

(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2004-233867

(P2004-233867A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 27/02

G09G 3/20

G09G 3/36

H04N 5/64

F I

G02B 27/02

G09G 3/20

G09G 3/20

G09G 3/20

G09G 3/20

Z

611E

632C

632G

680A

テーマコード(参考)

5C006

5C080

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-24763 (P2003-24763)

(22) 出願日 平成15年1月31日(2003.1.31)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

(72) 発明者 大槻 正樹

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 三宅 信行

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

(72) 発明者 加藤 茂

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

最終頁に続く

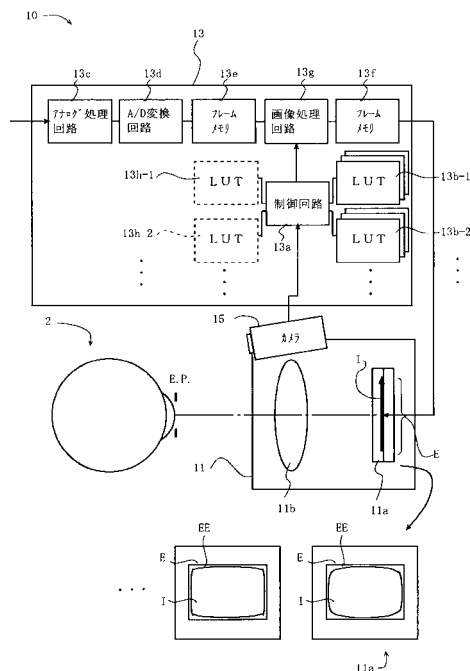
(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 逆補正の補正特性を必要かつ十分な精度で変更することの可能な画像表示装置を提供する。

【解決手段】 二次元表示素子(11a)とその二次元表示素子(11a)の表示画面の虚像を形成する接眼光学系(11b)とからなる表示部(11)と、接眼光学系(11b)の収差及び/又はMTF特性に応じた逆補正を画像に施すと共に、その逆補正された画像(I)を二次元表示素子(11a)の表示画面(E)に表示する回路部(13)と、虚像の形成位置が観察者の眼の略前方となるよう表示部(11)を観察者の頭部に装着可能な装着手段(12)とを備え、観察者の眼を含む部分と表示部との位置関係又はその位置関係の変化のデータを取得する測定手段(15)を更に備え、回路部(13)は、測定手段(15)が取得したデータに応じて逆補正の補正特性を変更する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

二次元表示素子と、その二次元表示素子の表示画面の虚像を形成する接眼光学系とからなる表示部と、

前記接眼光学系の収差及び/又は M T F 特性に応じた逆補正を画像に施すと共に、その逆補正された画像を前記二次元表示素子の表示画面に表示するように前記表示部を駆動する回路部と、

前記虚像の形成位置が観察者の眼の略前方となるよう前記表示部を観察者の頭部に装着可能な装着手段と

を備えた画像表示装置において、

前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との位置関係又はその位置関係の変化のデータを取得する測定手段を更に備え、

前記回路部は、

前記測定手段が取得した前記データに応じて前記逆補正の補正特性を変更することを特徴とする画像表示装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像表示装置において、

前記測定手段は、

前記観察者の眼を含む部分と前記表示部の表示画面と略平行な方向に対する位置関係又はその位置関係の変化のデータを取得する

ことを特徴とする画像表示装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像表示装置において、

前記測定手段は、

前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との距離又は距離の変化のデータを取得することを特徴とする画像表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか一項に記載の画像表示装置において、

前記測定手段は、

前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との位置関係の代わりに、前記観察者の顔面、頭部、顔面の一部、頭部の一部の何れかと前記表示部との位置関係、又はその位置関係の変化のデータを取得する

ことを特徴とする画像表示装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 の何れか一項に記載の画像表示装置において、

前記装着手段は、

前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との位置関係を変更するための調整機構を更に備えた

ことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の画像表示装置において、

前記測定手段は、

前記調整機構の状態に基づいて、前記データを取得することを特徴とする画像表示装置。

40

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) など、観察者の頭部に装着可能であり、かつ観察者の眼の前方に画像を虚像として表示する画像表示装置に関する。

【0002】

50

【従来の技術】

HMDには、観察者の眼の前方に画像を虚像として表示する表示部、及びその表示部を観察者の頭部に装着するための装着具が備えられる。表示部には、LCDなどの二次元表示素子と、レンズなどからなる接眼光学系とが備えられる（特許文献1など）。

【0003】

HMDの接眼光学系は、レンズ枚数やサイズを抑える必要があるので、収差が残存する。このため、接眼光学系を介して観察される画像は歪曲したり、コントラスト（特に画像周辺部の高い空間周波数の絵柄のコントラスト）が低下したりすることがある。

【0004】

それらの不都合を低減するため、接眼光学系の収差やMTF特性に応じた逆補正を施してから画像を表示する方法が発明された（特許文献2など）。

例えば、歪曲収差の影響で画像Iに生じる図10(a)のような樽型の歪曲を低減するためには、図10(a')のような糸巻き型に逆補正された画像Iを表示すればよい。

【0005】

また、歪曲収差の影響で画像Iに生じる図10(b)のような糸巻き型の歪曲を低減するためには、図10(b')のような樽型に逆補正された画像Iを表示すればよい。何れの場合も観察者によって観察される画像Iの歪曲は、図10(c)のとおり低減される。

また、MTF特性の影響で画像Iに生じるコントラストの低下を抑えるには、次のようにすればよい。

【0006】

一般に、画像Iのコントラストの低下量は、図10(d)に示すように、画像Iの位置により異なる。因みに、空間周波数が高い絵柄ほど、また、画像Iの周辺部ほどコントラストは低くなる傾向にある。

したがって、逆補正では、図10(e)に示すように、空間周波数フィルタFを画素毎に用意し、その空間周波数フィルタFで局所積和演算を施して画素値を変換すればよい。因みに、空間周波数フィルタFは、画像Iの周辺部の画素に用意されたものほど強いエッジ強調処理をする。

【0007】

ところで、観察者の眼から見た画像Iの歪曲やコントラストは、眼と表示部との位置関係によって変化するので、逆補正の補正量は、使用状況に応じて変化させる必要がある。

特許文献3には、使用状況に対応するために、逆補正の補正量を観察者の視線の移動に追従して変化させるHMDが開示されている。

【0008】**【特許文献1】**

特開平8-320453号公報

【特許文献2】

特開平9-61750号公報

【特許文献3】

特開2001-272941号公報

【0009】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、一般に、観察者の視線は表示画面Eを見渡すだけでも極めて高速に移動するので、その移動に追従して画像Iを変化させると、観察者にとって必要以上の頻度で画像Iが変化し、ちらつき感を与える。

【0010】

また、その移動に追従するためのデータ処理用の回路には、極めて高い処理能力の回路が必要となる。

そこで本発明は、逆補正の補正特性を必要かつ十分な精度で変更することの可能な画像表示装置を提供することを目的とする。

【0011】

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の画像表示装置は、二次元表示素子と、その二次元表示素子の表示画面の虚像を形成する接眼光学系とからなる表示部と、前記接眼光学系の収差及び／又は MTF 特性に応じた逆補正を画像に施すと共に、その逆補正された画像を前記二次元表示素子の表示画面に表示するように前記表示部を駆動する回路部と、前記虚像の形成位置が観察者の眼の略前方となるよう前記表示部を観察者の頭部に装着可能な装着手段とを備えた画像表示装置において、前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との位置関係又はその位置関係の変化のデータを取得する測定手段を更に備え、前記回路部は、前記測定手段が取得した前記データに応じて前記逆補正の補正特性を変更することを特徴とする。

【0012】

請求項 2 に記載の画像表示装置は、請求項 1 に記載の画像表示装置において、前記測定手段は、前記観察者の眼を含む部分と前記表示部の表示画面と略平行な方向に対する位置関係又はその位置関係の変化のデータを取得することを特徴とする。

請求項 3 に記載の画像表示装置は、請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像表示装置において、前記測定手段は、前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との距離又は距離の変化のデータを取得することを特徴とする。

【0013】

請求項 4 に記載の画像表示装置は、請求項 1 ～ 請求項 3 の何れか一項に記載の画像表示装置において、前記測定手段は、前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との位置関係の代わりに、前記観察者の顔面、頭部、顔面の一部、頭部の一部の何れかと前記表示部との位置関係、又はその位置関係の変化のデータを取得することを特徴とする。

【0014】

請求項 5 に記載の画像表示装置は、請求項 1 ～ 請求項 4 の何れか一項に記載の画像表示装置において、前記装着手段は、前記観察者の眼を含む部分と前記表示部との位置関係を変更するための調整機構を更に備えたことを特徴とする。

請求項 6 に記載の画像表示装置は、請求項 5 に記載の画像表示装置において、前記測定手段は、前記調整機構の状態に基づいて、前記データを取得することを特徴とする。

【0015】**【発明の実施の形態】**

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

[第 1 実施形態]

図 1、図 2、図 3 を参照して本発明の第 1 実施形態について説明する。

本実施形態は、HMD の実施形態である。

【0016】

図 1 は、本実施形態の HMD 10 の外観図である。

図 2 は、HMD 10 の構成図である。

HMD 10 には、表示部 11、回路部 13、装着具 12 が備えられる。なお、回路部 13 は、表示部 11 に固定されていても、装着具 12 の何れかの箇所に固定されていても、また HMD 10 の本体とは別体に用意されてもよい（図 1 では、不図示）。

【0017】

表示部 11 には、二次元表示素子（以下、液晶表示素子を用いて説明するが、LCD と略称する。）11a と接眼光学系 11b とが備えられる。

回路部 13 は、LCD 11a の表示画面 E 上に画像 I を表示するための回路である。

回路部 13 には、制御回路 13a、アナログ処理回路 13c、A/D 変換回路 13d、フレームメモリ 13e、13f、画像処理回路 13g、ルックアップテーブル（LUT）13b-1 などが備えられる。

【0018】

外部から回路部 13 に入力される画像データ（一般に、R 色、G 色、B 色のそれぞれの動画像又は静止画像データである。）は、アナログ処理回路 13c、A/D 変換回路 13d を介してフレームメモリ 13e に入力される。

10

20

30

40

50

フレームメモリ 13 e に入力された画像データは、画像処理回路 13 g により画像処理された後、フレームメモリ 13 f を介して表示部 11 の LCD 11 a に送出される。

【0019】

回路部 13 内のこれら一連の処理は、制御回路 13 a によって制御される。

表示部 11 内の LCD 11 a の表示画面 E 上には、回路部 13 から入力された画像データに基づく画像 I が表示される。

表示部 11 内の接眼光学系 11 b は、LCD 11 a の表示画面 E の虚像を LCD 11 a の背後に形成する。

【0020】

すなわち、接眼光学系 11 b は、LCD 11 a の表示画面 E の各位置から射出する光束をそれぞれ平行光束に近づけて所定の位置（アイポイント E . P . ）に導く。 10

装着具 12 は、観察者の眼 2 の瞳の位置にアイポイント E . P . が位置するように、その表示部 11 を観察者の頭部に装着可能な構造をしている。

【0021】

眼 2 の瞳の位置にアイポイント E . P . が配置された状態では、観察者には LCD 11 a の表示画面 E が実際よりも遠方に見える。

なお、本実施形態の HMD 10 においては、眼 2 に対する表示部 11 の位置関係を観察者が積極的に変更することができるよう、調整機構（図 1 符号 16 , 17 , 18 , 19 ）が装着具 12 に設けられる。

【0022】

図 1 に符号 16 , 17 で示したのは蝶番機構であり、図 1 に符号 18 , 19 で示したのはスライド機構である。 20

例えば、装着具 12 は、観察者の左右の耳にそれぞれ装着される耳かけ式のヘッドホン 12 R、12 L と、左右のヘッドホン 12 R、12 L を連結するリアアーム 12 b と、リアアーム 12 b に連結されたディスプレイアーム 12 c からなる。表示部 11 は、ディスプレイアーム 12 c の先端部に固定される。

【0023】

ディスプレイアーム 12 c は蝶番機構 16 , 17 によって矢印 L 1、L 2 の方向に折り曲げ可能である。

ディスプレイアーム 12 c はスライド機構 18 , 19 によって矢印 L 3 , L 4 の方向に伸縮可能である。 30

蝶番機構 16 , 17、及びスライド機構 18 , 19 を利用すれば、観察者は眼 2 に対する表示部 11 の位置や姿勢を自在に変化させることができる。

【0024】

また、蝶番機構 16 , 17、及びスライド機構 18 , 19 を利用すれば、緊急時などに HMD 10 を装着したままの状態を表示部 11 のみを眼 2 の前から即座に外すこともできる。

なお、蝶番機構 16 , 17、スライド機構 18 , 19 のうち一部しか設けられていなくても、表示部 11 の位置や姿勢を或る程度の自由度で変化させることができる。

【0025】

一方、蝶番機構やスライド機構の数を増やせば、さらに柔軟に位置関係を変化させることができる。 40

また、蝶番機構 16 , 17 の代わりにボールジョイント機構を利用することもできる。

ところで、本実施形態の HMD 10 において、回路部 13 内の画像処理回路 13 g による画像処理には、階調変換処理などの一般の処理の他、接眼光学系 11 b の歪曲収差に応じた逆補正（以下、「逆歪曲補正」という。）及び / 又は MTF 特性に応じた逆補正（以下、「逆 MTF 補正」という。）を画像データに施す処理も含まれる。

【0026】

以下、逆歪曲補正の処理が画像データに施される場合について説明する。

フレームメモリ 13 e には、逆歪曲補正前の画像データが格納され、フレームメモリ 13 50

f には、逆歪曲補正後の画像データが格納される。

LUT13b-1 には、逆歪曲補正の補正特性を示す情報が予め格納されている。

【0027】

この逆歪曲補正の補正特性は、接眼光学系 11b から（接眼光学系 11b の設計データや測定データなどから）予め求まる。

LUT13b-1 のテーブルアドレス (x, y) は、逆歪曲補正後の画像データの画素アドレス (x, y) に対応づけられている。

テーブルアドレス (x, y) には、逆歪曲補正後の画像データの画素アドレス (x, y) に書き込まれるべき画素値を示す逆歪曲補正前の画像データの画素アドレス (x', y') の情報が格納されている。

10

【0028】

制御回路 13a は、LUT13b-1 のテーブルアドレス (x, y) にアクセスし、そのテーブルアドレス (x, y) に格納された画素アドレス (x', y') の情報を参照し、画像処理回路 13g に与える。

画像処理回路 13g は、フレームメモリ 13e の画像データの画素アドレス (x', y') の画素値を参照し、その画素値を、フレームメモリ 13f における画像データの画素アドレス (x, y) に書き込む。

【0029】

以上の処理が、フレームメモリ 13f の画像データの全ての画素アドレス (x, y) について行われれば、1 フレーム分の画像データの逆歪曲補正が終了する。

20

図 2 の右下には、以上の逆歪曲補正の結果、樽型に逆歪曲補正された画像 I を示した。

なお、接眼光学系 11b は、歪曲収差だけでなく倍率色収差も有するので、画像 I に生じる歪曲の程度は、色によって異なる。

【0030】

したがって、画像 I の R 色の画像データ、G 色の画像データ、B 色の画像データの間では、逆歪曲補正に必要な補正特性が若干異なる。

このため、LUT13b-1 は、R 色、G 色、B 色の各画像データに対しそれぞれ用意され、かつ、制御回路 13a 及び画像処理回路 13g はそれら LUT13b-1 に基づき、R 色、G 色、B 色の各画像データに対しそれぞれ個別の逆歪曲補正を施すことが望ましい。

30

【0031】

次に、観察者の眼 2 から見た画像 I の歪曲は、表示部 11 に対する眼 2 の位置（以下、表示画面 E の上下及び左右方向の位置とする。）によって変化するので、逆歪曲補正の補正特性もその位置に応じて変化させる必要がある。

そこで、本実施形態の HMD10 には、以下のとおり自動制御の機能が付加される。

【0032】

先ず、LUT13b-1 の他に、その LUT13b-1 と同様、逆歪曲補正の補正特性を格納した LUT13b-2, … が HMD10 に備えられる。但し、LUT13b-1, 13b-2, … の各々が格納している補正特性は、例えば図 2 右下に示すように互いに異なる（図 2 右下参照）。

40

また、HMD10 には、カメラ（図 1 中符号 15）が設けられる。

【0033】

カメラ 15 が設けられるのは、表示部 11 に対する眼 2 の輪郭の位置（表示画面 E の上下及び左右方向の位置）を測定するためである。

カメラ 15 が固定されるのは、例えば、図 1 に示すように、表示部 11 において眼 2 に対向する位置から若干外れた位置である。

このようなカメラ 15 は、図 3 (a) に示すように例えば観察者の眼 2 の輪郭 e_i を捉える。

【0034】

このカメラ 15 の出力から、図 3 (b) に示すように眼 2 の輪郭 e_i の位置 (X_i, Y_i)

50

)を示すデータが取得される。

カメラ15の出力は、図2に示すように回路部13に入力され、制御回路13aによって輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)が認識される(この認識にはパターン認識などの技術が用いられる。)

【0035】

制御回路13aは、眼2の輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)と、LUT13b-1, 13b-2, ...のうちその輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)に対して最適なLUTとの対応関係を予め記憶する(以下、輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)に対して最適なLUTをLUT13b-iと記す。)

制御回路13aは、カメラ15の出力に基づいて認識した輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)と予め記憶したLUTとの対応関係とに基づき、その認識した輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)に対して最適なLUT13b-iを選択使用して、逆歪曲補正を画像データに施す。

【0036】

したがって、本実施形態のHMD10では、表示部11に対する眼2の全体の動きに追従して逆歪曲補正の補正特性が変化する。

仮に、観察者が表示画面Eを見渡すと、眼球運動が生じ眼2の視線(瞳の位置及び角度)が高速に移動する。

しかし、そのとき眼2の全体の位置が変化しなければ、本実施形態のHMD10の画像Iは変化しない。

【0037】

一方、眼2に対する表示部11の位置や姿勢を観察者が変化させると、表示部11に対する眼2の全体の位置が変化するので、本実施形態のHMD10の画像Iは変化する。

したがって、本実施形態のHMD10では、必要かつ十分な精度で逆歪曲補正の補正特性が変更される。

【0038】

なお、本実施形態のHMD10には、眼2を撮像するカメラ15が用いられたが、観察者の顔面、頭部、顔面の一部(眉、鼻など)、頭部の一部(耳など)の何れかを撮像するカメラを用いてもよい。

[第1実施形態の変形例]

なお、第1実施形態では、逆歪曲補正の処理が画像データに施される場合についてのみ説明したが、以下のとおり逆MTF補正の処理が画像データに施される場合にも、同様にしてその逆MTF補正の補正特性を必要かつ十分な精度で変更することができる。

【0039】

先ず、回路部13には、逆MTF補正の補正特性を示す情報が予め格納されたLUT13h-1が備えられる(図2点線部)。

この逆MTF補正の補正特性は、接眼光学系11bから(接眼光学系11bの設計データや測定データなどから)予め求まる。

LUT13h-1のテーブルアドレス(x, y)は、画像データの画素アドレス(x, y)に対応づけられている。

【0040】

テーブルアドレス(x, y)には、画素アドレス(x, y)の画素に適用されるべき空間周波数フィルタ $F(x, y)$ の情報が格納されている。

制御回路13aは、LUT13h-1のテーブルアドレス(x, y)にアクセスし、そのテーブルアドレス(x, y)に格納された空間周波数フィルタ $F(x, y)$ の情報を参照し、画像処理回路13gに与える。

【0041】

画像処理回路13gは、フレームメモリ13eにおける画像データの画素アドレス(x, y)及びその周辺アドレスの画素値を参照し、それら画素値に対し空間周波数フィルタ $F(x, y)$ による局所積和演算を施し、得られた値をフレームメモリ13fにおける画像データの画素アドレス(x, y)に書き込む。

【0042】

以上の処理が、画像データの全ての画素アドレス(x, y)について行われれば、1フレーム分の画像データの逆MTF補正が終了する。

さらに、LUT13h-1の他に、そのLUT13h-1と同様、逆MTF補正の補正特性を格納したLUT13h-2,・・・がHMD10に備えられる。但し、LUT13h-1,13h-2,・・・の各々が格納している補正特性は、互いに異なる。

【0043】

回路部13内の制御回路13aは、眼2の輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)と、LUT13h-1,13h-2,・・・のうちその輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)に対して最適なLUTとの対応関係を予め記憶する(以下、輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)に対して最適なLUTをLUT13h-iと記す。)

10

制御回路13aは、カメラ15の出力に基づいて認識した輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)と予め記憶したLUTとの対応関係とに基づき、その認識した輪郭 e_i の位置(X_i, Y_i)に対して最適なLUT13h-iを選択使用して、逆MTF補正を画像データに施す。

【0044】

[第2実施形態]

以下、図4、図5、図6を参照して本発明の第2実施形態を説明する。

本実施形態は、HMDの実施形態である。ここでは、第1実施形態のHMD10との相違点についてのみ説明し、その他の説明を省略する。

20

図4は、本実施形態のHMD20の外観図である。

【0045】

図5は、HMD20の構成図である。

本実施形態のHMD20は、第1実施形態のHMD10において、測定手段として、カメラ15に代えて測距センサ25(後述)が備えられ、回路部13に代えて回路部23が備えられたものである。

【0046】

回路部23は、回路部13において制御回路13aに代えて制御回路23aが備えられたものである。

また、回路部23には、第1実施形態の変形例と同様のLUT13h-1(逆MTF補正の補正特性を示す情報が格納されたLUTである。)が備えられる。

30

ここで、観察者の眼2から見た画像Iのコントラストは、表示部11の所定箇所から眼2までの距離 L_i によって変化するので、逆MTF補正の補正特性もその距離 L_i に応じて変化させる必要がある。

【0047】

例えば、眼2がアイポイントE.P.にあるとき(図6(a))と比較して、距離 L_i が大きいたと(図6(b))には、接眼光学系11bの周辺部を透過した光が眼2に入射するので、画像Iのコントラストは悪化する。

そこで、本実施形態のHMD20には、以下のとおり自動制御の機能が付加される。

【0048】

40

先ず、LUT13h-1の他に、そのLUT13h-1と同様、逆MTF補正の補正特性を格納したLUT13h-2,・・・がHMD20に備えられる。但し、LUT13h-1,13h-2,・・・の各々が格納している補正特性は、互いに異なる。

制御回路23aは、距離 L_i と、LUT13h-1,13h-2,・・・のうちその距離 L_i に対して最適なLUTとの対応関係を予め記憶する(以下、距離 L_i に対して最適なLUTをLUT13h-iと記す。)

【0049】

測距センサ25は、例えば、図4に示すように、表示部11において眼2に対して正面に対向する位置から若干外れた位置に固定される。

この測距センサ25によれば、表示部11の所定箇所から眼2の周辺部までの距離 L_i を

50

示すデータが取得される。

取得されたデータは、図5に示すように回路部23に入力され、制御回路23aによって距離 L_i が認識される。

【0050】

制御回路23aは、測距センサ25の出力に基づいて認識した距離 L_i と予め記憶した対応関係とに基づき、その認識した距離 L_i に対して最適な LUT_{13h-i} を選択使用して、逆MTF補正を画像データに施す。

したがって、本実施形態のHMD20では、表示部11と眼2との距離の変化に追従して逆MTF補正の補正特性が変化する。

【0051】

仮に、観察者が表示画面Eを見渡すと、眼球運動が生じ眼2の視線(瞳の位置及び角度)が高速に移動する。

しかし、そのとき眼2と表示部11との距離が変化しなければ、本実施形態のHMD20の画像Iは変化しない。

一方、眼2に対する表示部11の位置や姿勢を観察者が変化させると、眼2と表示部11との距離が変化するので、本実施形態のHMD10の画像Iは変化する。

【0052】

したがって、本実施形態のHMD20では、必要かつ十分な精度で逆MTF補正の補正特性が変更される。

なお、本実施形態のHMD20には、眼2の周辺部を測距対象とする測距センサ25が用いられたが、観察者の顔面、頭部、顔面の一部(眉、鼻など)、頭部の一部(耳など)の何れかを測距対象とする測距センサを用いてもよい。

【0053】

[第2実施形態の変形例]

なお、第2実施形態では、逆MTF補正の処理が画像データに施される場合についてのみ説明したが、以下のとおり逆歪曲補正の処理が画像データに施される場合にも、同様にしてその逆歪曲補正の補正特性を必要かつ十分な精度で変更することができる。

【0054】

まず、回路部23には、逆歪曲補正の補正特性を示す情報が予め格納された LUT_{13b-1} が備えられる(図5点線部)。

制御回路23a及び画像処理回路13gは、 LUT_{13b-1} に基づき第1実施形態の制御回路13aと同様に画像データに逆歪曲補正を施す。

【0055】

さらに、 LUT_{13b-1} の他に、その LUT_{13b-1} と同様、逆歪曲補正の補正特性を格納した LUT_{13b-2} 、・・・がHMD10に備えられる。但し、 LUT_{13b-1} 、 LUT_{13b-2} 、・・・の各々が格納している補正特性は、互いに異なる。

制御回路23aは、距離 L_i と、 LUT_{13b-1} 、 LUT_{13b-2} 、・・・のうちその距離 L_i に対して最適なLUTとの対応関係を予め記憶する(以下、距離 L_i に対して最適なLUTを LUT_{13b-i} と記す。)

【0056】

制御回路23aは、測距センサ25の出力に基づいて認識した距離 L_i と予め記憶した対応関係とに基づき、その認識した距離 L_i に対して最適な LUT_{23b-i} を選択使用して、逆歪曲補正を画像データに施す。

[第3実施形態]

以下、図7を参照して本発明の第3実施形態を説明する。

【0057】

本実施形態は、HMDの実施形態である。ここでは、第2実施形態のHMD20との相違点についてのみ説明し、その他の説明を省略する。

図7は、本実施形態のHMD30の外観図である。

本実施形態のHMD30は、第2実施形態(又はその変形例)のHMD20において、測

10

20

30

40

50

距センサ 25 に代えて位置センサ 35 が用いられたものである。

【0058】

位置センサ 35 は、例えば、スライド機構 18 の近傍に設けられ、ディスプレイアーム 12c の伸縮位置を示すデータを生成する。

よって、この位置センサ 35 によれば、表示部 11 から眼 2 までの距離 L_i を示すデータが、間接的に取得される。

位置センサ 35 によれば、第 2 実施形態の測距センサ 25 ほど精度は高くはないものの、距離 L_i を測定することができる。

【0059】

したがって、本実施形態の HMD 30 においても、必要かつ十分な精度で逆歪曲補正（又は逆 MTF 補正）の補正特性が変更される。 10

また、同様に、第 1 実施形態（又はその変形例）の HMD 10 においても、カメラ 15 に代えて位置センサ 35 を用いることもできる。

なお、本実施形態では、スライド機構 18 の近傍にのみセンサ（位置センサ）を設けたが、蝶番機構 16，蝶番機構 17，スライド機構 19 のうち少なくとも 1 つの近傍にもセンサ（蝶番機構の回動角度を検出する角度センサや、スライド機構の伸縮位置を検出する位置センサ）を設け、測定精度を向上させてもよい。

【0060】

[第 4 実施形態]

以下、図 8、図 9 を参照して本発明の第 4 実施形態を説明する。 20

本実施形態は、第 1 実施形態の HMD 10 の変形例である。ここでは、第 1 実施形態の HMD 10 との相違点についてのみ説明し、その他の説明を省略する。

また、第 2 実施形態の HMD 20 や第 3 実施形態の HMD 30 を同様に変形することも可能である。

【0061】

図 8 は、本実施形態の HMD 40 の外観図である。

図 9 は、HMD 40 の構成図である。

本実施形態の HMD 40 は、第 1 実施形態の HMD 10 において、オフセット釦 45 が備えられ、回路部 13 に代えて回路部 43 が備えられたものである。

回路部 43 は、回路部 13 において制御回路 13a に代えて制御回路 43a が備えられたものである。 30

【0062】

オフセット釦 45 は、例えば、一方のヘッドホン（図 8 では、ヘッドホン 12L）などに設けられる。

オフセット釦 45 は、押しボタン式のスイッチであり、観察者により操作された時点で信号を生成する。

このオフセット釦 45 において生成された信号は、図 9 に示すように回路部 43 に入力され、制御回路 43a によって認識される。

【0063】

以上の構成の HMD 40 では、不図示の電源がオンされると、制御回路 43a は、複数の LUT 13b - 1, 13b - 2 . . . のうち標準の LUT 13b - j を選択使用して画像データを逆歪曲補正する。 40

HMD 40 を装着した観察者は、装着具 12 の各部を調整して表示部 11 の角度や位置を調整する。そして、快適に画像 I が視認できた（画像 I が歪み無く見えたと認識した）時点で、観察者はオフセット釦 45 を操作する。

【0064】

制御回路 43a は、オフセット釦 45 が操作された時点でカメラ 15 の出力を参照し、その時点における眼 2 の輪郭 e_i の位置を基準位置 (X_0, Y_0) とみなす。

その後、制御回路 43a は、カメラ 15 の出力に基づいて認識した輪郭 e_i の位置 (X_i, Y_i) が、基準位置 (X_0, Y_0) からどれだけずれているかに応じて、LUT 13b 50

- 1 , 1 3 b - 2 . . . を選択使用して、逆歪曲補正を画像データに施す。

【 0 0 6 5 】

このような H M D 4 0 は、個々の観察者の眼 2 の位置の相違や、個々の観察者の好みの相違などに対応することができる。

なお、本実施形態の H M D 4 0 においても、測定手段として、カメラ 1 5 に代えて測距センサ 2 5 (図 4 , 図 5 参照)、又は位置センサ 3 5 (図 7 参照) を用いることができる。

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態の H M D 4 0 の上記動作は、位置 (X_i , Y_i) のデータ、又は距離 L_i のデータを取得しなくとも、オフセット釦 4 5 が操作された時点からの位置 (X_i , Y_i) の変化のデータ、又は距離 L_i の変化のデータさえ取得できれば実現可能である。

10

したがって、本実施形態の H M D 4 0 においては、各測定手段を簡略化することができる。

【 0 0 6 7 】

すなわち、伸縮位置を検出する位置センサ 3 5 (図 7 参照) については、伸縮量を測定するだけのエンコーダに簡略化することができる。また、回動角度を検出する角度センサについては、角度を測定するだけのエンコーダに簡略化することができる。

[その他]

また、上記各実施形態の何れかの H M D においては、回路部に不揮発性のメモリを使用すれば、電源がオフされる直前の設定を記憶し、電源オンされた直後にその設定を再現するよう制御回路を動作させることも可能である。

20

【 0 0 6 8 】

また、上記各実施形態の何れかの H M D においては、装着具 1 2 の各調整機構を電動化すれば、表示部 1 1 の位置や姿勢などの設定までも、記憶し再現するよう制御回路を動作させることが可能である。

また、本発明は、上記実施形態の H M D のように逆補正の補正特性が可変な H M D だけでなく、補正量のみが可変な H M D にも適用可能である。

【 0 0 6 9 】

また、上記各実施形態の H M D は、補正特性を L U T として記憶しているが、補正特性が数式として記憶されていてもよいことは言うまでもない。一般に、複雑な補正特性であれば L U T として、単純な補正特性であれば数式として記憶されることが望ましい。

30

【 0 0 7 0 】

【 発明の効果 】

以上説明したとおり本発明によれば、逆補正の補正特性を必要かつ十分な精度で変更することの可能な画像表示装置が実現する。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の H M D 1 0 の外観図である。

【 図 2 】 H M D 1 0 の構成図である。

【 図 3 】 カメラ 1 5 を説明する図である。

【 図 4 】 第 2 実施形態の H M D 2 0 の外観図である。

【 図 5 】 H M D 2 0 の構成図である。

40

【 図 6 】 距離 L_i と画像 I との関係を説明する図である。

【 図 7 】 第 3 実施形態の H M D 3 0 の外観図である。

【 図 8 】 第 4 実施形態の H M D 4 0 の外観図である。

【 図 9 】 H M D 4 0 の構成図である。

【 図 1 0 】 逆補正を説明する図である。

【 符号の説明 】

2 眼

1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 H M D (画像表示装置に対応。)

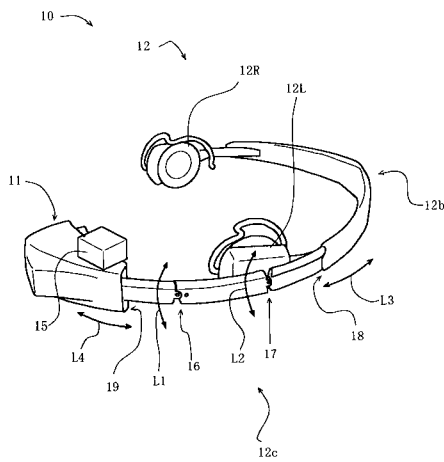
1 3 , 2 3 , 3 3 , 4 3 回路部 (回路部に対応。)

1 3 a , 2 3 a , 4 3 a 制御回路

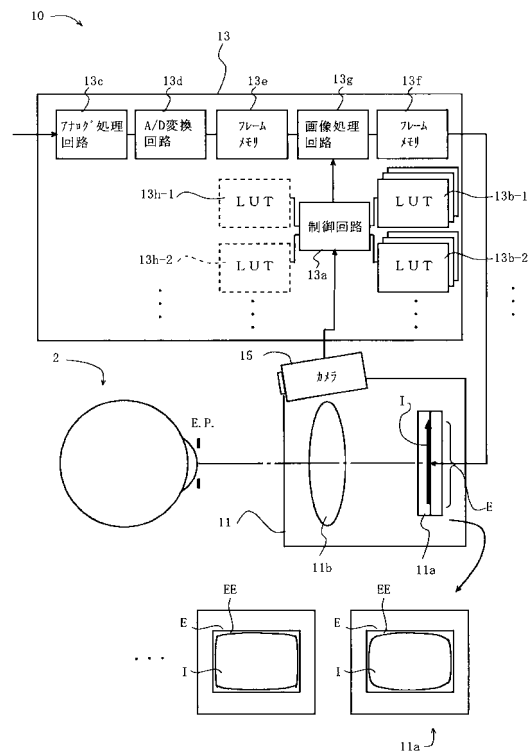
50

- 1 3 c アナログ処理回路
- 1 3 d A / D 変換回路
- 1 3 e , 1 3 f フレームメモリ
- 1 3 g 画像処理回路
- 1 1 表示部 (表示部に対応。)
- 1 1 a LCD (二次元表示素子に対応。)
- 1 1 b 接眼光学系
- 1 2 装着具 (装着手段に対応。)
- 1 2 L , 1 2 R ヘッドホン
- 1 2 b リアアーム
- 1 2 c ディスプレイアーム
- 1 5 カメラ (測定手段に対応。)
- 1 6 , 1 7 蝶番機構 (調整機構に対応。)
- 1 8 , 1 9 スライド機構 (調整機構に対応。)
- 2 5 測距センサ (測定手段に対応。)
- 3 5 位置センサ (測定手段に対応。)
- 4 5 オフセット鉤

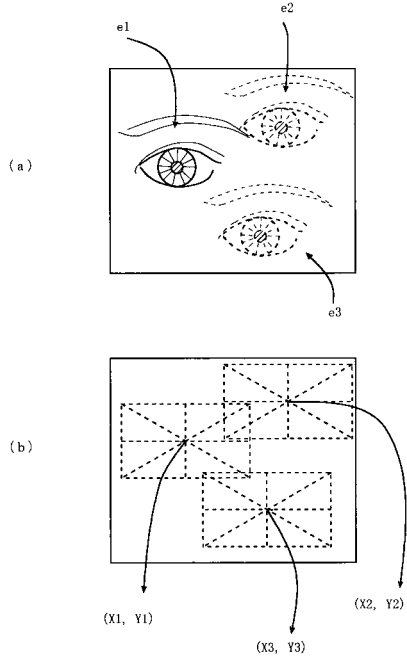
【 図 1 】



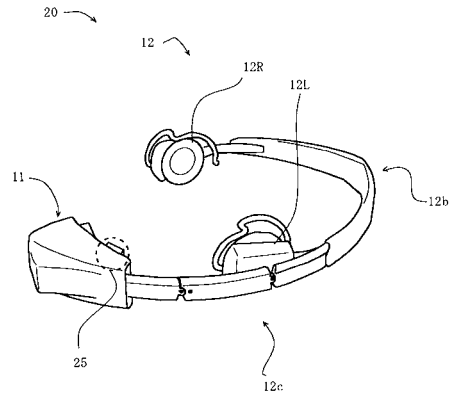
【 図 2 】



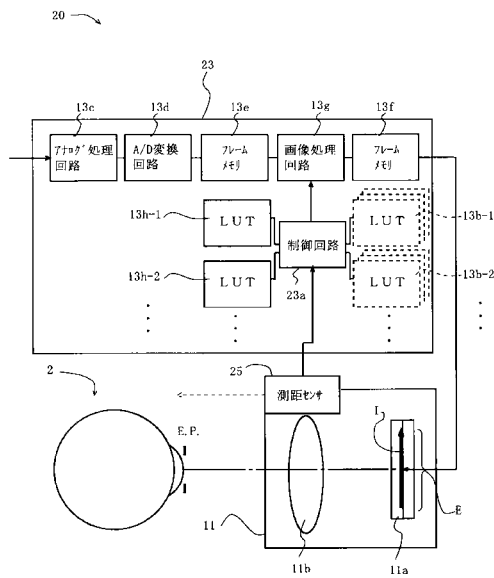
【 図 3 】



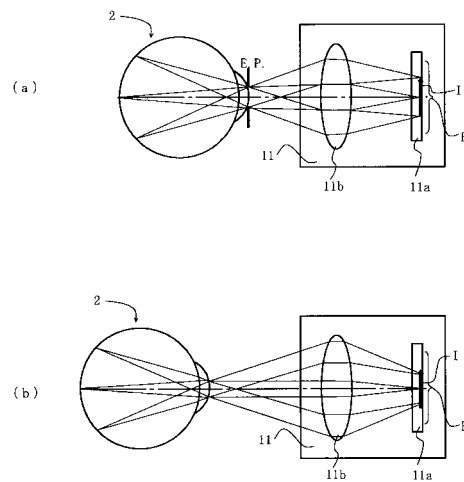
【 図 4 】



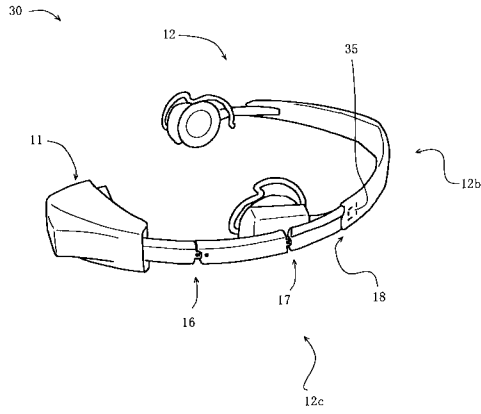
【 図 5 】



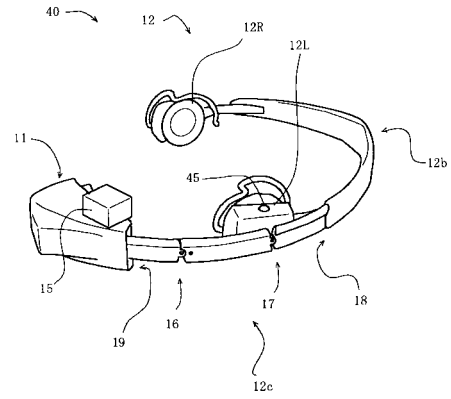
【 図 6 】



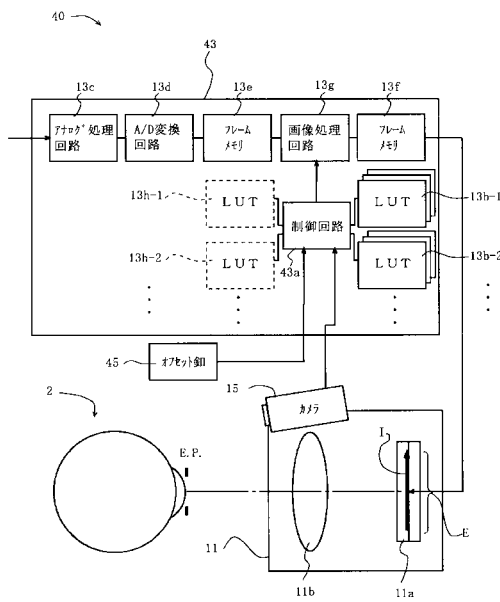
【図7】



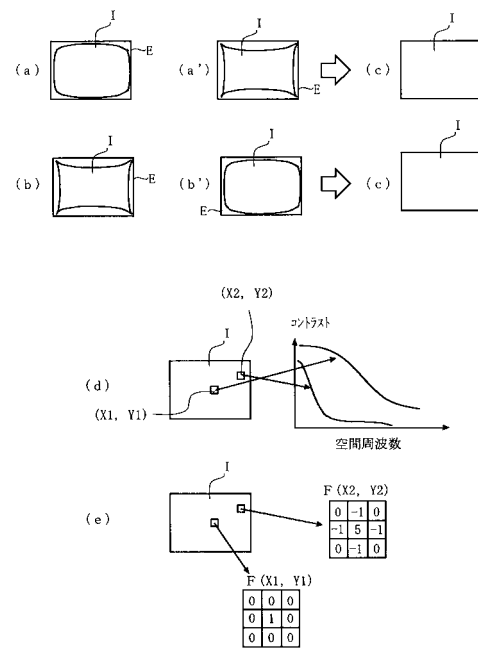
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード(参考)

G 0 9 G 3/36

H 0 4 N 5/64 5 1 1 A

Fターム(参考) 5C006 AA22 AF11 AF42 AF43 AF46 AF47 AF51 AF53 AF67 AF78
AF81 AF84 AF85 BC16 BF02 BF08 BF21 BF38 EC02 EC13
FA21 FA54
5C080 AA10 BB05 CC03 DD06 EE21 EE29 EE30 GG05 GG12 JJ02
JJ05 JJ06