

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6500570号  
(P6500570)

(45) 発行日 平成31年4月17日(2019.4.17)

(24) 登録日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>G09G</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G09G	5/00	550C
<b>H04N</b>	<b>1/387</b>	<b>(2006.01)</b>	H04N	1/387	
<b>G09G</b>	<b>5/36</b>	<b>(2006.01)</b>	G09G	5/36	520D
<b>H04N</b>	<b>5/64</b>	<b>(2006.01)</b>	G09G	5/00	X
<b>G03B</b>	<b>21/14</b>	<b>(2006.01)</b>	H04N	5/64	511A

請求項の数 15 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-81847 (P2015-81847)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都港区港南二丁目15番3号
(22) 出願日	平成27年4月13日(2015.4.13)	(74) 代理人	110000877 龍華国際特許業務法人
(65) 公開番号	特開2016-200753 (P2016-200753A)	(72) 発明者	富田 賢典 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会 社ニコン内
(43) 公開日	平成28年12月1日(2016.12.1)	(72) 発明者	園米 祐司 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会 社ニコン内
審査請求日	平成30年3月5日(2018.3.5)	(72) 発明者	潮 嘉次郎 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会 社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置および画像表示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

観察者が装着可能な画像表示装置であって、  
原画像に基づいて歪画像を生成する歪画像生成部と、  
前記歪画像の歪量を設定する歪量設定部と、  
前記歪画像を表示する画像表示部と、  
前記観察者であるユーザの生体情報を取得する生体情報取得部と

を備え、

前記歪量設定部は、前記生体情報取得部で取得された前記生体情報に基づいて、前記歪  
画像の歪量を調整し、

前記歪画像生成部は、前記原画像に前記歪量設定部で設定された前記歪量を加えて、前  
記歪画像を生成する画像表示装置。

【請求項2】

前記歪量設定部は、  
ユーザが前記歪量を設定可能である請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項3】

前記歪量設定部は、  
ユーザがユーザの属性を入力することによって、設定可能である請求項1または2に記  
載の画像表示装置。

【請求項4】

ユーザを認識する認識部をさらに備え、

前記歪量設定部は、前記認識部により認識されたユーザに応じて前記歪量を設定する請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 5】

前記画像表示部は、

前記歪量を測定するテストパターンを表示する請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 6】

前記歪量設定部は、

前記歪量として、ユーザの画像酔いに対応した歪量を設定可能である請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

10

【請求項 7】

前記歪量設定部は、

前記歪量として、ユーザのグロブイフェクト感度に対応した歪量を設定する請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 8】

前記歪画像生成部は、

前記原画像が予め定められた条件を満たす場合に前記歪画像を生成し、前記条件を満たさない場合に前記原画像を前記画像表示部に出力する請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

20

【請求項 9】

前記歪画像生成部は、

前記原画像に画像処理を行うことにより前記歪画像を生成する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

【請求項 10】

前記画像表示部は、

画像データを生成する画像生成部と、前記画像生成部における前記画像データを表示する表示光学系とを有し、

前記歪画像生成部は、

前記表示光学系の歪曲収差を調整することによって、前記歪画像の歪量を調整する請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

30

【請求項 11】

前記歪画像生成部は、

前記原画像に対する前記歪画像の歪量と前記表示光学系の歪曲収差との合成により、前記歪画像の前記画像データを生成する請求項 10 に記載の画像表示装置。

【請求項 12】

外界を観察する観察光学系をさらに備え、

前記画像表示部は前記観察光学系を通った外界の像光に、前記歪画像を重畳し、

前記歪画像生成部は、前記歪画像の歪量が前記観察光学系を通った前記外界の像光の歪量に予め定められた範囲で一致するように、前記歪画像の歪量を調整する請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載の画像表示装置。

40

【請求項 13】

画像表示装置を装着した観察者に、原画像に基づく歪画像を表示する画像表示方法であって、

前記歪画像の歪量を設定する歪量設定ステップと、

前記歪量設定ステップにより設定された歪量に応じて歪画像を生成する歪画像生成ステップと、

前記観察者の生体情報を取得する生体情報取得ステップとを有し、

前記歪量設定ステップは、前記生体情報取得ステップで取得された前記生体情報に基づ

50

いて前記歪画像の歪量を調整するステップを含み、

前記歪画像生成ステップは、前記原画像に前記歪量設定ステップで設定された前記歪量に応じて前記歪画像を生成するステップを含む

画像表示方法。

【請求項 1 4】

前記歪量設定ステップは、前記観察者により歪量を設定するステップを含む請求項 1 3 に記載の画像表示方法。

【請求項 1 5】

前記観察者を認識する認識ステップをさらに備え、

前記歪量設定ステップは、前記認識ステップにより認識された前記観察者に応じて前記歪量を設定するステップを含む請求項 1 3 または 1 4 に記載の画像表示方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ユーザである観察者が、自分自身に装着して使用する画像表示システムがある。（例えば、特許文献 1 参照）。

特許文献 1 特開 2008 - 258802 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

画像表示システムの表示領域において表示内容が移動する場合、ユーザの視覚の個人差によって違和感を覚える場合があった。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明の第 1 の態様においては、観察者が装着可能な画像表示装置であって、原画像に基づいて歪画像を生成する歪画像生成部と、歪画像の歪量を設定する歪量設定部と、歪画像を表示する画像表示部と、を備え、歪画像生成部は、原画像に歪量設定部で設定された歪量を加えて、歪画像を生成する画像表示装置が提供される。

30

【0005】

本発明の第 2 の態様においては、原画像に基づいて歪画像を生成する歪画像生成部と、ユーザの属性に基づいて歪画像の歪量を設定する歪量設定部と、歪画像を表示する画像表示部と、を備え、歪画像生成部は、原画像に歪量設定部で設定された歪量を調整して、歪画像を生成する画像表示装置が提供される。

【0006】

上記の発明の概要は、本発明の特徴の全てを列挙したものではない。これらの特徴群のサブコンビネーションも発明となり得る。

【図面の簡単な説明】

40

【0007】

【図 1】表示装置 100 の斜視図である。

【図 2】ユーザ 200 が表示装置 100 を装着した状態を示す図である。

【図 3】表示装置 100 の一部の模式的断面図である。

【図 4】表示装置 100 の機能を概念的に示す図である。

【図 5】ユーザ 200 が見る視認像 311 を例示する模式図である。

【図 6】表示像 322 と視覚像 323 との模式図である。

【図 7】表示像 322 と視覚像 323 との模式図である。

【図 8】表示像 322 の模式図である。

【図 9】表示装置 100 のブロック図である。

50

- 【図10】歪画像331を説明する模式図である。
- 【図11】他の表示装置101のブロック図である。
- 【図12】また他の表示装置102のブロック図である。
- 【図13】また他の表示装置103のブロック図である。
- 【図14】また他の表示装置104のブロック図である。
- 【図15】テストパターン図形325の模式図である。
- 【図16】また他の表示装置105の模式的な部分断面図である。
- 【図17】表示装置105のブロック図である。
- 【図18】歪画像332を説明する模式図である。
- 【図19】歪画像333の歪量を説明する図である。 10
- 【図20】表示装置105における歪量を説明する模式図である。
- 【図21】他の表示装置106の模式的断面図である。
- 【図22】表示光学系274の一例を示す図である。
- 【図23】表示光学系274の収差図である。
- 【図24】表示光学系374の一例を示す図である。
- 【図25】表示光学系374の収差図である。
- 【図26】表示光学系474の一例を示す図である。
- 【図27】表示光学系474の収差図である。
- 【図28】表示装置107の模式図である。
- 【発明を実施するための形態】 20
- 【0008】
- 以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明する。下記の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。
- 【0009】
- 図1は、表示装置100の斜視図である。表示装置100は、眼鏡型のフレーム110と、フレーム110に配された6軸センサ120、電池140、回路部150、操作部160、表示部170、撮像部180、および生体情報センサ190を備える。
- 【0010】
- フレーム110は、テンプレート111、ヒンジ112、保持枠113、ブリッジ114およびパッド115を有する。ブリッジ114により連結された一对の保持枠113の両端には、ヒンジ112を介してそれぞれテンプレート111が結合される。テンプレート111は、ヒンジ112において折り畳むことができるので、表示装置100をコンパクトに収納できる。 30
- 【0011】
- 6軸センサ120は、保持枠113の上面に配される。6軸センサ120は、例えば、互いに交差する複数の方向について加速度を検出する加速度センサと、互いに交差する複数の軸の回りについて回転を検出する角速度センサとによって構成される。なお、6軸センサ120は、表示装置100の方位を検出する地磁気センサ、感度校正用の温度センサ、軸間補正用のセンサ等を用いて構成されても良い。これにより、6軸センサ120は、表示装置100の姿勢や位置、変位等を検出できる。 40
- 【0012】
- 電池140は、テンプレート111に内蔵され、回路部150、表示部170、撮像部180、生体情報センサ190等の、表示装置100の各部を動作させる場合に消費される電力を供給する。電池140は、リチウムポリマー電池のような二次電池を用いることにより、交換せずに充電して繰り返し使用できる。
- 【0013】
- 回路部150は、保持枠113の側部に收容される。回路部150は、6軸センサ120、操作部160、撮像部180、生体情報センサ190等の信号を受け付けると共に、表示部170に表示させる画像を生成する。なお、ここでいう画像は、静止画および動画 50

の両方を含む。また、外部との通信をする回路を、回路部 150 に配してもよい。

【0014】

操作部 160 は、ユーザが操作するボタン、ダイヤル、レバー、タッチパネル等を含む。ユーザは、操作部 160 を操作することにより、表示装置 100 に対して指示等を入力する。なお、表示装置 100 に操作部 160 を設ける代わりに、Bluetooth、NFC（近接無線通信）等を利用して、専用リモコン、スマートフォン、タブレット等から表示装置 100 を操作してもよい。

【0015】

表示部 170 は、保持枠 113 に配された眼鏡レンズ 171 および投射部 172 を含む。投射部 172 は保持枠 113 に内蔵され、保持枠 113 に保持された眼鏡レンズ 171 のユーザに対向する面（以下、「内面」と記載する）に向かって表示像光を投射する。なお、眼鏡レンズ 171 は、レンズパワーの無い、いわゆる素通しのレンズであってもよい。表示装置 100 を装着したユーザは、後述するように、眼鏡レンズ 171 を通じて表示画像を視認する。

10

【0016】

図示の例では、表示部 170 が、片側の保持枠 113 の周囲に設けられている。しかしながら、両方の保持枠 113 にそれぞれ表示部 170 を設けてもよい。ただし、両方の保持枠 113 に表示部 170 を設けた場合は、双方の画像がユーザにとって同じ位置に形成されるように、一対の表示像の表示位置を精度よく一致させることが好ましい。

【0017】

撮像部 180 は、投射部 172 に隣接して保持枠 113 の側面に配される。撮像部 180 は、広角の、例えば、画角が 180° を超える撮像光学系を有して、表示装置 100 の周辺の画像を撮像する。

20

【0018】

生体情報センサ 190 は、表示装置 100 を装着したユーザ 200 に関する情報に基づいて、ユーザ 200 の体調等の状態を検出する。ユーザに関する情報としては、発汗、目の充血、視線の移動、体温、血圧、心拍数、呼吸数、血中ガス濃度等を例示でき、検出対象となる情報に応じて、複数の、あるいは複数種類の生体情報センサ 190 を設けてもよい。

【0019】

図 2 は、ユーザ 200 が表示装置 100 を装着した状態を示す図である。表示装置 100 は、パッド 115 においてユーザ 200 の鼻 210 に支持され、テンプル 111 の後端近傍においてユーザ 200 の耳 230 に支持される。

30

【0020】

これにより、表示装置 100 は、ユーザ 200 の頭部に対して固定され、ユーザ 200 が頭部を動かした場合は、ユーザ 200 の頭部と共に変位する。また、ユーザ 200 が移動した場合は、ユーザ 200 と共に移動する。このような表示装置 100 の変位または移動は、表示装置 100 に設けられた 6 軸センサ 120 により検出される。

【0021】

表示装置 100 がユーザ 200 に装着された場合、ユーザ 200 の眼 220 の直前には、表示部 170 の眼鏡レンズ 171 が位置する。よって、表示装置 100 を装着されたユーザ 200 は、表示部 170 により表示された表示画像を、眼鏡レンズ 171 を通じて見る周囲環境の映像と重ねて表示像を視認できる。

40

【0022】

図 3 は、表示装置 100 における表示部 170 の模式的断面図である。表示部 170 は、眼鏡レンズ 171 および投射部 172 を含む。投射部 172 の側方には、撮像部 180 が配される。

【0023】

表示部 170 において、保持枠 113 に保持された眼鏡レンズ 171 は、内側の表面に光透過性のある反射層 173 を有する。よって、投射部 172 により斜め後方から投射さ

50

れた表示像光 330 は、反射層 173 において一部が反射されてユーザ 200 の眼 220 に入射する。これにより、ユーザ 200 は、表示部 170 が表示する表示像を、眼鏡レンズ 171 の前方に形成される虚像により視認できる。また、ユーザ 200 の眼 220 には、眼鏡レンズ 171 を通じて、視野領域 310 内の像光が直接に入射する。

【0024】

なお、表示部 170 において、投射部 172 は、眼鏡レンズ 171 に向かって斜めに表示像光 330 を投射する。よって、投射部 172 が眼鏡レンズ 171 に向かって投射する表示画像は、キーストン歪みを補償する形状に変形して投射される。

【0025】

表示装置 100 において、撮像部 180 は、眼鏡レンズ 171 の近傍に配される。また、撮像部 180 は、図中に矢印 Z により示す前後方向について、表示装置 100 全体における最も前方に位置する。これにより、撮像部 180 は、周辺領域の情報を示す周辺画像を広い画角で取得できる。

10

【0026】

なお、表示装置 100 において、ユーザ 200 の眼 220 の光学的な中心軸と、撮像部 180 の光軸との間には、視差が存在する。よって、表示部 170 は、表示画像の表示位置および表示形状について、視差による歪を補償して表示することが好ましい。

【0027】

図 4 は、表示装置 100 の表示機能を示す模式図である。表示装置 100 を装着したユーザ 200 は、表示装置 100 の眼鏡レンズ 171 を通じて、周辺環境における視野領域 310 内の様子を直接に視認できる。また、ユーザ 200 は、表示部 170 により形成された表示像 322 を、ユーザ 200 からみて前方であって、視野領域 310 の像よりも手前側に、併せて視認できる。

20

【0028】

図 5 は、表示装置 100 を使用するユーザ 200 が目視している視認像 311 を模式的に示す図である。表示装置 100 を使用するユーザ 200 の目には、視野領域 310 内でユーザ 200 が直接に見ている周辺の風景像と、表示装置 100 により表示された表示像 322 とが合わさった視認像 311 を視認している。よって、ユーザ 200 は、同一視野内で、視野領域 310 内の風景像と表示像 322 とを両方視認できる。

【0029】

30

なお、上記の状態の表示装置 100 においては、眼鏡レンズ 171 を通じてユーザ 200 が視認する視認像 311 の一部領域に表示像 322 が表示され、表示領域 320 において表示像 322 を表示していない他の領域では、ユーザ 200 が眼鏡レンズ 171 を通じて周辺映像を直接に目視する。しかしながら、例えば、表示装置 100 において、撮像部 180 が撮像した周辺映像と、表示装置 100 が生成した表示像 322 とを合成した合成画像を、表示部 170 の表示領域 320 全体に表示してユーザ 200 に視認させてもよい。

【0030】

ここで、グローブイフェクト等と呼ばれる歪みの像について説明する。図 6 は、表示像 322 を目で視認したユーザ 200 が知覚するイメージを模式的に示す図である。図 6 (A) は、表示装置 100 がユーザ 200 に向かって表示した表示像 322 を示し、二次元的に等間隔で分布する多数のドットを含む。表示装置 100 を使用するユーザ 200 は、表示像 322 と同様に、表示領域 320 全体にドットが等間隔に配された視認像 311 を視認する。

40

【0031】

しかしながら、ユーザ 200 にとって表示装置 100 が表示する表示像 322 に対する見掛け視野は広く、例えば 60° を超える場合がある。このように広い見掛け視野で表示像 322 を観察した場合、ユーザ 200 が知覚した視認像 311 は、各ドットがユーザの目に映る角度の相違により、ドット間隔がユーザ 200 にとって不均一に感じられる場合がある。

50

## 【 0 0 3 2 】

より具体的には、図 6 ( B ) に示すように、ユーザ 2 0 0 が知覚する視認像 3 1 1 においては、表示領域 3 2 0 の周縁に近い周辺領域において、表示領域の中心に近い中央領域よりも、ドット相互の間隔が狭く見える。ただし、表示装置 1 0 0 が表示する表示像 3 2 2 自体は、当初より歪曲していないか、歪曲収差が補正された像なので、表示された表示像 3 2 2 が静止している場合、ユーザ 2 0 0 は、知覚した視認像 3 1 1 に対して強い違和感はない。

## 【 0 0 3 3 】

図 7 は、表示装置 1 0 0 における他の表示像 3 2 2 と、表示像 3 2 2 に基づいて表示されてユーザ 2 0 0 が視認した視認像 3 1 1 と、ユーザ 2 0 0 が知覚した視認像 3 1 1 とを比較して示す模式図である。図 7 ( A ) に示す表示像 3 2 2 は、等間隔の同心円と、中心から放射状に等角度で配された直線とにより形成された円形グリッド状の図形を含む。

10

## 【 0 0 3 4 】

表示装置 1 0 0 においてユーザ 2 0 0 が表示像 3 2 2 を観察する場合、ユーザ 2 0 0 にとっては表示像 3 2 2 の見掛け視野が広く、例えば 6 0 ° を超える。このため、ユーザ 2 0 0 にとっては、等間隔または等角度の要素により形成された表示像 3 2 2 の一部で、表示像 3 2 2 を構成する要素の間隔が不均一に感じられる場合がある。

## 【 0 0 3 5 】

図 7 ( B ) に示す視認像 3 1 1 は、上記のような場合に、ユーザ 2 0 0 が知覚した視認像 3 1 1 のイメージを模式的に示す図である。図示のように、ユーザ 2 0 0 は、周辺領域において中央領域よりも同心円の間隔が狭い視認像 3 1 1 を知覚する。ただし、表示装置 1 0 0 が表示する表示像 3 2 2 自体は、歪曲していないか、歪曲収差が補正されているので、表示された表示像 3 2 2 が静止している場合、ユーザ 2 0 0 は視認像 3 1 1 に強い違和感はない。

20

## 【 0 0 3 6 】

図 8 は、表示装置 1 0 0 の表示領域 3 2 0 における表示図形 3 2 4 の形状の見え方を説明する模式図である。図 8 は、表示領域 3 2 0 に対して、表示図形 3 2 4 が移動した場合について説明する図であるが、表示領域 3 2 0 における表示図形 3 2 4 の見え方を示す目的で、表示領域 3 2 0 を示す枠を移動させている。

## 【 0 0 3 7 】

図示のように、表示図形 3 2 4 が、表示領域 3 2 0 の側縁近傍に表示される場合、図 6 を参照して説明した理由により、表示図形 3 2 4 の形状は、幅が狭くなったように視認される。このため、表示領域 3 2 0 の側縁部近傍から中央部に向かって移動する表示図形 3 2 4 は、移動に従って幅が広がって知覚される。また、表示領域の中央部から側縁近傍に向かって移動する表示図形 3 2 4 は、移動に従って幅が狭まって知覚される。

30

## 【 0 0 3 8 】

なお、表示図形 3 2 4 は、当該移動に伴って、高さが変化するように視認される。例えば、表示領域 3 2 0 の側縁部近傍から中央部に向かって移動する表示図形 3 2 4 は、その高さが高くなるように視認され、中央部から側縁近傍に向かって移動する場合、表示領域の中央部から側縁近傍に向かって移動する表示図形 3 2 4 は、その高さが低くなるように視認される。

40

## 【 0 0 3 9 】

このように、表示装置 1 0 0 において表示領域 3 2 0 と表示図形 3 2 4 との相対移動には、グローブイフェクト等と呼ばれる像の歪みが伴うので、表示領域 3 2 0 がまたは表示画像が移動した場合にユーザ 2 0 0 が違和感を覚える場合がある。また、違和感の継続時間が長くなった場合は、ユーザ 2 0 0 が画像酔いを発症する場合がある。

## 【 0 0 4 0 】

なお、図 8 は、表示領域 3 2 0 を水平に移動した場合にユーザ 2 0 0 が知覚する視認像 3 1 1 の変形を説明するために、表示図形 3 2 4 の幅の変化を強調して示している。しかしながら、知覚した視認像 3 1 1 における変形は、図 6 および図 7 を参照して説明したよ

50

うに、表示領域 3 2 0 の垂直方向にも生じる。このため、表示図形 3 2 4 が表示領域 3 2 0 の上端または下端に接近した場合、ユーザ 2 0 0 が知覚する視認像 3 1 1 においては、表示図形 3 2 4 の高さが縮む。

【 0 0 4 1 】

図 9 は、表示装置 1 0 0 の内部構造を示すブロック図である。表示装置 1 0 0 は、図 1 を参照して既に説明した 6 軸センサ 1 2 0、操作部 1 6 0、投射部 1 7 2、撮像部 1 8 0、および生体情報センサ 1 9 0 に加えて、主に回路部 1 5 0 に形成された通信部 1 5 1、原画像生成部 1 5 2、歪画像生成部 1 5 3、表示画像生成部 1 5 4、および歪量設定部 1 5 5 を備える。

【 0 0 4 2 】

通信部 1 5 1 は、表示装置 1 0 0 と外部の機器との通信を担う。通信部 1 5 1 を通じた通信により、表示装置 1 0 0 の、格納容量の拡大、分散処理による処理能力の増強、電力の補給等が可能になる。通信は、電話回線、無線 LAN、ブルートゥース、NFC（近距離無線通信）、ワイヤレス USB 等の無線通信の他、USB 等の有線通信も利用できる。

【 0 0 4 3 】

原画像生成部 1 5 2 は、表示装置 1 0 0 に表示させる表示像 3 2 2 となる画像の画像データである原画像 3 2 1（図 8 参照）を生成する。原画像 3 2 1 は、予め格納したものから選択してもよいし、撮像部 1 8 0、通信部 1 5 1 等から取得したものに基いて生成してもよい。原画像生成部 1 5 2 は、歪曲が無いか、歪曲収差が補正された原画像 3 2 1 を生成する。歪画像生成部 1 5 3 は、原画像生成部 1 5 2 が生成した歪曲の無い、または、歪曲収差が補正された原画像 3 2 1 に歪みを加える画像処理を実行して、画像データである歪画像を生成する。

【 0 0 4 4 】

表示画像生成部 1 5 4 は、歪画像生成部 1 5 3 により生成された歪画像を、表示装置 1 0 0 において表示し得る画像データである表示画像に変換して、表示部 1 7 0 の投射部 1 7 2 から像光として出力させる。これにより、表示部 1 7 0 は、歪曲が無いか、十分に補正された表示像 3 2 2 をユーザ 2 0 0 に表示する。

【 0 0 4 5 】

なお、表示像 3 2 2 が、ユーザ 2 0 0 の見掛け視野に対して十分に小さい場合、あるいは、表示像 3 2 2 が、表示装置 1 0 0 の表示領域 3 2 0 に対して静止している場合は、上述した歪みはユーザ 2 0 0 に視認され難い。よって、表示画像生成部 1 5 4 は、表示画像の大きさおよび形状、表示装置 1 0 0 が変位しているか否か等の情報を参照して、表示像 3 2 2 の歪みをユーザ 2 0 0 が視認する可能性が高いことを条件として、歪画像を投射部 1 7 2 に送信してもよい。また、表示画像が、ユーザ 2 0 0 に歪みを視認させる条件が満たされていない場合、表示画像生成部 1 5 4 は、原画像生成部 1 5 2 が生成した原画像 3 2 1 を投射部 1 7 2 に送信してもよい。

【 0 0 4 6 】

なお、上記のように、表示像 3 2 2 に歪みが生じる条件が満たされない場合は、歪画像生成部 1 5 3 による歪画像の生成自体を省いてもよい。この場合、歪画像生成部 1 5 3 は、原画像生成部 1 5 2 から受け取った原画像 3 2 1 を、そのまま表示画像生成部 1 5 4 に転送する。

【 0 0 4 7 】

歪量設定部 1 5 5 は、原画像 3 2 1 に対して加える歪量を設定する。当該歪量は、図 6、図 7 および図 8 を参照して説明した視認像 3 1 1 に対するユーザ 2 0 0 の違和感を緩和すべく、原画像 3 2 1 に与えられる。

【 0 0 4 8 】

この場合に、歪量設定部 1 5 5 は、予め定められメモリ等に記憶された複数種類の歪量のいずれかを選択してもよい。歪量の種類には、予め定められた中央の矩形の領域を歪ませずに、その周囲の領域を外側に拡大する歪や、レンズ等の光学系で発生する歪曲収差と同等の歪が含まれてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

これに代えてまたはこれに加えて、歪量にパラメータが含まれた形でメモリ等に記憶されており、歪量設定部 1 5 5 は当該パラメータの値を設定することにより、当該歪量を設定してもよい。パラメータの例は、歪量の種類が原画像 3 2 1 の一部を拡大または縮小するものである場合の、拡大率または縮小率である。パラメータの他の例は、上記歪量の種類における拡大または縮小する領域の位置や大きさ、拡大または縮小する方向である。パラメータのさらに他の例は、歪量の種類が歪曲収差と同等の歪の場合における歪曲収差の正負およびその絶対値である。なお、この場合、歪量は歪曲収差を表現するためのパラメータである。歪曲収差は、表現パラメータとしての歪量を変更することで、任意かつ可変に調整されうる。

10

## 【 0 0 5 0 】

歪量設定部 1 5 5 に設定する歪量または当該歪量を決めるパラメータは、操作部 1 6 0 を通じてユーザ 2 0 0 が手動で設定してもよい。この場合、歪量設定部 1 5 5 に設定される歪量の値は、ユーザ 2 0 0 の設定に応じて連続的に変化してもよいし、予め設定された離散的な値からユーザ 2 0 0 によって選択されてもよい。

## 【 0 0 5 1 】

例えば、「強、普通、弱」等、ユーザ 2 0 0 に理解しやすい指標で表した予め設定された値から選ばせてもよい。また、表示内容、ユーザの年齢、表示装置 1 0 0 の利用環境等に合わせて予め決定した値をユーザ 2 0 0 に選ばせてもよい。更に、歪量設定部 1 5 5 に設定する歪量の値は、比較的広い間隔で設定された離散的な値を選択した後に、当該選択された値に対して比較的狭い範囲で連続的に微調整した値であってもよい。

20

## 【 0 0 5 2 】

歪量設定部 1 5 5 は、ユーザ 2 0 0 の個人それぞれにおける、画像酔いまたはグロブイフェクトに対する感度に対応して歪量を設定してもよい。この場合に、画像酔いまたはグロブイフェクトに対する感度は、予め、検査により測定してもよいし、過去の経験からユーザ自身が判断してもよい。この場合に、当該感度等と歪量とが対応付けられてメモリ等に格納されており、歪量設定部 1 5 5 はユーザ 2 0 0 等により指定された感度に対応する歪量をメモリ等から読み出す。

## 【 0 0 5 3 】

歪画像生成部 1 5 3 は、歪量設定部 1 5 5 に設定された歪量を原画像 3 2 1 に加えて歪画像を生成する。この場合に、歪画像生成部 1 5 3 は、歪量設定部 1 5 5 に設定された歪量をさらに調整して原画像 3 2 1 に加えてもよい。歪画像生成部 1 5 3 がひとつの原画像 3 2 1 に加える歪量は、一種類に限られず複数種類を重畳してもよい。この場合にさらに、原画像 3 2 1 のひとつの領域に複数種類の歪量を重畳したり、原画像 3 2 1 の領域毎に異なる種類の歪量を加えてもよい。歪量の種類を原画像 3 2 1 全体で共通にして、領域毎にパラメータの値を異ならせてもよい。

30

## 【 0 0 5 4 】

更に、歪量設定部 1 5 5 に設定する歪量の値は、歪画像生成部 1 5 3 が生成する歪画像 3 3 1 の歪量が、表示装置 1 0 0 においてユーザ 2 0 0 が外界を観察する場合の光路を形成する観察光学系における視野領域 3 1 0 内の風景像の歪量と一致するように選択してもよい。ただし、あらゆる表示像 3 2 2 に正確に対応した歪量を設定することは困難なので、予め決められた範囲で、観察光学系の歪量に一致させればよい。

40

## 【 0 0 5 5 】

また、表示装置 1 0 0 は、歪量の相違が解りやすいグリッド状やドット状のテストパターンや、これらが速度や方向を変えて移動するテストパターン等を表示させて、ユーザ 2 0 0 の違和感が小さくなるように、操作部 1 6 0 を操作させてもよい。これにより、ユーザ 2 0 0 は、歪量の設定数値を意識することなく、自己にとって適切なく快適に感じられる歪量を歪量設定部 1 5 5 に設定できる。

## 【 0 0 5 6 】

生体情報センサ 1 9 0 は、例えば、フレーム 1 1 0 の内側に設けた撮像素子、電極、温

50

度センサ等により形成される。また、6軸センサ120を、ユーザ200の活動量センサとして利用してもよい。これらのセンサを用いて、生体情報センサ190は、ユーザ200の体表の電気抵抗、皮膚の温度、目の充血、行動の俊敏性等を検出して、ユーザ200の体調を判定して、例えば、ユーザ200に画像酔いの兆候が認められる場合は、歪量設定部155に設定する歪量を変化させる。これにより、ユーザ200が気づいていない体調の変化等に対応して、違和感の少ない表示像322を表示させることができる。生体情報センサ190の検出結果による歪量の調整は、当初設定された歪量に対する微調整であってもよい。

#### 【0057】

図10は、歪画像生成部153において歪画像331を生成する画像処理の概念を説明する模式図である。図10(B)は、図6を参照して説明した通り、等間隔で配されたドットを含む表示像322をユーザ200が知覚する視認像311を示す。図示のように、ユーザ200が知覚する視認像311においては、表示領域320の周縁近傍でドットの間隔が狭く感じられる。

10

#### 【0058】

ここで、表示領域の四隅に近い領域Pでは、画素ピッチが、図中の縦横双方に接近している。よって、歪画像生成部153は、領域Pにおいて、表示領域320の対角線方向に、外側に向かって拡大する画像処理を実行する。また、表示領域320の各辺に近く、領域Pを除いた領域Qでは、画素ピッチが各辺に直交する方向に狭まっている。よって、歪画像生成部153は、領域Qにおいて、表示領域320の各辺に直交する方向に、外側

20

#### 【0059】

図10(D)は、表示像322として上記の歪画像331を表示した場合に、ユーザ200が知覚する視認像311を示す模式図である。このように、歪画像331が表示像322として表示された場合は、歪画像331の歪と、ユーザ200が知覚する視認像311の変形とが重なって、全体としてドットピッチの変化が少なく、グロブイフェクトが目立たない。よって、表示領域320と表示像322とが相対的に移動しても、歪み200が画像酔いを生じ難い。

30

#### 【0060】

なお、歪画像生成部153が歪画像331を生成する過程で原画像321の一部が拡大される。このため、画素レベルでみると、拡大により画素値が欠落した画素が生じる場合がある。よって、歪画像生成部153は、歪画像の生成に伴って、欠落した画素値を補間する処理も併せて実行してもよい。

#### 【0061】

本発明の態様では、ユーザ200が画像を見る際に生じる違和感を抑制することができる。すなわち、ユーザ200の画像酔いを抑制することができる。

#### 【0062】

図11は、他の表示装置101のブロック図である。表示装置101は、下記に説明する部分を除くと、図9に示した表示装置100と同じ構造を有する。よって、共通の要素には同じ参照番号を付して、重複する説明を省く。

40

#### 【0063】

表示装置101は、ユーザ属性認識部157および歪量自動算出部156を備える点において、表示装置100と異なる。ユーザ属性認識部157は、表示装置101を装着したユーザ200のユーザ属性を認識する。

#### 【0064】

ここで、ユーザ属性とは、表示装置101における視覚像323の歪みに対して影響するユーザ200の情報であって、例えば、ユーザ200の年齢、性別、視力、過去の経験に基づく酔いやすさの程度等を例示できる。また、表示装置101に、何らかのテスト画

50

像を表示して、ユーザ 200 の酔いやすさ等を測定してもよい。

【0065】

ユーザ属性認識部 157 によるユーザ属性の認識は、ユーザ 200 により入力してもよいし、センサ等を設けて、表示装置 101 が自動的に検出してもよい。また、通信部 151 を通じて、リモコン、スマートフォン等からユーザ属性をユーザ属性認識部 157 に入力してもよい。

【0066】

歪量自動算出部 156 は、ユーザ属性認識部 157 が認識したユーザ属性に基づいて、歪量設定部 155 に設定する適切な歪量を算出する。歪量自動算出部 156 による歪量の算出処理は、例えば、予め定められた複数種類のユーザ属性と、ユーザ属性認識部 157 が認識したユーザ属性とを比較して、一致するユーザ属性に予め対応付けられた歪量を歪量設定部 155 に設定する処理であってもよい。また、複数のユーザ属性、例えば、ユーザ 200 の年齢、性別、視力等の情報を相互に勘案して、歪量設定部 155 に設定する歪量を算出してもよい。

10

【0067】

歪量自動算出部 156 により算出された歪量は、歪量設定部 155 に自動的に設定されてもよい。歪量設定部 155 は、歪量自動算出部 156 により歪量を設定されることにより、歪量を自動的に設定する自動設定部を形成できる。

【0068】

更に、表示装置 101 においては、歪量自動算出部 156 が歪量設定部 155 に歪量を設定した後に、ユーザ 200 が操作部 160 を操作して、設定された歪量を更に調整してもよい。この場合の歪量の調整においても、歪量の調整量は、連続可変であってもよいし、離散的な値を選択してもよい。

20

【0069】

なお、図 11 では図示を省略したが、表示装置 101 に、更に、生体情報センサ 190 を設けてもよい。これにより、歪量設定部 155 に設定する歪量の値に、更に、生体情報センサ 190 の検出結果を加味して、ユーザ 200 の体調や身体的反応に則した歪量を設定できる。また、生体情報センサ 190 の検出結果と、あらかじめ個人ごとに特徴づけて記憶されている生体情報とを比較対照することによって、表示装置 102 を装着している個人を特定し、特定された個人の属性に基づいて前述の歪量設定を行っても良い。

30

【0070】

図 12 は、また他の表示装置 102 のブロック図である。表示装置 102 は、下記に説明する部分を除くと、図 11 に示した表示装置 101 と同じ構造を有する。よって、共通の要素には同じ参照番号を付して、重複する説明を省く。

【0071】

表示装置 102 は、歪量自動算出部 156 が省かれ、ユーザ属性認識部 157 の認識結果が、通信部 151 を通じて、外部装置 161 に送信される点において、図 11 に示した表示装置 101 と異なる構造を有する。外部装置 161 は、ユーザ属性と歪量とを関連付けて格納しており、ユーザ属性認識部 157 が認識したユーザ属性に対応した歪量を、通信部 151 に返す。これにより、歪量設定部 155 には、ユーザ属性に対応した歪量の値が設定される。

40

【0072】

このように、ユーザ属性と歪量の値との対応関係を、表示装置 102 の外部に格納することにより、格納容量に対する制限がなくなり、ユーザ属性に対してきめ細かい対応ができる。また、複数種類のユーザ属性情報から設定すべき歪量を算出する処理も外部装置 161 に委ねることにより、表示装置 101 における情報処理を軽減して、処理速度を向上できると共に、電力消費を抑制できる。

【0073】

更に、表示装置 100 の外部に配された外部装置 161 にユーザ属性とそれに対応した表示装置 100 における歪量の設定等を保存することにより、他の表示装置においても保

50

存した情報を利用できる。例えば、ユーザ 200 が他の表示装置 100 を使用する場合には、以前に使用した表示装置 100 で設定した値を外部装置 161 から取得することにより、初期設定等を省くことができる。また、ユーザ 200 の専有していない表示装置 100、例えば、公共施設に備えつけの表示装置 100 であっても、ユーザ 200 の個人の設定を外部装置 161 から取得してユーザ 200 に適した設定で使用できる。

#### 【0074】

なお、図 12 では図示を省略したが、表示装置 102 に、更に、生体情報センサ 190 を設けてもよい。さらに、生体情報センサ 190 の検出結果も、通信部 151 を通じて外部装置 161 に送信してもよい。これにより、歪量設定部 155 に設定する歪量の値に、更に、生体情報センサ 190 の検出結果を加味して、ユーザ 200 の体調に則した歪量を設定できる。

10

#### 【0075】

図 13 は、また他の表示装置 103 のブロック図である。表示装置 103 は、下記に説明する部分を除くと、図 9 に示した表示装置 100 と同じ構造を有する。よって、共通の要素には同じ参照番号を付して、重複する説明を省く。

#### 【0076】

表示装置 103 は、テストパターンを格納した格納部 162 を備える点において、図 9 に示した表示装置 100 と異なる構造を有する。格納部 162 が格納するテストパターンは、表示画像生成部 154 が、表示像 322 と合成して表示させる。ここで表示されるテストパターンは、表示画像の歪量を測定するスケールとして利用されるパターンを有する。

20

#### 【0077】

なお、テストパターンの表示は、ユーザ 200 が操作部 160 の操作を通じてオン/オフできるようにしてもよい。これにより、ユーザ 200 が歪量設定部 155 に歪量を設定する場合に限ってテストパターンを表示させることができる。また、図 13 では図示を省略したが、表示装置 103 に、更に、生体情報センサ 190、ユーザ属性認識部 157、歪量自動算出部 156 を設けてもよい。これにより、表示装置 103 においても、表示装置 100、101、102 と同様の機能を実行できる。

#### 【0078】

図 14 は、また他の表示装置 104 のブロック図である。表示装置 104 は、下記に説明する部分を除くと、図 13 に示した表示装置 103 と同じ構造を有する。よって、共通の要素には同じ参照番号を付して、重複する説明を省く。

30

#### 【0079】

表示装置 104 は、テストパターンを格納した格納部 163 を備え、表示画像生成部 154 が、テストパターンを表示画像に合成して、投射部 172 を通じて眼鏡レンズ 171 に表示させる点においては、図 13 に示した表示装置 103 共通の構造を有する。ただし、表示装置 104 は、格納部 163 が格納するテストパターンと、その使用方法が異なる。

#### 【0080】

図 15 は、表示装置 104 の格納部 163 に格納されたテストパターン図形 325 の例を示す模式図である。図示のように、格納部 163 は、互いに歪量が異なる複数のテストパターンを格納する。また、表示装置 104 において、表示画像生成部 154 は、複数のテストパターン図形 325 を、予め定められた時間毎に順次表示する。

40

#### 【0081】

ユーザ 200 は、表示されている表示像 322 にもっともフィットしたテストパターン図形 325 が表示された場合に、操作部 160 を通じてその旨を表示装置 104 に伝える。これにより、歪量設定部 155 には、表示されている表示像 322 に対して適切な歪量が設定される。

#### 【0082】

50

なお、テストパターンの表示は、ユーザ 200 が操作部 160 の操作を通じてオン/オフできるようにしてもよい。これにより、ユーザ 200 が歪量設定部 155 に歪量を設定する場合に限ってテストパターンを表示させることができる。

【0083】

また、表示装置 104 においては、格納部 163 に格納された全てのテストパターン図形 325 を順次表示してもよいが、表示させるテストパターン図形 325 をユーザ 200 が操作部 160 を通じて選択して、限られた数のテストパターン図形 325 を表示させてもよい。これにより、テストパターン図形 325 を用いた歪量設定部 155 への歪量設定に要する時間を短縮できる。

【0084】

更に、図 14 では図示を省略したが、表示装置 103 に、生体情報センサ 190、ユーザ属性認識部 157、歪量自動算出部 156 を設けてもよい。これにより、表示装置 103 においても、表示装置 100、101、102 と同様の機能を実行できる。

【0085】

図 16 は、また他の表示装置 105 の表示部 270 の模式的な部分断面図である。表示部 270 は、下記に説明する部分を除くと、図 3 に示した表示部 170 と同じ構造を有する。よって、共通の要素には同じ参照番号を付して、重複する説明を省く。

【0086】

表示部 270 は、投射部 172 と眼鏡レンズ 171 との間に、表示用光学系 174 を備える点において、表示部 170 と異なる構造を有する。表示用光学系 174 は、表示像 322 に対して、光学的に正の歪曲を付加する機能を有する。

【0087】

図 17 は、表示装置 105 のブロック図である。表示装置 105 は、下記に説明する部分を除くと、図 9 に示した表示装置 100 と同じ構造を有する。よって、共通の要素には同じ参照番号を付して、重複する説明を省く。

【0088】

表示装置 105 は、歪画像生成部 153 に加えて、表示用光学系 174 を備える点において、表示装置 100 と異なる構造を有する。また、表示装置 105 は、歪量設定部 155 が、設定された歪量を表示用光学系 174 にも伝える点で、表示装置 100 と異なる構造を有する。これにより、表示装置 105 においては、歪画像生成部 153 における画像処理により歪画像 331 が生成されることに加えて、表示用光学系 174 における光学的処理によって歪画像 332 が生成される。

【0089】

なお、図 17 では図示を省略したが、表示装置 105 に、生体情報センサ 190、ユーザ属性認識部 157、歪量自動算出部 156 等のいずれかを設けてもよい。これにより、表示装置 105 においても、表示装置 100、101、102 と同様の機能を実行して、歪量の設定精度を向上させることができる。

【0090】

図 18 は、表示用光学系 174 において、生成される歪画像 332 を示す模式図である。表示用光学系 174 においては、表示装置 100 の原画像 321 であるグリッド図形 326 に対して、光学的に正の歪曲収差と同等の変形が加えられる。このため、原画像 321 として、図中に点線で示すようなグリッド図形 326 は、図中に実線で示すように、表示用光学系 174 において正の歪曲が付加され、いわゆる糸巻型の歪曲を有する歪画像 332 となる。このような歪画像 332 を表示像 322 として表示した場合、ユーザ 200 により知覚される視認像 311 は、グローブイフェクトが抑制された、原画像 321 のグリッド図形 326 に近いものを感じられ、ユーザ 200 の違和感が軽減される。

【0091】

このように、歪画像生成部 153 は、原画像 321 の中心部よりも周縁部において、歪量が大きい歪画像 332 を生成してもよい。なお、上記の例では、歪画像 332 全体を表示用光学系 174 により生成した。また、図 10 に示した例では、歪画像 331 全体を画

10

20

30

40

50

像処理により生成した。しかしながら、例えば、歪画像331、332の一部、例えば中央寄りの領域を表示用光学系174により生成し、歪画像331、332の他の一部、例えば周縁寄りの領域を画像処理により生成する等、光学処理と電子的な画像処理とを併せて歪画像331、332を生成してもよい。

【0092】

図19は、表示装置105において表示される歪画像332における歪曲収差D<sub>s,t</sub>を示すグラフである。図示のように、表示用光学系174においては、下記の式1が成り立つ。

歪曲収差 D<sub>s,t</sub> = { (tan θ' - tan θ) / tan θ } × 100 [%]  
・・・(式1)

10

ここで、θはy = f・tan θ' で算出された射出角、yは物体高、fは接眼レンズの焦点距離、θ'は実際の射出角をそれぞれ示す。ここで、θ'は、下記の(式2)、(式3)および(式4)により示す射影方式のいずれを用いるかに応じて異なる。

y = f tan θ' ・・・(式2)

ky = f tan(kθ') ・・・(式3)

y = f tan θ' ・・・(式4)

【0093】

ここで、上記の式4を適用した場合、歪曲収差D<sub>s,t</sub>はゼロになるが、図8を参照して説明したグローブイフェクトが、ユーザ200に強く視認される。一方、上記の式2を適用した場合、ユーザ200はグローブイフェクトを視認しないが、歪曲収差D<sub>s,t</sub>を強く感じる。よって、ユーザ200が感じる歪曲収差D<sub>s,t</sub>およびグローブイフェクトがいずれも軽微となるように、上記の式3を適用して、係数kの値を、0.5と等しいか、0.5よりも大きく、且つ、0.7と等しいか、0.7よりも小さい範囲とすることが好ましい。

20

【0094】

なお、上記の式3を適用した場合、上記の式1は、下記の式5のように表すことができる。

歪曲収差 D<sub>s,t</sub> = { (1/k) tan<sup>-1</sup>(ky/f) - y/f } / (y/f) [%]  
・・・(式5)

【0095】

30

図20は、表示装置105全体で生成する歪画像333を説明する図である。図17を参照して既に説明した通り、表示装置105においては、歪画像生成部153における画像処理により歪画像331が生成されることに加えて、表示用光学系174における光学的処理によっても歪画像332が生成され、表示装置100により表示像322として表示される。これにより、表示装置105全体としては、歪画像331の歪量と、歪画像332の歪量とを重畳した大きな歪量を有する歪画像333される。

【0096】

なお、上記の表示装置105は、歪画像生成部153と表示用光学系174とを両方備えていた。しかしながら、必要な歪量が得られるのであれば、歪画像生成部153を省略して、表示用光学系174単独で歪画像332を生成してもよい。これにより、画像処理の負担を低減して、処理の高速化と消費電力の抑制とが達成される。

40

【0097】

図21は、他の表示装置106の模式的断面図である。表示装置106は、いわゆる没入型のヘッドマウントディスプレイである。なお、図21において、図9に示した表示装置100と共通の要素には、同じ参照番号を付して重複する説明を省く。

【0098】

表示装置106は、筐体116により一体化された6軸センサ120、電池140、操作部160、および回路部150を備える。6軸センサ120、電池140、および操作部160の機能は、図9に示した表示装置100と等しい。また、回路部150は、通信部151、原画像生成部152、歪画像生成部153、表示画像生成部154、および歪

50

量設定部 155 を有する。

【0099】

更に、表示装置 106 は、筐体 116 に收容された表示部 158、接眼レンズ 159、および表示用光学系 174 を備える。表示部 158 は、バックライト付きの液晶表示パネル、有機 EL 表示パネル等の直視型表示デバイスにより形成され、ユーザ 200 の両目に対応して一対設けられる。

【0100】

接眼レンズ 159 および表示用光学系 174 を含む光学系も、ユーザ 200 の両目に対応して一対設けられる。接眼レンズ 159 は、表示部 158 に表示された画像を拡大してユーザ 200 に視認させる。これにより、小型の表示部 158 を用いて表示装置 106 を小型化できる。

10

【0101】

表示用光学系 174 は、図 16 に示した表示装置 105 の表示用光学系 174 と同様に、表示装置 105 の表示画像に対して正の歪曲収差を付加する。また、表示用光学系 174 は、表示画像に加える歪曲収差の歪量を調節できる。

【0102】

上記のような表示装置 106 は、表示装置 105 と同様に、歪量設定部 155 に設定された歪量に応じて、歪画像生成部 153 による画像処理と、表示用光学系 174 による光学処理とにより生成された歪画像をユーザ 200 に視認させることができる。

【0103】

20

なお、図 21 では図示を省略したが、表示装置 105 に、生体情報センサ 190、ユーザ属性認識部 157、歪量自動算出部 156 等のいずれかまたは全てを設けてもよい。これにより、表示装置 106 においても、表示装置 100、101、102 と同様の機能を実行して、歪量の設定精度を向上させることができる。

【0104】

図 22 は、表示用光学系 174 において、歪画像 332 に正の歪曲収差を生じさせる光学系 301 を示す図である。図 23 は、光学系 301 の収差図である。光学系 301 においては、図示のように、3 群のレンズのうち、中央の一群を光軸方向に移動させることにより、歪画像 332 の歪量を変化させることができる。また、光学系 301 においては、光学系 301 の焦点距離を保った状態で歪量を変化させることができる。

30

【0105】

これによって、表示部 158 を移動させる必要がないので、表示装置 105 を簡素化できる。図 22 に示した表示用光学系 17 のレンズデータを下記の表 1 および表 2 に示す。

## 【表 1】

表 1 : ポジション 1 レンズデータ

	曲率半径 [mm]	面間隔 [mm]	nd	$\nu d$
物体		4.2		
1	-59.431	1.5	1.744000	44.81
2	20.090	10.0	1.497820	82.57
3	-16.594	3.8		
4	16.232	7.5	1.603110	60.69
5	-39.596	1.0	1.846660	23.80
6	59.840	1.5		
7	13.162	4.0	1.744000	44.81
8	25.435	8.5		
アイポイント				

10

## 【表 2】

表 2 : ポジション 2 レンズデータ

	曲率半径 [mm]	面間隔 [mm]	nd	$\nu d$
物体		5.8		
1	-59.431	1.5	1.744000	44.81
2	20.090	10.0	1.497820	82.57
3	-16.594	0.1		
4	16.232	7.5	1.603110	60.69
5	-39.596	1.0	1.846660	23.80
6	59.840	3.1		
7	13.162	4.0	1.744000	44.81
8	25.435	8.2		
アイポイント				

20

30

## 【0106】

図 2 4 は、表示用光学系 1 7 4 において、歪画像 3 3 2 に正の歪曲収差を生じさせる他の光学系 3 0 2 を示す図である。図 2 5 は、光学系 3 0 2 の収差図である。光学系 3 0 2 においては、図示のように、3 群のレンズのうち、後ろ 2 群をそれぞれ光軸方向に移動させることにより、歪画像 3 3 2 の歪量を変化させることができる。また、光学系 3 0 2 においては、光学系 3 0 2 の焦点距離を保った状態で歪量を変化させることができる。

40

## 【0107】

これによって、表示部 1 5 8 を移動させる必要がないので、表示装置 1 0 5 を簡素化できる。図 2 4 に示した表示用光学系 1 7 4 のレンズデータを下記の表 3 および表 4 に示す。

。

【表 3】

表 3 : ポジション 1 レンズデータ

	曲率半径 [mm]	面間隔 [mm]	nd	$\nu d$
物体		5.5		
1	-13.076	1.0	1.755200	27.57
2	20.320	10.0	1.497820	82.57
3	-14.024	0.1		
4	37.652	5.5	1.744000	44.81
5	-37.652	0.3		
6	16.419	7.4	1.620410	60.25
7	-43.746	1.0	1.755200	27.57
8	27.278	15.4		
アイポイント				

10

【表 4】

表 4 : ポジション 2 レンズデータ

	曲率半径 [mm]	面間隔 [mm]	nd	$\nu d$
物体		4.8		
1	-13.076	1.0	1.755200	27.57
2	20.320	10.0	1.497820	82.57
3	-14.024	1.0		
4	37.652	5.5	1.744000	44.81
5	-37.652	1.9		
6	16.419	7.4	1.620410	60.25
7	-43.746	1.0	1.755200	27.57
8	27.278	14.2		
アイポイント				

20

30

## 【 0 1 0 8 】

図 2 6 は、表示用光学系 1 7 4 において、歪画像 3 3 2 に正の歪曲収差を生じさせる他の光学系 3 0 3 を示す図である。図 2 7 は、光学系 3 0 3 の収差図である。光学系 3 0 3 においては、図示のように、4 群のレンズのうち、前後の 2 群をそれぞれ光軸方向に移動させることにより、歪画像 3 3 2 の歪量を変化させることができる。また、光学系 3 0 3 においては、光学系 3 0 3 の焦点距離を保った状態で歪量を変化させることができる。

40

## 【 0 1 0 9 】

これによって、表示部 1 5 8 を移動させる必要がないので、表示装置 1 0 5 を簡素化できる。図 2 6 に示した表示用光学系 1 7 4 のレンズデータを下記の表 5 および表 6 に示す。

。

【表 5】

表 5 : ポジション 1 レンズデータ

	曲率半径 [mm]	面間隔 [mm]	nd	$\nu d$
物体		5.5		
1	-14.077	1.0	1.846660	23.80
2	-19.497	0.1		
3	-78.143	1.0	1.603000	65.44
4	14.253	9.3	1.497820	82.57
5	-16.097	0.2		
6	35.794	1.0	1.846660	23.80
7	14.884	7.5	1.717000	47.98
8	-52.724	0.1		
9	9.575	2.6	1.497820	82.57
10	13.204	15.0		
アイポイント				

10

20

【表 6】

表 6 : ポジション 2 レンズデータ

	曲率半径 [mm]	面間隔 [mm]	nd	$\nu d$
物体		4.1		
1	-14.077	1.0	1.846660	23.80
2	-19.497	1.3		
3	-78.143	1.0	1.603000	65.44
4	14.253	9.3	1.497820	82.57
5	-16.097	0.2		
6	35.794	1.0	1.846660	23.80
7	14.884	7.5	1.717000	47.98
8	-52.724	1.7		
9	9.575	2.6	1.497820	82.57
10	13.204	14.4		
アイポイント				

30

40

## 【 0 1 1 0 】

以上、表示装置 101、102、103、104、105、106 について説明した。しかしながら、ヘッドマウント型ではない表示装置においても、表示画像に正の歪曲を加えてユーザ 200 の違和感を軽減できる。

## 【 0 1 1 1 】

図 28 は、ヘッドマウント型ではない表示装置 107 の模式図である。図示のように、表示装置 107 は、直視型の大型ディスプレイであり、例えば対角 40 インチを超える表示面積を有する表示部 158 を備える。このため、ユーザ 200 が 1 m 程度の近い観察距離で表示部 158 に表示された画像を観察した場合、表示部 158 の表示領域 320 に対するユーザ 200 の見掛視界は、水平視界が 50°、垂直視界が 40° を超える広角に

50

なる。よって、歪曲した場合に目立つパターンを含む表示対象、あるいは、歪曲が十分に補正された画像を表示部 158 に表示して表示領域 320 内を移動させた場合、当該画像を観察するユーザ 200 は、グローブイフェクトを感じる場合がある。

【0112】

表示装置 107 は、更に、既に説明した表示装置 101 ~ 106 と同様に、原画像生成部 152、歪画像生成部 153、表示画像生成部 154、および歪量設定部 155 を備える。よって、歪量設定部 155 に設定された歪量で、歪画像生成部 153 が生成した歪画像を、表示画像生成部 154 が表示部 158 に表示させることができる。

【0113】

これにより、表示部 158 には、例えば、正の歪曲が付加された画像が表示され、ユーザ 200 の画像に対する違和感を軽減できる。なお、表示装置 107 においても、生体情報センサ 190、通信部 151、歪量自動算出部 156、ユーザ属性認識部 157、テストパターンを格納した格納部 162、163 等を設けて、歪量設定部 155 に対して設定する歪量の精度を向上させることができる。

【0114】

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更または改良を加えることが可能であることが当業者に明らかである。その様な変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0115】

本発明の態様に係る他の実施例として、本発明の態様を画像表示方法に採用しても良い。本発明の態様に係る画像表示方法は、原画像に基づいて歪画像を生成する歪画像生成ステップと、歪画像の歪量を設定する歪量設定ステップと、歪画像を表示する表示ステップとを有し、歪画像生成ステップでは、原画像に歪量設定ステップで設定された歪量を加えて、歪画像を生成する。

【0116】

また、本発明の態様に係る画像表示方法は、原画像に基づいて歪画像を生成する歪画像生成ステップと、ユーザの属性に基づいて歪画像の歪量を設定する歪量設定ステップと、歪画像を表示する表示ステップとを有し、歪画像生成ステップでは、原画像に歪量設定ステップで設定された歪量を調整して、歪画像を生成する。これによって、ユーザ 200 が画像を見る際に生じる違和感を抑制することができる。すなわち、本発明の態様では、ユーザ 200 の画像酔いを抑制することができる。

【0117】

特許請求の範囲、明細書、および図面中において示した装置、システム、プログラム、および方法における動作、手順、ステップ、および段階等の各処理の実行順序は、特段「より前に」、「先立って」等と明示しておらず、また、前の処理の出力を後の処理で用いるのでない限り、任意の順序で実現しうることに留意すべきである。特許請求の範囲、明細書、および図面中の動作フローに関して、便宜上「まず、」、「次に、」等を用いて説明したとしても、この順で実施することが必須であることを意味するものではない。

【符号の説明】

【0118】  
 100、101、102、103、104、105 表示装置、110 フレーム、111 テンプル、112 ヒンジ、113 保持枠、114 ブリッジ、115 パッド、116 筐体、120 6軸センサ、140 電池、150 回路部、151 通信部、152 原画像生成部、153 歪画像生成部、154 表示画像生成部、155 歪量設定部、156 歪量自動算出部、157 ユーザ属性認識部、158 表示部、160 操作部、161 外部装置、162、163 格納部、160 操作部、170、270 表示部、171 眼鏡レンズ、172 投射部、173 反射層、174 表示用光学系、180 撮像部、190 生体情報センサ、200 ユーザ、210 鼻、220 眼、230 耳、301、302、303 光学系、310 視野領域、311 視認

10

20

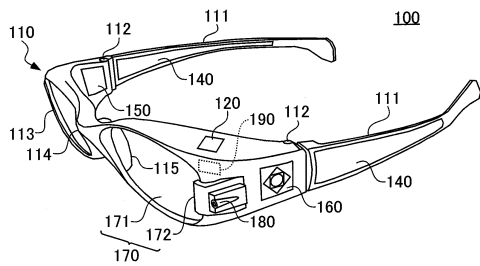
30

40

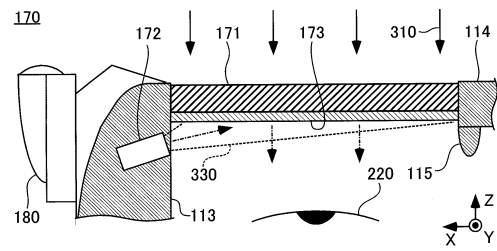
50

像、320 表示領域、321 原画像、322 表示像、324 表示図形、325  
テストパターン図形、326 グリッド図形、330 表示像光、331、332、33  
3 歪画像

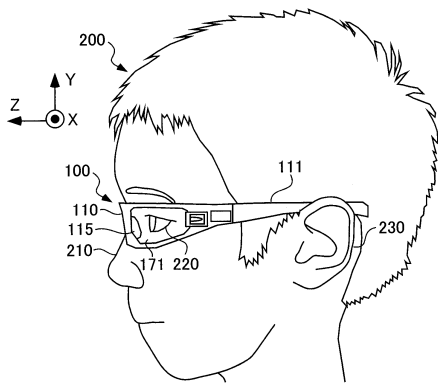
【図1】



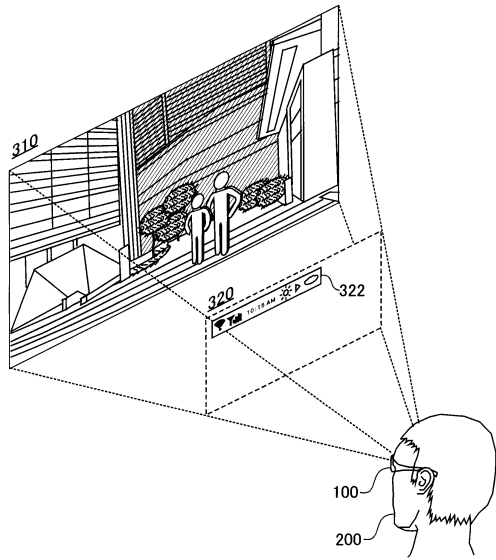
【図3】



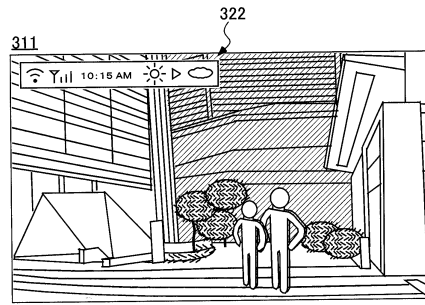
【図2】



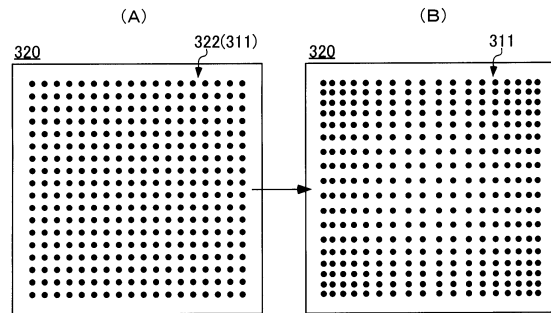
【 図 4 】



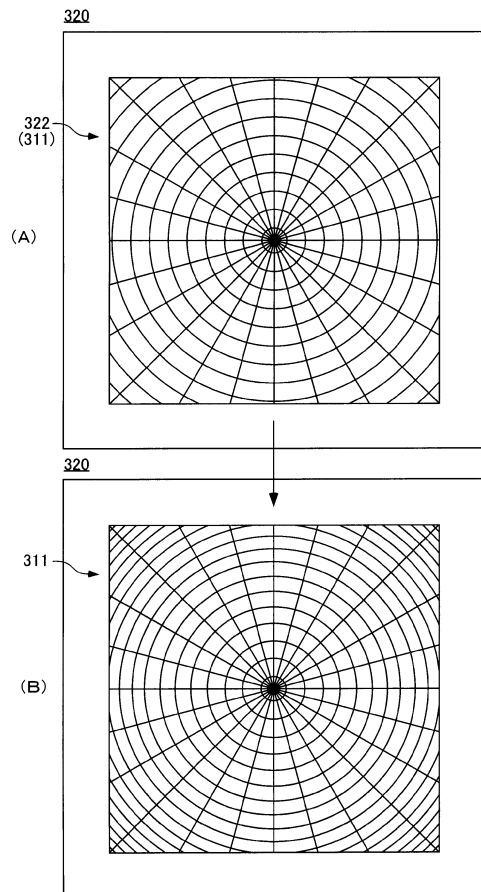
【 図 5 】



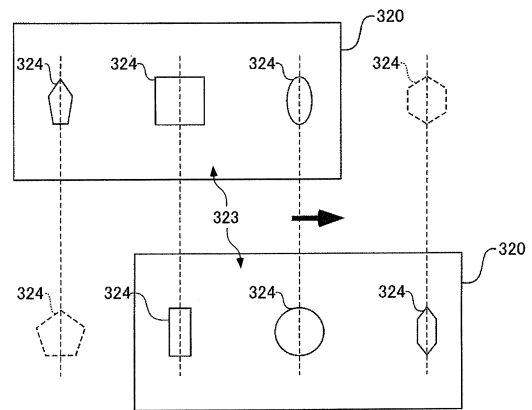
【 図 6 】



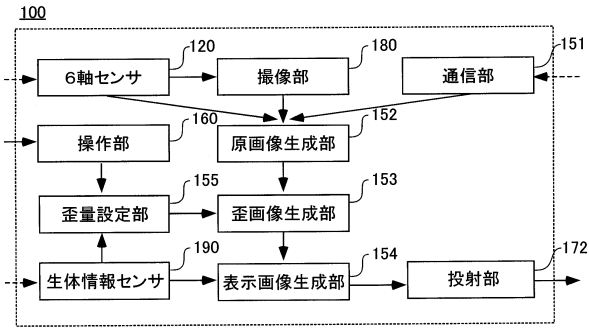
【 図 7 】



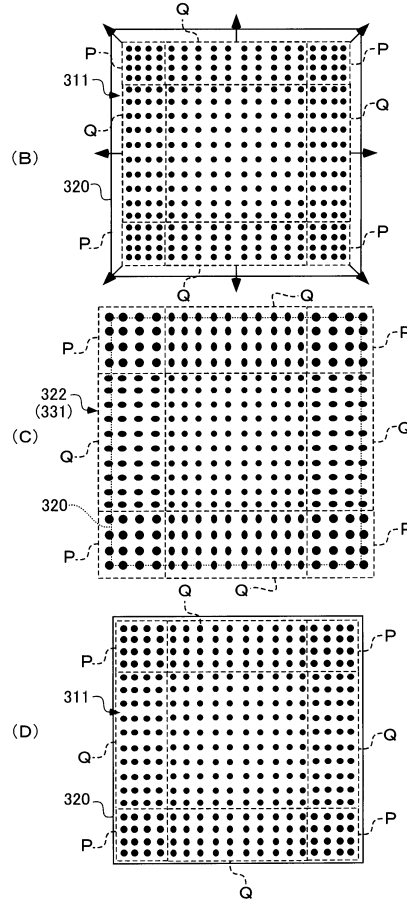
【 図 8 】



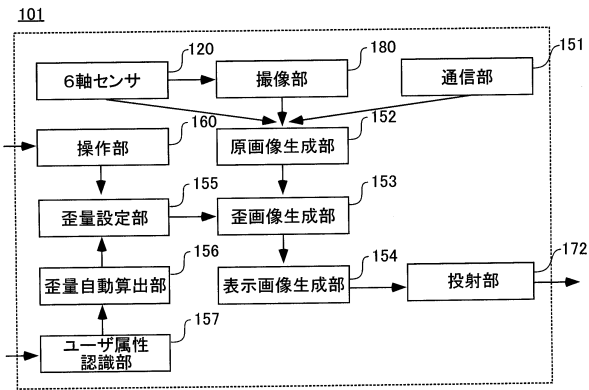
【図9】



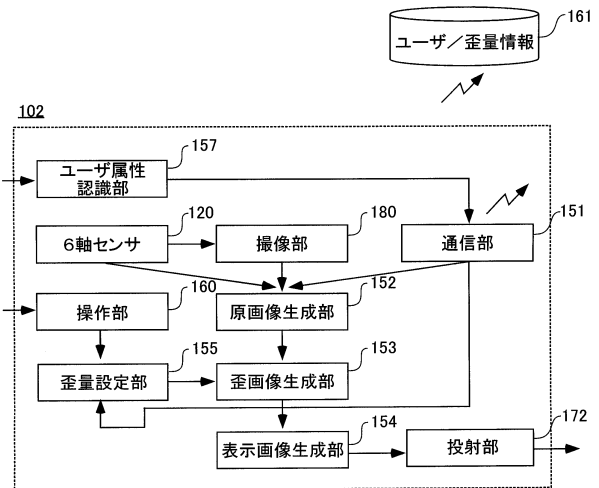
【図10】



【図11】

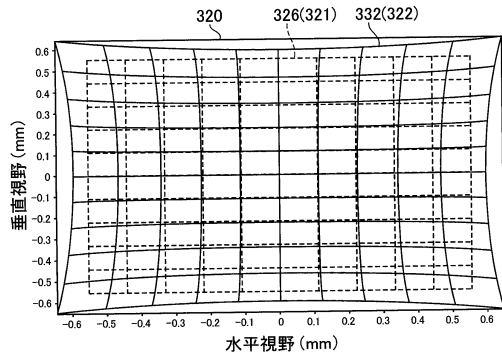


【図12】

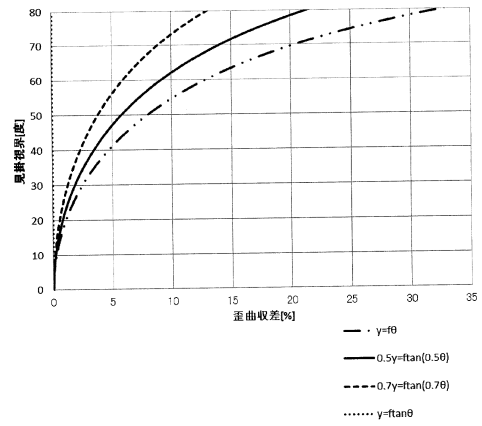




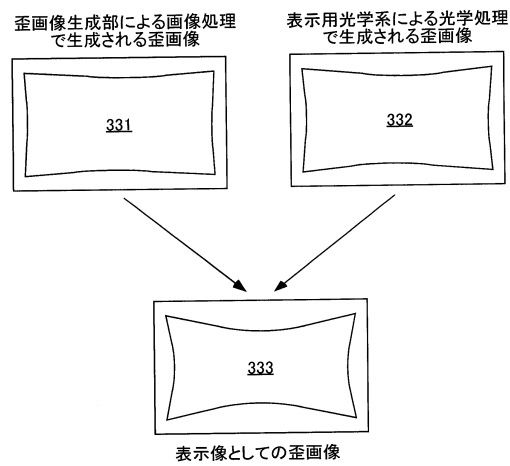
【図18】



【図19】

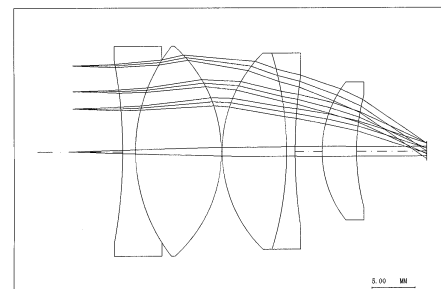
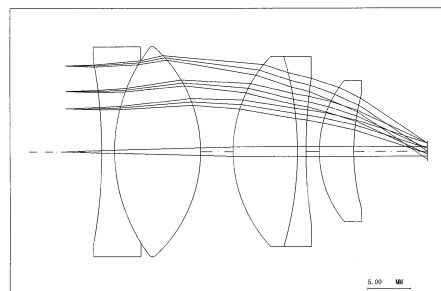


【図20】

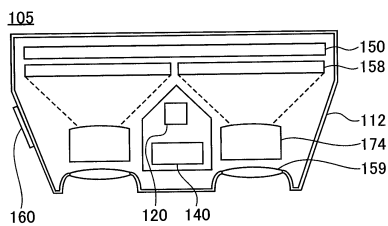


【図22】

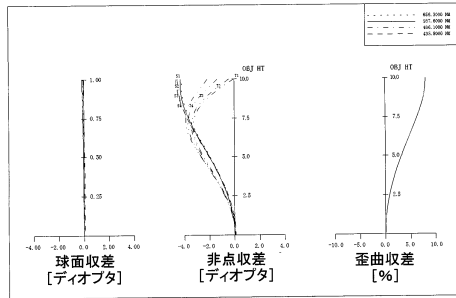
焦点距離：16mm  
 ディスプレイ対角：20mm  
 見掛視界：64.0度  
 NA：0.035 物体側テレセントリック



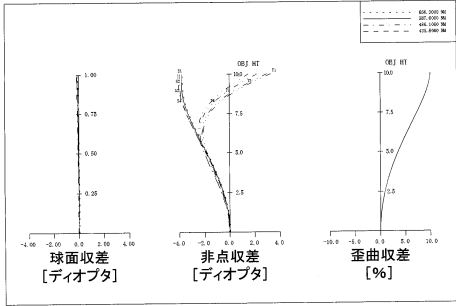
【図21】



【図 2 3】



ポジション1

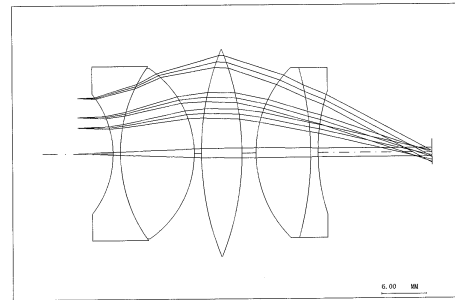
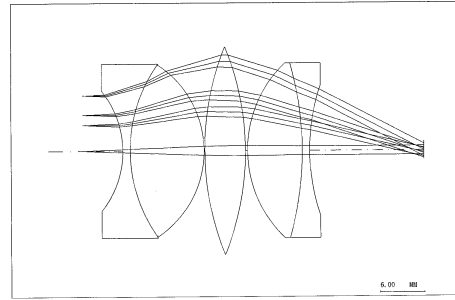


ポジション2

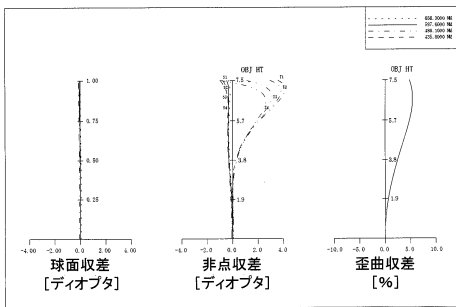
見掛視界 64.0 度での射影方式の違いによる歪曲収差の値  
 $\theta$  15.4%  
 0.5  $\theta$  10.9%  
 0.7  $\theta$  6.9%  
 $\tan \theta$  0%  
 推奨されるのは 6.9%~10.9%。  
 今回の設計では歪曲収差を 8.0%~10.0%に調節できる。

【図 2 4】

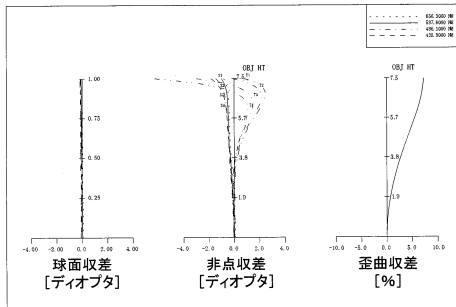
焦点距離：15mm  
 ディスプレイ対角：15mm  
 見掛視界：53.1 度  
 NA：0.04 物体側テレセントリック



【図 2 5】



ポジション1

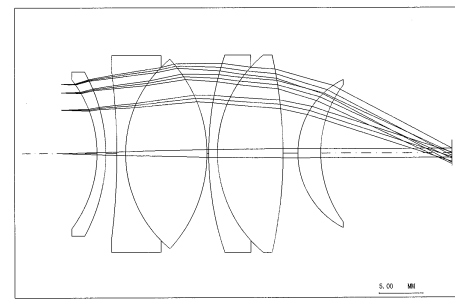
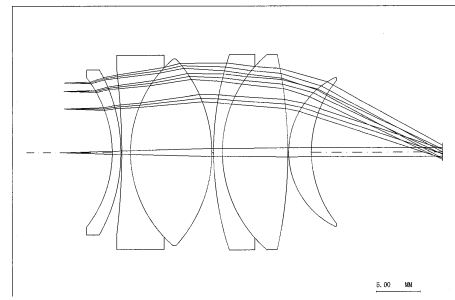


ポジション2

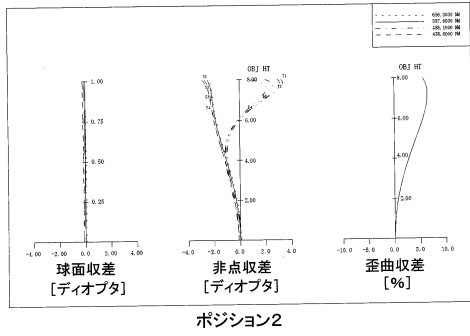
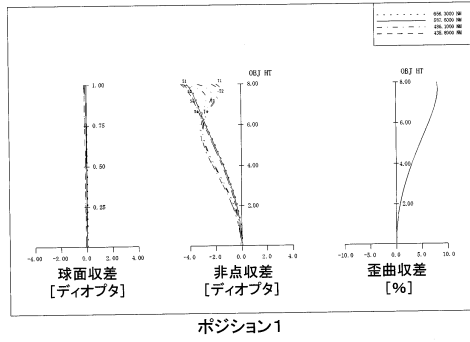
見掛視界 53.1 度での射影方式の違いによる歪曲収差の値  
 $\theta$  9.3%  
 0.5  $\theta$  6.7%  
 0.7  $\theta$  4.4%  
 $\tan \theta$  0%  
 推奨されるのは 4.4%~6.7%。  
 今回の設計では歪曲収差を 4.8%~7.5%に調節できる。

【図 2 6】

焦点距離：15.8mm  
 ディスプレイ対角：16mm  
 見掛視界：53.7 度  
 NA：0.032 物体側テレセントリック



【図 27】



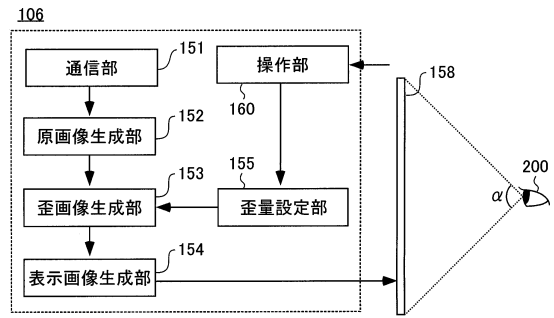
見掛視界 53.7 度での射影方式の違いによる歪曲収差の値

- 0 9.5%
- 0.5 θ 6.8%
- 0.7 θ 4.5%
- tan θ 0%

推奨されるのは 4.5%~6.8%。

今回の設計では歪曲収差を 5.6%~8.0%に調節できる。

【図 28】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 3 B 21/14 Z

(72)発明者 大槻 正樹  
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 齊藤 忠彦  
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 太平 博久  
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内

(72)発明者 島竹 克大  
東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内

審査官 斎藤 厚志

(56)参考文献 国際公開第2013/140697(WO, A1)  
特開2005-107523(JP, A)  
米国特許出願公開第2005/0117214(US, A1)  
特開2008-242048(JP, A)  
特開2010-96864(JP, A)  
特開2005-321479(JP, A)  
Merlitz, Holger, Distortion and globe effect in binoculars, Distortion and globe effect in binoculars, 2014年11月, URL, <http://www.holgermerlitz.de/globe/distortion.html>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 9 G 5 / 0 0 - 5 / 4 2  
G 0 3 B 2 1 / 1 4  
G 0 9 G 5 / 3 6  
H 0 4 N 1 / 3 8 7  
H 0 4 N 5 / 6 4