】



【図１８】

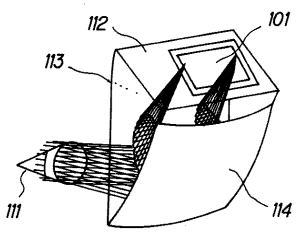


【図１９】

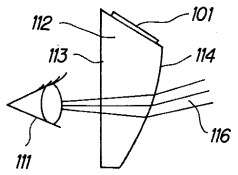


【図２０】

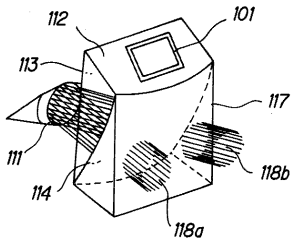
(a)


112
101
113
111
114

(b)


112
101
113
114
116
111

(c)


112
101
113
117
111
118b
114
118a

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第９５／０２３９９４（WO，Ａ１）
特開平０６－１０５２５６（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０３０３６１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０８４３２６（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１２１２５６（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３３３５５１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１８６４９４（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２１５０９０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G02B 27/02
G02C 1/00 - 13/00
B60K 35/00
H04N 5/64