

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年11月1日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/147702 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/64 (2006.01) G09G 5/00 (2006.01)
G06F 3/01 (2006.01) G09G 5/36 (2006.01)
G09G 3/20 (2006.01) H04N 13/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060890
- (22) 国際出願日: 2012年4月23日(23.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-102372 2011年4月28日(28.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2番2号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): ▲高▼濱
健吾 (TAKAHAMA, Kengo).
- (74) 代理人: 特許業務法人原謙三国際特許事務所
(HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK);
〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2
番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

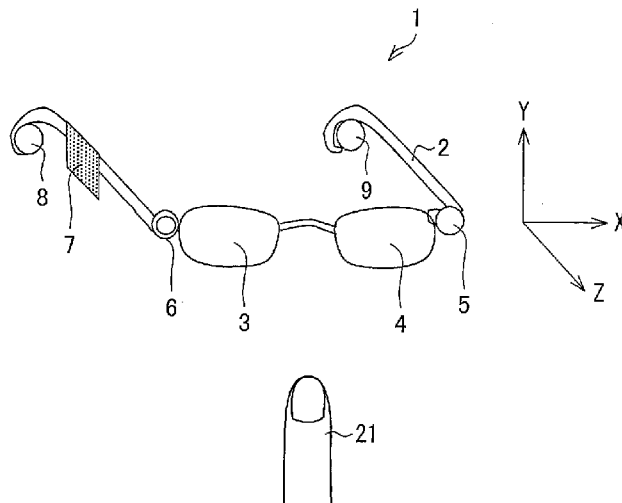
添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: HEAD-MOUNTED DISPLAY

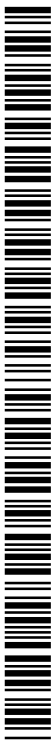
(54) 発明の名称: ヘッドマウントディスプレイ

[図1]



(57) Abstract: An infrared light radiation unit (5), which radiates a prescribed pattern of infrared light to an object (21) to be detected, and an infrared light detection unit (6), which detects the infrared light reflected by the object (21) to be detected, are provided with a prescribed interval therebetween on a mounting unit (2) for mounting on the head of a user. The three-dimensional coordinates of the object (21) to be detected are computed from the prescribed pattern reflected by the object (21) to be detected and acquired by the infrared light detection unit (6).

(57) 要約: 使用者が頭部に装着するための装着部 (2) には、検出対象物 (21) に所定パターンの赤外光を照射する赤外光照射部 (5) と、検出対象物 (21) によって反射された上記赤外光を検出する赤外光検出部 (6) と、が所定間隔を有して備えられており、赤外光検出部 (6) によって得られた検出対象物 (21) によって反射された所定パターンから、検出対象物 (21) の3次元座標を算出する。



WO 2012/147702 A1

明 細 書

発明の名称：ヘッドマウントディスプレイ

技術分野

[0001] 本発明は、検出対象物の3次元座標の算出が可能なヘッドマウントディスプレイに関するものである。

背景技術

[0002] 近年、インターネットなどの発達に伴い、あらゆる情報の電子化がなされ、電子ブックやスマートフォンなどの携帯型端末機を用いて、例えば、電子書籍や各種の電子化された情報などを見るのが一般的になっている。

[0003] 電子ブックやスマートフォンなどの携帯型端末機は、テーブルなどに置いて使用する場合もあるが、例えば、寝ころんで楽な姿勢で使用する場合も多い。

[0004] 図21に図示されているように、電子ブックやスマートフォンなどの携帯型端末機90を寝ころんで使用する場合、携帯型端末機90を一方の手で保持しなければならず、携帯型端末機90に所定の入力操作を行うためには、携帯型端末機90を使用者の近くに持ってきて、他方の手で入力操作を行う必要がある。

[0005] したがって、携帯型端末機90の製品の重さによって、手に疲れが生じたり、携帯型端末機90を使用者91の近くに持ってきて、入力操作を行う必要があるため不便であった。

[0006] そこで、特許文献1に記載されているような手位置動作検出手段を備えたヘッドマウントディスプレイが注目されている。

[0007] 図22は、特許文献1に記載の手位置動作検出手段を備えたヘッドマウントディスプレイの概略構成を示す図である。

[0008] 図示されているように、ヘッドマウントディスプレイ100は、頭部装着部110と、画像生成部120と、撮像装置131・132と、制御部140と、から構成されている。

- [0009] 頭部装着部 110 は、ユーザの頭部に装着できるように眼鏡のフレーム形状に形成されている。
- [0010] 画像生成部 120 は、頭部装着部 110 の側前部に取り付けられており、画像を生成し、当該画像をユーザに視認させるものである。
- [0011] そして、イメージセンサや結像光学系等から構成される撮像装置 131・132 は、一定間隔をおいて頭部装着部 110 の前部に取り付けられている。
- [0012] 制御部 140 は、ヘッドマウントディスプレイ 100 を制御するものであり、画像生成部 120 と撮像装置 131・132 とに接続されている。
- [0013] 上記構成によれば、画像生成部 120 が、奥行き方向（ユーザ視線の手前から遠い方向）に積層配置したように見える複数の仮想パネル画像を生成し、ユーザの手（指） 150 が、ある仮想パネルに、一定時間以上とどまった場合には、当該仮想パネルに対応するコマンドが実行されるようになっている。
- [0014] すなわち、左右の撮像装置 131・132 から得られるユーザの手（指） 150 の画像から、制御部 140 は、ユーザの手（指） 150 の奥行き方向の座標を検出し、ある仮想パネルにユーザの手（指） 150 が一定時間以上とどまったか否かを判断するようになっている。
- [0015] このような構成とすることにより、携帯型端末機を手を持つことなく、所定情報の画像を見ることができるとともに、入力操作も行うことができる装置を実現することができる。
- [0016] また、さらに特許文献 1 には、ユーザの手（指） 150 に、ユーザの手の動作（例えば、指を曲げた等）を検出するセンサー 160 を取り付けた構成についても開示されている。
- [0017] 上記構成によれば、ユーザの手の動作を検出して、入力操作を行う装置を実現することができる。
- [0018] そして、特許文献 2 には、対象物の 3 次元マッピングに用いることができる光マッピングシステムについて記載されている。

- [0019] 図23は、特許文献2に記載の光マッピングシステムの概略構成を示す図である。
- [0020] 図示されているように、光マッピングシステムには、対象物213上にランダムスペckルパターン（望ましくは一定パターン）を投影するように構成された照明ユニット212と、画像化装置214と、が備えられている。
- [0021] 照明ユニット212には、光源ユニット212Aと、光源ユニット212Aからの照明光の光路内に收容され、光源出力に非常に近接していることが望ましい一定ランダムスペckルパターンの発生器212Bと、が備えられている。
- [0022] 一方、画像化装置214には、対象物213からの反射光を検出できるように、画像レンズ214Bを備えた光検出器214A（ピクセルマトリクス、例えばCCD）が備えられている。
- [0023] そして、制御システム216は、画像化装置214の出力に接続されており、制御システム216には、メモリ216Aと、データの処理および解析を行うプロセッサ216Bと、入力／出力装置216C（例えば、表示装置のようなデータ提示部）と、が備えられている。
- [0024] 画像化装置214は、照明領域の光応答（光反射）を検出して、画像データを生成するように構成され、上記画像データは、投影スペckルパターンを有する対象物213を示しており、上記パターンの参照画像に対する対象物213の画像におけるパターンのずれを示している。
- [0025] 上記構成によれば、対象物213の3次元マップの実時間再構成が可能になると記載されている。

先行技術文献

特許文献

- [0026] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開2010-146481号公報（2010年7月1日公開）」
- 特許文献2：日本国公開特許公報「特表2009-511897号公報（2009年3月19日公開）」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0027] しかしながら、図 2 2 に示す特許文献 1 に開示されている構成は、アクティブな照明を備えてない構成であるため、寝室などの暗いところでは、ユーザの手（指）150の位置を検出できないという問題がある。
- [0028] また、図 2 3 に示す特許文献 2 に開示されている光マッピングシステムは、制御システム 2 1 6 に備えられた入力／出力装置 2 1 6 C（表示装置）とは、独立しているため、上記光マッピングシステムに備えられた画像化装置 2 1 4 は、入力／出力装置 2 1 6 C（表示装置）が動いたとしても、この動きに応じた画像データを生成することができない。
- [0029] したがって、使用者の姿勢変化などによって、その向きが頻繁に変わることが想定される表示装置であるヘッドマウントディスプレイにおいては、上記光マッピングシステムを用いて、対象物の 3 次元座標を検出するのは困難である。
- [0030] 本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、寝室などの暗いところにおいても、検出対象物の 3 次元座標の算出が可能であり、ヘッドマウントディスプレイを装着した使用者が首などを動かしても、この動きに応じた検出対象物の 3 次元座標の算出が可能なヘッドマウントディスプレイ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

- [0031] 本発明のヘッドマウントディスプレイは、上記の課題を解決するために、使用者に画像を認識させる表示部を備え、検出対象物の 3 次元座標を算出できるヘッドマウントディスプレイであって、上記使用者が頭部に装着するための装着部には、上記検出対象物に所定パターンの赤外光を照射する赤外光照射部と、上記検出対象物によって反射された上記赤外光を検出する赤外光検出部と、が所定間隔を有して備えられており、制御部には、上記 3 次元座標の算出部が備えられており、上記算出部は、上記赤外光検出部によって得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンから、互いに直交す

る第1の軸方向および第2の軸方向の座標値を算出し、上記検出対象物に照射される所定パターンと上記赤外光検出部によって得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとのずれ量から、上記第1の軸方向および上記第2の軸方向と直交し、かつ、上記使用者の視線方向である第3の軸方向の座標値を算出することを特徴としている。

[0032] 上記構成によれば、赤外光照射部と赤外光検出部とが備えられているため、例えば、寝室などの暗いところにおいても、検出対象物の3次元座標の算出が可能となる。

[0033] また、上記構成によれば、赤外光照射部と赤外光検出部とが上記使用者が頭部に装着するための装着部に備えられているため、例えば、上記使用者が首などを動かしても、この動きに応じた検出対象物の3次元座標の算出が可能となる。

[0034] したがって、上記構成によれば、寝室などの暗いところにおいても、検出対象物の3次元座標の算出が可能であり、ヘッドマウントディスプレイを装着した使用者が首などを動かしても、この動きに応じた検出対象物の3次元座標の算出が可能なヘッドマウントディスプレイを実現することができる。

発明の効果

[0035] 本発明のヘッドマウントディスプレイは、以上のように、上記使用者が頭部に装着するための装着部には、上記検出対象物に所定パターンの赤外光を照射する赤外光照射部と、上記検出対象物によって反射された上記赤外光を検出する赤外光検出部と、が所定間隔を有して備えられており、制御部には、上記3次元座標の算出部が備えられており、上記算出部は、上記赤外光検出部によって得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンから、互いに直交する第1の軸方向および第2の軸方向の座標値を算出し、上記検出対象物に照射される所定パターンと上記赤外光検出部によって得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとのずれ量から、上記第1の軸方向および上記第2の軸方向と直交し、かつ、上記使用者の視線方向である第3の軸方向の座標値を算出する構成である。

[0036] それゆえ、寝室などの暗いところにおいても、検出対象物の3次元座標の算出が可能であり、ヘッドマウントディスプレイを装着した使用者が首などを動かしても、この動きに応じた検出対象物の3次元座標の算出が可能なヘッドマウントディスプレイを実現することができる。

図面の簡単な説明

[0037] [図1]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイの概略構成を示す図である。

[図2]図1に示した本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイの各部分を説明するための図である。

[図3]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、三角測量の原理に用いて奥行き情報を求める方法を説明するための図である。

[図4]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、三角測量の原理に用いて奥行き情報を求める方法を説明するための図である。

[図5]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、行われるパターンマッチング方法を説明するための図である。

[図6]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、近距離に検出対象物が存在する場合、そのX軸方向の座標とY軸方向の座標とを求める原理を説明するための図である。

[図7]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、用いることができる入力操作の一例を示す図である。

[図8]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、用いることができる入力操作の他の一例を示す図である。

[図9]図8に示す入力操作の判定を行う方式の一例を示す図である。

[図10]本発明の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイの使用様子を示す図である。

[図11]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイの概略構成を示す図である。

[図12]図11に示した本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプ

レイの各部分を説明するための図である。

[図13]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、MRモードを実現した場合の一例を示す図である。

[図14]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、ツール装着モードを実現した場合の一例を示す図である。

[図15]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、右眼用撮像装置から取り込まれた右眼用のカラー画像 $f(n_1, n_2)$ と左眼用撮像装置から取り込まれた左眼用のカラー画像 $g(n_1, n_2)$ との大きさを示す図である。

[図16]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、位相限定相関法に基づく画像マッチングを行う際に用いられるハニング窓の1例を示す図である。

[図17]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、用いることができる重み付け関数としての方形型の低域通過フィルタ $H(k_1, k_2)$ のスペクトルとこれに対応する位相限定相関関数とを示す図である。

[図18]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、用いることができる位相限定相関関数と座標点との関係を示す図である。

[図19]本発明の他の一実施の形態のヘッドマウントディスプレイにおいて、用いることができる位相限定相関関数の1番目のピーク中心よりサブピクセルの移動量 δ を推定する方法を示す図である。

[図20]図19に示す位相限定相関関数の2番目のピーク中心よりサブピクセルの移動量 δ を推定する方法を示す図である。

[図21]従来の携帯型端末機の使用様子を示す図である。

[図22]従来のヘッドマウントディスプレイの概略構成を示す図である。

[図23]従来の光マッピングシステムの概略構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0038] 以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について詳しく説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相

対配置などはあくまで一実施形態に過ぎず、これらによってこの発明の範囲が限定解釈されるべきではない。

[0039] なお、以下の実施の形態においては、3D用のヘッドマウントディスプレイを前提に説明をするが、これに限定されることはない。

[0040] [実施の形態1]

図1は、ヘッドマウントディスプレイ1 (Head Mounted Display; HMD) の概略構成を示す図である。

[0041] 図示されているように、ヘッドマウントディスプレイ1には、使用者が頭部に装着するため、眼鏡のフレーム形状に形成されている装着部2と、上記使用者に画像を認識させる表示部として、右眼用画像表示部3および左眼用画像表示部4と、が備えられている。

[0042] そして、装着部2には、検出対象物21に所定パターンの赤外光を照射する赤外光照射部5と検出対象物21によって反射された上記赤外光を検出する赤外光検出部6とが、所定間隔を有して設けられている。

[0043] さらに、装着部2には、右眼用画像表示部3および左眼用画像表示部4と赤外光照射部5と赤外光検出部6などを制御する制御ユニット7 (制御部) が備えられているとともに、上記使用者の右耳にかかる部分 (右側のつる部分) には右耳用イヤホン8が、上記使用者の左耳にかかる部分 (左側のつる部分) には左耳用イヤホン9が、それぞれ設けられている。

[0044] なお、図示されているように、図中の右方向がX軸方向、図中の上方向がY軸方向、上記X軸方向と上記Y軸方向と直交し、図中の手前方向がZ軸方向である。

[0045] 以下、図2に基づいて、右眼用画像表示部3、左眼用画像表示部4、赤外光照射部5、赤外光検出部6および制御ユニット7の各構成についてさらに詳しく説明する。

(右眼用画像表示部および左眼用画像表示部の構成)

図2に図示されているように、右眼用画像表示部3には、バックライトとして白色LED10aが備えられており、白色LED10aから出射された

光は、集光レンズ11aを介して、液晶表示パネル12aに入射され、後述するディスプレイコントローラから液晶表示パネル12aに入力される画像データに応じて、液晶表示パネル12aの各画素における光の透過率が制御され、白色LED10aから出射された光は、液晶表示パネル12aとプリズム13aとレンズ14aとを介して、所定画像として使用者の右眼に認識されるようになっている。

[0046] 同様に、左眼用画像表示部4には、バックライトとして白色LED10bが備えられており、白色LED10bから出射された光は、集光レンズ11bを介して、液晶表示パネル12bに入射され、後述するディスプレイコントローラから液晶表示パネル12bに入力される画像データに応じて、液晶表示パネル12bの各画素における光の透過率が制御され、白色LED10bから出射された光は、液晶表示パネル12bとプリズム13bとレンズ14bとを介して、所定画像として使用者の左眼に認識されるようになっている。

[0047] なお、本実施の形態においては、液晶表示パネル12a・12bとして、プロジェクターなどの投射型表示装置において一般的によく用いられている高温ポリシリコンTFT液晶表示パネルを用いており、バックライトとして、白色LED10a・10bを用いているため、カラーフィルターを備えた高温ポリシリコンTFT液晶表示パネルを用いた。

[0048] 本実施の形態において用いることができる液晶表示パネルとしては、これに限定されず、バックライトとして赤色光源、緑色光源および青色光源をそれぞれ備え、上記それぞれの光源用としてカラーフィルターを備えてない高温ポリシリコンTFT液晶表示パネル3枚を用いた構成とすることもできる。

[0049] また、液晶表示パネル以外にも、LCOS (Liquid crystal on silicon) や有機ELディスプレイOLED (Organic Light Emitting Diode)、電界放出型ディスプレイFED (Field Emission Display)、表面伝導

型電子放出素子ディスプレイSED (Surface-conduction Electron-emitter Display) などを用いることもできる。

(赤外光照射部)

そして、ヘッドマウントディスプレイ1には、検出対象物21である指や検出対象物21の背景物に対して、赤外光(IR光)を照射するための赤外光照射部5が備えられている。

[0050] 赤外光照射部5は、赤外光LED15と、赤外光LED15から出射された光を均一にするための拡散板16と、ランダムに形成されたドットパターンを有するマイクロレンズアレイ部17と、投射レンズ18と、を備えている。

[0051] 赤外光LED15から出射された光は、拡散板16によって均一化され、マイクロレンズアレイ部17と投射レンズ18とを介して、ドットパターン(所定パターン)の赤外光が検出対象物21や検出対象物21の背景物に照射されるようになっている。

[0052] なお、本実施の形態においては、ランダムドットパターンが設けられたマイクロレンズアレイ部17を用いているが、マイクロレンズアレイ部17に設けるパターンは、特に限定されない。

(赤外光検出部)

そして、図示されているように、ヘッドマウントディスプレイ1には、検出対象物21や検出対象物21の背景物から反射された赤外光を検出するため、赤外光検出部6として赤外光カメラが備えられている。

[0053] 本実施の形態においては、赤外光検出部6として、赤外光領域の光のみを選択的に通す赤外光フィルターを有する2次元的に配列された受光素子を備えたCCD19と、集光レンズ20と、を備えた赤外光カメラを用いているが、これに限定されることはなく、受光素子が上記赤外光領域に感度を有するのであれば、例えば、上記受光素子が2次元的に配列されたCMOSやフォトランジスタなどを備えた赤外光カメラを用いることもできる。

(制御ユニット)

図示されているように、制御ユニット 7 の相関器 2 2 には、赤外光検出部 6 で得られた画像信号をデジタル化した画像データと、メモリ 2 3 から基準パターン（マイクロレンズアレイ部 1 7 に設けられたランダムドットパターン）の画像データと、が入力されるようになっている。

[0054] 相関器 2 2 においては、赤外光検出部 6 から入力された画像データと、メモリ 2 3 から入力された基準パターンの画像データと、を詳しくは後述する三角測量の原理を用いて、両データのパターンのマッチングをとることによって、奥行きの大きさによって、赤外光カメラ上の本来の位置からのパターンの位置ずれが発生することを利用する。

[0055] すなわち、相関器 2 2 においては、赤外光検出部 6 から入力された画像データとメモリ 2 3 から入力された基準パターンの画像データとの何れか一方のデータを所定量ずつずらしながら、他方のデータとの相関計算を行い、相関値が極値となるずれ量を求める。

[0056] なお、本実施の形態においては、上記相関計算は、小さい画素ブロックのサイズ単位で計算を行っているが、これに限定されることはない。

[0057] そして、奥行き情報復元部 2 4 においては、相関器 2 2 において求めたずれ量に基づいて、検出対象物 2 1 や検出対象物 2 1 の背景物の奥行き情報（ヘッドマウントディスプレイ 1 の使用者の視線方向である Z 軸方向の座標値）を算出し、CPU 2 6 に供給する。

[0058] すなわち、相関器 2 2 から奥行き情報復元部 2 4 には、上記奥行き情報とともに、赤外光検出部 6 から入力された画像データも供給され、奥行き情報復元部 2 4 では、それぞれの上記画像データに上記奥行き情報が加えられた奥行き画像データが生成され、CPU 2 6 に供給されるようになっている。

[0059] なお、LED 駆動回路 2 5 は CPU 2 6 によって制御され、赤外光 LED 1 5 を駆動するためのものである。

[0060] 以下、図 3、図 4 および図 5 に基づいて、両データのパターンのマッチングをとることによって、上記奥行き情報を求める方法について具体的に説明

する。

[0061] 図3および図4は、ヘッドマウントディスプレイ1において、三角測量の原理を用いて上記奥行き情報を求める方法を説明するための図である。

[0062] 図3は、赤外光照射部5のマイクロレンズアレイ部（未図示）に設けられたドットパターン中、中心から θ だけ右側に傾いているある一つのパターンから出射した赤外光の経路上に、検出対象物が存在する場合において、その奥行き情報を求める方法を説明するための図である。

[0063] 図示されているように、赤外光照射部5のある一つのドットパターンから出射された赤外光の中心は θ だけ右側に傾いており、赤外光検出部6としての赤外光カメラの中心は θ だけ左側に傾いている。

[0064] 赤外光照射部5の上記所定のドットパターンから出射された赤外光と、赤外光検出部6としての赤外光カメラの中心との交点Z（交点Zは、赤外光照射部5と赤外光検出部6とを結ぶ直線からの最短距離でLだけ離れている）の位置を、ヘッドマウントディスプレイ1の使用者の視線方向であるZ軸方向の基準点とする。

[0065] 検出対象物が基準点である交点Zの位置にある時においては、検出対象物に照射される上記中心から θ だけ右側に傾いているある一つのパターン近傍のドットパターンと、上記検出対象物によって反射され、赤外光検出部6としての赤外光カメラによって得られる上記中心から θ だけ右側に傾いているある一つのパターンに対応するパターン近傍のドットパターンとは、同じパターンとなり、中心に対してずれは生じない。

[0066] 一方、検出対象物が、中心から赤外光照射部5側であり、交点Zより ΔZ 分だけ手前の位置Z'にある時には、下記式(1)が成立する。

[0067] [数1]

$$(L - \Delta Z) \tan(\theta + \Delta \theta) = L + \Delta Z \tan \theta \quad \cdots \text{式(1)}$$

[0068] そして、上記式(1)を ΔZ について、整理すると下記式(2)となる。

[0069]

[数2]

$$\Delta Z = \frac{L \tan(\theta + \Delta \theta) - l}{\tan(\theta + \Delta \theta) + \tan \theta} \quad \dots \text{式(2)}$$

[0070] 上記式(2)において、 θ は、赤外光照射部5および赤外光検出部6の設け方によって定まる設定値であり、 $\Delta \theta$ は後述する両データのパターンマッチングによって得られ、 l は赤外光照射部5と赤外光検出部6との間の距離の半値であり、 L は $l / \tan \theta$ から求めることができるので、上記式(2)を用いて、検出対象物の奥行き情報 ΔZ (ヘッドマウントディスプレイ1の使用者の視線方向であるZ軸方向の座標値)を求めることができる。

[0071] 図4は、赤外光照射部5のマイクロレンズアレイ部(未図示)に設けられたドットパターン中、中心から $2\theta - \phi$ だけ右側に傾いているある一つのパターンから出射した赤外光の経路上に、検出対象物が存在する場合において、その奥行き情報を求める方法を説明するための図である。

[0072] 図示されているように、赤外光照射部5のある一つのドットパターンから出射された赤外光の中心は $2\theta - \phi$ だけ右側に傾いており、赤外光検出部6としての赤外光カメラの中心は ϕ だけ左側に傾いている。

[0073] 赤外光照射部5の上記所定のドットパターンから出射された赤外光と、赤外光検出部6としての赤外光カメラの中心との交点Z(交点Zは、赤外光照射部5と赤外光検出部6とを結ぶ直線からの最短距離でLだけ離れている)の位置を、ヘッドマウントディスプレイ1の使用者の視線方向であるZ軸方向の基準点とする。

[0074] 検出対象物が基準点である交点Zの位置にある時においては、検出対象物に照射される上記中心から $2\theta - \phi$ だけ右側に傾いているある一つのパターン近傍のドットパターンと、上記検出対象物によって反射され、赤外光検出部6としての赤外光カメラによって得られる上記中心から $2\theta - \phi$ だけ右側に傾いているある一つのパターンに対応するパターン近傍のドットパターンとは、中心から $\theta - \phi$ だけずれている。

[0075] 一方、検出対象物が、中心から赤外光検出部6側であり、交点Zより ΔZ

分だけ手前の位置 Z' には、下記式 (3) が成立する。

[0076] [数3]

$$(L - \Delta Z) \tan(\phi + \Delta \phi) = L \tan \phi + \Delta Z \tan(2\theta - \phi) \quad \dots \text{式(3)}$$

[0077] そして、上記式 (3) を ΔZ について、整理すると下記式 (4) となる。

[0078] [数4]

$$\Delta Z = \frac{L \tan(\phi + \Delta \phi) - L \tan \phi}{\tan(2\theta - \phi) + \tan(\phi + \Delta \phi)} \quad \dots \text{式(4)}$$

[0079] 上記式 (4) において、 $2\theta - \phi$ は、赤外光照射部 5 の設け方によって定まる設定値であり、 ϕ は、赤外光検出部 6 の設け方によって定まる設定値であり、 $\Delta \phi$ は後述する両データのパターンマッチングによって得られ、 l は赤外光照射部 5 と赤外光検出部 6 との間の距離の半値であり、 L は $2l / (\tan \phi + \tan(2\theta - \phi))$ から求めることができるので、上記式 (4) を用いて、検出対象物の奥行き情報 ΔZ (ヘッドマウントディスプレイ 1 の使用者の視線方向である Z 軸方向の座標値) を求めることができる。

[0080] 図 5 は、 $\Delta \phi$ を求めるために行われるパターンマッチング方法を説明するための図である。

[0081] 図 5 の (a) の左側には、検出対象物に照射される赤外光照射部 5 から出射されるドットパターン $IP(i, j)$ が図示されており、図 5 (a) の右側には、上記検出対象物によって反射され、赤外光検出部 6 としての赤外光カメラによって得られるカメラでの撮像パターン $CP(k+i, j)$ が図示されている。

[0082] そして、図示されているように、基準となる赤外光照射部 5 から出射されるドットパターン $IP(i, j)$ の所定領域を、赤外光検出部 6 としての赤外光カメラによって得られた撮像パターン $CP(k+i, j)$ に対して、左右方向に少しずつずらしながら、すなわち、 k 値を変化させながら下記式 (5) に示す相関値 $R(k)$ を求めた。

[0083]

[数5]

$$\text{相関値}R(k)=\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\text{CP}(k+i,j) - \text{IP}(i,j))^2 \quad (k=-I \sim +I) \quad \cdots \text{式}(5)$$

[0084] なお、本実施の形態においては、小さい画素ブロックのサイズ単位で計算を行うため、

赤外光照射部5から出射されるドットパターンIP(i、j)の所定領域を基準とし、撮像パターンCP(k+i、j)に対して、左右方向に少しずつずらし、相関値R(k)を求めたが、撮像パターンCP(k+i、j)の所定領域を基準とし、赤外光照射部5から出射されるドットパターンIP(i、j)に対して、左右方向に少しずつずらし、相関値R(k)を求めてもよい。

[0085] 図5の(b)に図示されているように、k値を-1~+1の範囲で変化させながら、赤外光照射部5から出射されるドットパターンIP(i、j)と撮像パターンCP(k+i、j)との相関が最大となる、すなわち、相関値R(k)が最小値となるk=k'を求める。k'は、上述したΔθまたはΔφに対応する。

[0086] 以上のようにして、検出対象物21や検出対象物21の背景物の奥行き情報ΔZを求めることができる。

[0087] そして、図2に図示されているように、CPU26においては、情報復元部24から供給された奥行き情報ΔZが加えられた奥行き画像データを、ヘッドマウントディスプレイ1から約1m未満の近距離の画像データと、約1m以上の遠距離の画像データとに分離する。

[0088] 上記近距離の画像データとして分離された奥行き画像データは、ヘッドマウントディスプレイ1への入力操作の検出に用いられ、上記遠距離の画像データとして分離された奥行き画像データは、ヘッドマウントディスプレイ1の右眼用画像表示部3および左眼用画像表示部4に背景画像として表示されるようになっている。

[0089] 図6は、ヘッドマウントディスプレイ1から約1m未満の近距離に検出対

象物 2 1 としての指が存在する場合、その X 軸方向の座標と Y 軸方向の座標とを求める原理を説明するための図である。

[0090] 図 6 の (a) および図 6 の (b) は、赤外光照射部 5 から出射されたドットパターンが、それぞれ異なる位置にある指が存在する箇所のみで反射され、赤外光検出部 6 としての赤外光カメラによって得られた撮像パターンを図示している。なお、図 6 の (a) および図 6 の (b) においては、背景物は赤外光検出部 6 によって検出されない程、遠くに存在するものとする。

[0091] したがって、指が存在する箇所に相当するドットパターンが存在する箇所の X 軸方向 (図中左右方向) の座標と Y 軸方向 (図中上下方向) の座標とを求めればよい。

[0092] また、ヘッドマウントディスプレイ 1 から約 1 m 以上の遠距離に存在する検出対象物 2 1 についても、同様に X 軸方向の座標と Y 軸方向の座標とを求めることができる。

[0093] GPU 2 7 においては、CPU 2 6 から送られた上記遠距離の画像データとして分離されたドットパターンからなる奥行き画像データに基づいて、検出対象物 2 1 の輪郭線を示す画像を作成し、ディスプレイコントローラ 2 9 ・ 3 0 に供給し、ヘッドマウントディスプレイ 1 の右眼用画像表示部 3 および左眼用画像表示部 4 に背景画像として表示するようになっている。

[0094] 検出対象物 2 1 の輪郭線を示す画像の作成においては、上記遠距離の画像データとして分離されたドットパターンからなる奥行き画像データは、離散値であるため、輪郭線を得るためには、上記離散値の離散の程度がステップ分解能以下である必要があるが、上記離散値の離散の程度がステップ分解能より大きい場合には、線形補間などを用いて、等距離になる輪郭線を得ることができる。

[0095] 同様に、GPU 2 7 においては、CPU 2 6 から送られた上記近距離の画像データとして分離されたドットパターンからなる奥行き画像データに基づいて、検出対象物 2 1 である例えば、指の輪郭線を示す画像を作成し、再び、CPU 2 6 に送る。

- [0096] そして、図7の(a)に図示されているように、CPU26は、メモリ31に格納されている指の骨格モデル21bに関するデータを上記指の輪郭線21cを示す画像にフィッティングし、指先の先端部分21aのX、Y、Z座標を求めることができる。
- [0097] このように、指の骨格モデルを用いて、指先の先端部分のX、Y、Z座標を求めることにより、ヘッドマウントディスプレイ1において、より精度よく入力操作を行うことができる。なお、上記入力操作の一例については、後述する。
- [0098] また、通信部33を介して取得した例えば、電子書籍などのコンテンツ画像は、CPU26を介してGPU27に送られ、GPU27において3D用の画像（右眼用画像および左眼用画像）が作成され、上記3D用の画像は、必要に応じて3Dメモリ28に格納された後、ディスプレイコントローラ29・30に供給されるようになっている。
- [0099] 以上のようにして、電子書籍などのコンテンツ画像をヘッドマウントディスプレイ1の利用者に立体画像（3D画像）として認識させることができる。
- [0100] なお、電子書籍などのコンテンツ画像は、予めメモリ31に格納されているものを用いることもできる。
- [0101] そして、図2に図示されているように、制御ユニット7には、CPU26と接続されており、電源スイッチやモード設定スイッチやその他の操作スイッチなどからなるSW部32（スイッチ部）と、CPU26と接続されている各種のソフトウェア類が格納されているソフトウェア貯蔵部38とが備えられている。
- [0102] ソフトウェア貯蔵部38には、例えば、座標検出アルゴリズムなどが格納されている。
- [0103] Audio部34は、通信部33を介して取得された音声データやヘッドマウントディスプレイ1に備えられたマイク（未図示）から入力された音声データを解析し、イヤホン8・9から出力するようになっている。

- [0104] なお、電源供給部 35 は、制御ユニット 7 の各パーツに電源を供給するようになっている。
- [0105] 図 7 の (b)、図 7 の (c) および図 7 の (d) は、具体的な入力操作の一例を示す図である。
- [0106] 上記入力操作は、検出対象物 21 である例えば、指の先端座標の時間的変化パターンによって何種類かのジェスチャー認識を行うことにより実現できる。
- [0107] 図 7 の (b) は、コンテンツ画像として表示される仮想ブックの左上の付近で、指を左から右に動かせば、ページ進みジェスチャーとして認識され、仮想ブックのページがめくられる画像とともに、新しいページの画像が表示される一方、仮想ブックの右上の付近で、指を右から左へ動かすとページ戻しジェスチャーとして認識され、仮想電子ブックのページがめくられる画像とともに、以前のページの画像が表示される場合を図示している。
- [0108] 図 7 の (c) は、仮想ブックの真ん中付近で指を左から右へ動かすと仮想ブックが、初期背景座標の中で右へ移動する場合を図示している。
- [0109] また、図 7 の (d) は、仮想ブックの上で、親指と人指し指を広げるように操作すると、親指と人指し指の中心の座標を中心にして仮想ブックそのものの大きさが大きくなる場合を図示している。
- [0110] 図示していないが、仮想ブックの上で、逆に親指と人指し指の距離を縮めると、仮想ブックは小さくなる。
- [0111] 上記入力操作は、これらに限定されることはなく、例えば、図 8 に示すように、検出対象物 21 である例えば、指の仮想ブックへのタッチ有無で入力操作を行うこともできる。
- [0112] 図 8 においては、検出対象物 21 である指が仮想ブックに近づく方向が Z 軸方向である。
- [0113] 図 9 は、検出対象物 21 である指の先端の Z 軸方向の座標に基づいて、指の仮想ブックへのタッチの有無を判定する方式の一例を示す図である。
- [0114] 図 9 の (a) は、検出対象物 21 である指の先端の Z 軸方向の座標の時間

的变化を示しており、Z軸方向の座標が所定の閾値以上である場合、指の仮想ブックへのタッチがあったと判定する方式を示している。

[0115] すなわち、指の先端がヘッドマウントディスプレイ1から閾値以上離れると、タッチがあったと判定する方式である。

[0116] なお、上記閾値は、上記仮想ブックを表示するZ軸方向の座標に基づいて、適宜設定することができる。

[0117] また、図9の(b)は、検出対象物21である指の先端のZ軸方向の座標の時間的变化を示しており、Z軸方向の座標が、設定した2つの閾値1と閾値2との間に所定時間の間、存在する場合、指の仮想ブックへのタッチがあったと判定する方式を示している。

[0118] また、図9の(c)は、検出対象物21である指の先端のZ軸方向の座標を時間で微分した値が所定時間の間、所定の閾値以上である場合、指の仮想ブックへのタッチがあったと判定する方式を示している。

[0119] なお、ヘッドマウントディスプレイ1において、指の仮想ブックへのタッチの有無を判定する方式は、図9に示した方式に限定されることはなく、例えば、図9の(a)と図9の(c)とを組合わせた方式や図9の(b)と図9の(c)とを組合わせた方式を用いてもよい。

[0120] また、以下で説明するように、CPU26においては、nフレーム間に変化したヘッドマウントディスプレイ1の使用者の姿勢変化量を算出することにより、コンテンツ画像である仮想ブックを上記使用者の姿勢変化量に応じて表示させることができる。

[0121] XYZ軸の回転を θ 、 ϕ 、 γ 、XYZ軸の平行移動をX、Y、Zとすると、各回転行列 $R_x(\theta)$ 、 $R_y(\phi)$ および $R_z(\gamma)$ と平行移動行列 $T(X, Y, Z)$ とは、下記式(6)~式(9)で表すことができる。

[0122]

[数6]

$$R_x(\theta) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta) & \sin(\theta) & 0 \\ 0 & -\sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots \text{式(6)}$$

[0123] [数7]

$$R_y(\phi) = \begin{bmatrix} \cos(\phi) & 0 & -\sin(\phi) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \sin(\phi) & 0 & \cos(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots \text{式(7)}$$

[0124] [数8]

$$R_z(\gamma) = \begin{bmatrix} \cos(\gamma) & \sin(\gamma) & 0 & 0 \\ -\sin(\gamma) & \cos(\gamma) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \dots \text{式(8)}$$

[0125] [数9]

$$T(X,Y,Z) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ X & Y & Z & 1 \end{bmatrix} \quad \dots \text{式(9)}$$

[0126] 下記式(10)において、初期の背景画像 $[x \ y \ z]$ は (x_i, y_i, z_i) (x_i, y_i) で表現され、 n フレーム後の背景画像 $[x' \ y' \ z']$ は $(x_i, y_i, z_n(x_i, y_i))$ で表現されるので、 n フレーム間に

変化したヘッドマウントディスプレイ 1 の使用者の姿勢変化量 $R_x(\theta) R_y(\phi) R_z(\gamma) T(X, Y, Z)$ を逆算することができる。

[0127] [数10]

$$\begin{bmatrix} x' & y' & z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x & y & z \end{bmatrix} R_x(\theta) R_y(\phi) R_z(\gamma) T(X, Y, Z) \quad \cdots \text{式(10)}$$

[0128] そして、n フレーム間に変化したヘッドマウントディスプレイ 1 の使用者の姿勢変化量 $R_x(\theta) R_y(\phi) R_z(\gamma) T(X, Y, Z)$ の逆行列を $M(\theta, \phi, \gamma, X, Y, Z)$ とすると、下記式 (11) が成り立つ。

[0129] [数11]

$$\begin{bmatrix} x' & y' & z' \end{bmatrix} M(\theta, \phi, \gamma, X, Y, Z) = \begin{bmatrix} x & y & z \end{bmatrix} \quad \cdots \text{式(11)}$$

[0130] ヘッドマウントディスプレイ 1 の右眼用画像表示部 3 および左眼用画像表示部 4 に、所定の背景画像、例えば、初期の背景画像が常に表示される場合、コンテンツ画像である仮想ブックの初期座標値を上記使用者の姿勢変化量 $R_x(\theta) R_y(\phi) R_z(\gamma) T(X, Y, Z)$ 分、変換させて表示することにより、上記仮想ブックのみが上記使用者の姿勢が変化しただけついてくるモード（ツール装着モード）を実現することができる。

[0131] 一方で、ヘッドマウントディスプレイ 1 の右眼用画像表示部 3 および左眼用画像表示部 4 に、上記使用者の姿勢変化に応じて、次々と変わる背景画像が表示される場合、上記使用者の姿勢変化量 $R_x(\theta) R_y(\phi) R_z(\gamma) T(X, Y, Z)$ の逆行列を $M(\theta, \phi, \gamma, X, Y, Z)$ を用いて、コンテンツ画像である仮想ブックのみを初期座標値に固定して表示させることができる。したがって、上記使用者の姿勢変化に応じて、背景画像が次々と変わるが、コンテンツ画像である仮想ブックは、所定の位置に置かれているように表示されるモード（MRモード；Mixed Realityモード）を実現することができる。

[0132] ヘッドマウントディスプレイ 1 においては、使用者がツール装着モードと MRモードとを選択できるようにしている。

[0133] 図10に図示されているように、ヘッドマウントディスプレイ1を装着した使用者は、寝ころんで楽な姿勢で所定情報の画像を見ることができるとともに、寝室などの暗いところにおいても、入力操作を行うことができる。

[0134] 〔実施の形態2〕

次に、図11から図20に基づいて、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施の形態のヘッドマウントディスプレイ1aには、よりリアリティ性を向上させるために、背景画像をカラー画像で取り込むための右眼用撮像装置36と左眼用撮像装置37とが備えられている点において、実施の形態1とは異なっており、その他の構成については実施の形態1において説明したとおりである。説明の便宜上、上記の実施の形態1の図面に示した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付し、その説明を省略する。

[0135] 図11は、右眼用撮像装置36（カラーカメラ）と左眼用撮像装置37（カラーカメラ）とを備えたヘッドマウントディスプレイ1aの概略構成を示す図である。

[0136] 図示されているように、ヘッドマウントディスプレイ1aの装着部2であり、赤外光検出部6と隣接する箇所には右眼用撮像装置36が備えられており、赤外光照射部5と隣接する箇所には左眼用撮像装置37が備えられている。

[0137] そして、右眼用撮像装置36と左眼用撮像装置37とは、両眼視差を有する右眼用画像と左眼用画像とを取り込めるように、所定距離を離して設けられている。

[0138] 図12は、ヘッドマウントディスプレイ1aの各部分を説明するための図である。

[0139] 図示されているように、右眼用撮像装置36から取り込まれた右眼用のカラー画像と左眼用撮像装置37から取り込まれた左眼用のカラー画像とは、制御ユニット7a内の3Dメモリ28に格納され、CPU26は、これらの右眼用のカラー画像と左眼用のカラー画像とから、詳しくは後述する位相限

定相関法を用いて、これらの右眼用のカラー画像と左眼用のカラー画像との奥行き情報を算出するようになっている。

[0140] そして、GPU 27においては、CPU 26で算出した上記背景画像の奥行き情報を基にして、3D用画像として、GPU 27で作成された仮想ブックや仮想神殿などのコンテンツ画像の右眼用のカラー画像が上記背景画像の右眼用のカラー画像より手前側に位置するように、コンテンツ画像の右眼用のカラー画像と上記背景画像の右眼用のカラー画像とを透明合成させた右眼用のカラー画像を作成し、ディスプレイコントローラ 29 aに供給するようになっている。

[0141] 同様に、GPU 27においては、CPU 26で算出した上記背景画像の奥行き情報を基にして、3D用画像として、GPU 27で作成された仮想ブックや仮想神殿などのコンテンツ画像の左眼用のカラー画像が上記背景画像の左眼用のカラー画像より手前側に位置するように、コンテンツ画像の左眼用のカラー画像と上記背景画像の左眼用のカラー画像とを透明合成させた左眼用のカラー画像を作成し、ディスプレイコントローラ 30 aに供給するようになっている。

[0142] したがって、ヘッドマウントディスプレイ 1 aの使用者には、仮想ブックや仮想神殿などのコンテンツ画像が、上記背景画像の手前に位置するように認識させることができる。

[0143] なお、上記透明合成法以外に、上記コンテンツ画像と上記背景画像とが重なっている部分では、上記コンテンツ画像のみが優先的に見えるようにしてもよい。

[0144] 図 13は、ヘッドマウントディスプレイ 1 aにおいて、MRモードを実現した場合の一例を示している。

[0145] 図 13の (a) は、右眼用撮像装置 36および左眼用撮像装置 37から取り込まれ、ヘッドマウントディスプレイ 1 aの使用者に認識される3D用の背景画像のカラー画像を示しており、この3D用の背景画像のカラー画像は、上記使用者の姿勢変化に応じて次々と変わる。

[0146] 図13の(b)は、上記3D用の背景画像のカラー画像上に、コンテンツ画像である仮想神殿を手前側に重ねて表示させ、上記コンテンツ画像のみが優先的に見えるようにした場合を示している。

[0147] 上記実施の形態1で既に説明したように、MRモードにおいては、上記使用者の姿勢変化に応じて、背景画像が次々と変わるが、コンテンツ画像である仮想神殿は、所定の位置に置かれているように表示させることができる。

[0148] したがって、このようなモードによれば、周囲のリアルタイムな状況を知りながら、仮想コンテンツを楽しむことができる。

[0149] 一方、図14は、ヘッドマウントディスプレイ1aにおいて、ツール装着モードを実現した場合の一例を示している。

[0150] 図14の(a)および図14の(b)に図示されているように、ヘッドマウントディスプレイ1aの使用者の姿勢が変化しても、上記使用者に認識される背景画像は、常に同じであるが、コンテンツ画像である仮想ブックのみが上記使用者の姿勢が変化した分だけついてくるようにすることができる。

[0151] なお、図14の(a)および図14の(b)においては、上記背景画像の手前側に、上記コンテンツ画像を透明合成させた場合を示しており、上記コンテンツ画像を通して、後ろの背景画像をある程度見ることができるようになっている。

[0152] ヘッドマウントディスプレイ1aにおいては、使用者がMRモードとツール装着モードとを選択できるようにしているため、使い勝手がよい。

(位置限定相関法)

以下、図15から図20に基づいて、右眼用撮像装置36から取り込まれた右眼用のカラー画像と左眼用撮像装置37から取り込まれた左眼用のカラー画像とから、より精度の高い奥行き情報を算出するために本実施の形態において用いられる位相限定相関法について説明する。

[0153] なお、本実施の形態においては、より精度の高い奥行き情報を算出するため位相限定相関法を用いているが、この他の相関法を用いてもよいのはもちろんである。

[0154] 図15は、ある同一フレームにおいて、右眼用撮像装置36から取り込まれた右眼用のカラー画像 $f(n_1, n_2)$ と左眼用撮像装置37から取り込まれた左眼用のカラー画像 $g(n_1, n_2)$ との大きさを示す図である。

[0155] 右眼用のカラー画像 $f(n_1, n_2)$ と左眼用のカラー画像 $g(n_1, n_2)$ とは、微小に位置ずれした同一画像であり、その大きさは図示されているように $N_1 \times N_2$ である。

[0156] そして、定式化の便宜上、離散空間のインデックスを $n_1 = -M_1, \dots, M_1$ および $n_2 = -M_2, \dots, M_2$ とし、画像の大きさを $N_1 = 2M_1 + 1$ および $N_2 = 2M_2 + 1$ とすると、画像 $f(n_1, n_2)$ および画像 $g(n_1, n_2)$ を2次元離散フーリエ変換した $F(k_1, k_2)$ および $G(k_1, k_2)$ を、下記式(12)および下記式(13)のように得ることができる。

[0157] [数12]

$$\begin{aligned} F(k_1, k_2) &= \sum_{n_1, n_2} f(n_1, n_2) W_{N_1}^{k_1 n_1} W_{N_2}^{k_2 n_2} \\ &= A_f(k_1, k_2) e^{j\theta_f(k_1, k_2)} \quad \dots \text{式(12)} \end{aligned}$$

[0158] [数13]

$$\begin{aligned} G(k_1, k_2) &= \sum_{n_1, n_2} g(n_1, n_2) W_{N_1}^{k_1 n_1} W_{N_2}^{k_2 n_2} \\ &= A_g(k_1, k_2) e^{j\theta_g(k_1, k_2)} \quad \dots \text{式(13)} \end{aligned}$$

[0159] 上記式(12)および上記式(13)においては、 $k_1 = -M_1, \dots, M_1$ 、 $k_2 = -M_2, \dots, M_2$ 、 $W_{N_1} = e^{-j2\pi/N_1}$ 、 $W_{N_2} = e^{-j2\pi/N_2}$ である。

[0160] 上記式(12)において、 $A_f(k_1, k_2)$ は、画像 $f(n_1, n_2)$ の振幅成分であり、 $e^{j\theta_f(k_1, k_2)}$ は、信号の位相成分であり、上記式(13)において、 $A_g(k_1, k_2)$ は、画像 $g(n_1, n_2)$ の振幅成分であり、 $e^{j\theta_g(k_1, k_2)}$ は、信号の位相成分である。

[0161] そして、上記各画像のフーリエ変換の各周波数での絶対値で正規化した相

関値 $R(k_1, k_2)$ は、下記式 (14) のように定義される。

[0162] [数14]

$$R(k_1, k_2) = \frac{F(k_1, k_2) * \overline{G(k_1, k_2)}}{|F(k_1, k_2) * \overline{G(k_1, k_2)}|} \\ = e^{j(\theta f(k_1, k_2) - \theta g(k_1, k_2))} \quad \dots \text{式(14)}$$

[0163] 上記式 (14) は、画像 $f(n_1, n_2)$ および画像 $g(n_1, n_2)$ が同じ場合には、全て 1 (完全相関) となる。

[0164] 上記式 (14) を逆フーリエ変換して下記式 (15) で表される位相限定相関関数 $r(n_1, n_2)$ を得ることができる。

[0165] [数15]

$$r(n_1, n_2) = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{k_1, k_2} R(k_1, k_2) W_{N_1}^{-k_1 n_1} W_{N_2}^{-k_2 n_2} \quad \dots \text{式(15)}$$

[0166] 一方、連続空間で定義された画像の場合においては、以下のようにして位相限定相関関数を得ることができる。

[0167] 連続空間で定義された元画像を $Sc(x_1, x_2)$ で表した場合、上記連続空間で δ_1, δ_2 だけシフトした画像は $Sc(x_1 - \delta_1, x_2 - \delta_2)$ で表される。

[0168] 元画像の離散サンプルを右眼用撮像装置 36 から取り込まれた右眼用のカラー画像 $f(n_1, n_2)$ とし、シフトした画像を左眼用撮像装置 37 から取り込まれた左眼用のカラー画像 $g(n_1, n_2)$ とすると、画像 $f(n_1, n_2)$ は、下記式 (16) のように定義され、画像 $g(n_1, n_2)$ は、下記式 (17) のように定義される。

[0169] [数16]

$$f(n_1, n_2) = Sc(x_1, x_2)|_{x_1=n_1 T_1, x_2=n_2 T_2} \quad \dots \text{式(16)}$$

[0170] [数17]

$$g(n_1, n_2) = Sc(x_1 - \delta_1, x_2 - \delta_2)|_{x_1=n_1 T_1, x_2=n_2 T_2} \quad \dots \text{式(17)}$$

[0171] そして、このときの位相限定相関関数は、下記式（18）となる。

[0172] [数18]

$$r(n_1, n_2) \doteq \frac{\alpha}{N_1 N_2} \frac{\text{Sin}\{\pi(n_1 + \delta_1)\} \text{Sin}\{\pi(n_2 + \delta_2)\}}{\text{Sin}\{\frac{\pi}{N_1}(n_1 + \delta_1)\} \text{Sin}\{\frac{\pi}{N_2}(n_2 + \delta_2)\}} \dots \text{式}(18)$$

[0173] なお、上記式（18）における位相限定相関法では、帯域制限により $1 \leq \alpha$ となる。

[0174] また、画像サイズ N_1 , N_2 が十分に大きい場合は、位相限定相関関数は、下記式（19）に示すように近似できる。

[0175] [数19]

$$r(n_1, n_2) \doteq \alpha \frac{\text{Sin}\{\pi(n_1 + \delta_1)\} \text{Sin}\{\pi(n_2 + \delta_2)\}}{\pi(n_1 + \delta_1) \pi(n_2 + \delta_2)} \dots \text{式}(19)$$

[0176] また、画像 $f(n_1, n_2)$ および画像 $g(n_1, n_2)$ を2次元離散フーリエ変換した $F(k_1, k_2)$ および $G(k_1, k_2)$ は、画像が循環することを仮定しているため、画像端で不連続となり、折り返し歪が発生する。

[0177] したがって、本実施の形態においては、上記折り返し歪の影響を低減するため、下記式（20）に示すようなハンギング窓関数を画像 $f(n_1, n_2)$ および画像 $g(n_1, n_2)$ に乗じた。

[0178] [数20]

$$w(n_1, n_2) = \frac{1 + \text{Cos}\left(\frac{\pi n_1}{M_1}\right)}{2} \frac{1 + \text{Cos}\left(\frac{\pi n_2}{M_2}\right)}{2} \dots \text{式}(20)$$

[0179] 図16は、位相限定相関法に基づく画像マッチングを行う際に用いられるハンギング窓の1例であり、折り返し歪の影響を低減するための空間フィルタを示す。

[0180] 図16は、上記式（20）を視覚化したもので、そのオフセットは（0, 0）が（16, 16）に対応している。

[0181] なお、右眼用撮像装置36や左眼用撮像装置37などのカメラで撮影した

自然画像では、低周波数領域に比べて高周波数領域における S / N 比が低いことが予測されるため、本実施の形態においては、重み付け関数として、方形型の低域通過フィルタを用いることで、信頼性の低い高周波成分を除去し、高精度化を実現している。

[0182] 下記式 (21) に示すように、重み付け関数としての方形型の低域通過フィルタ $H(k_1, k_2)$ は、 k_1 が $0 \sim U_1$ であり、 k_2 が $0 \sim U_2$ であるときには 1 となり、その他のときには 0 となる。

[0183] なお、 U_1 および U_2 はそれぞれ $0 \leq U_1 \leq M_1$ および $0 \leq U_2 \leq M_2$ を満たす整数である。

[0184] [数21]

$$H(k_1, k_2) = \begin{cases} 1: 0 \leq k_1 \leq U_1, 0 \leq k_2 \leq U_2 \\ 0: \text{その他の時} \end{cases} \quad \dots \text{式(21)}$$

[0185] そして、上記式 (19) に方形型の低域通過フィルタ $H(k_1, k_2)$ を適用すると、

下記式 (22) のように表される。

[0186] [数22]

$$r(n_1, n_2) \doteq \alpha \frac{\text{Sin}\left[\frac{V_1}{N_1} \pi(n_1 + \delta_1)\right]}{\pi(n_1 + \delta_1)} \frac{\text{Sin}\left[\frac{V_2}{N_2} \pi(n_2 + \delta_2)\right]}{\pi(n_2 + \delta_2)} \quad \dots \text{式(22)}$$

[0187] 上記式 (22) において、 $V_1 = 2U_1 + 1$ で、 $V_2 = 2U_2 + 1$ である。

[0188] なお、図 17 の (a) は、重み付け関数としての方形型の低域通過フィルタ $H(k_1, k_2)$ のスペクトルを示しており、図 17 の (b) は、これに対応する位相限定相関関数を示している。

[0189] そして、上記式 (22) に示す位相限定相関関数を 1 次元相関ピークモデルに基づく評価式 (Peak Evaluation Formula: PEF) で書き直すと下記式 (23) となる。

[0190]

[数23]

$$r(n) \doteq \alpha \frac{\text{Sin}\left\{\frac{V_1}{N_1} \pi(n+\delta)\right\}}{\pi(n+\delta)} \cdots \text{式(23)}$$

[0191] 図18は、上記式(23)に示す位相限定相関関数と座標点との関係を示す図である。

[0192] 図示されているように、点 $n=p$ に着目し、さらにこの点 p から $\pm d$ (d は自然数) だけ離れた点 $n=p+d$ および $n=p-d$ を考えると、この3点における位相限定相関関数の値 $r(n-d)$ 、 $r(n)$ 、 $r(n+d)$ の間には、下記式(24)の関係が成り立つ。

[0193] [数24]

$$(p-d+\delta) \cdot r(p-d) + (p+d+\delta) \cdot r(p+d) = 2(p+\delta) \cdot \text{Cos}\left(\frac{\pi}{N} d\right) \cdot r(p) \cdots \text{式(24)}$$

[0194] そして、サブピクセルの移動量 δ は下記式(25)となる。

[0195] [数25]

$$\delta = v(p, d)/u(p, d) \cdots \text{式(25)}$$

ここで、

$$u(p, d) = r(p-d) + r(p+d) - 2\text{Cos}\left(\frac{\pi}{N} d\right) \cdot r(p)$$

$$v(p, d) = 2\text{Cos}\left(\frac{\pi}{N} d\right) \cdot r(p) - (p-d) \cdot r(p-d) - (p+d) \cdot r(p+d)$$

である

[0196] 以下、複数(1組)の3点組より最小2乗法にて、ピーク位置を算出する方法について説明する。

[0197] 1組の3点組を下記式(26)とすると、 L 個の方程式が得られる。

[0198] [数26]

$$(p_i - d_i, p_i, p_i + d_i) \quad (i = 1, 2, 3, \dots, L) \cdots \text{式(26)}$$

[0199] そして、下記式（27）に示すサブピクセルの移動量 δ の最適値を求めるためには、下記式（28）に示す2乗誤差を最小にすればよい。

[0200] [数27]

$$\delta = v(p_i, d_i)/u(p_i, d_i) \quad \dots \text{式(27)}$$

[0201] [数28]

$$J = \sum_{i=1}^l |v(p_i, d_i) - \delta u(p_i, d_i)| \quad \dots \text{式(28)}$$

[0202] 上記式（28）を δ で変分して0とおくと、下記式（29）を得ることができる。

[0203] [数29]

$$\delta = (U^T U)^{-1} U^T V \quad \dots \text{式(29)}$$

ここで

$$U = [u(p_1, d_1), u(p_2, d_2), u(p_3, d_3) \dots u(p_l, d_l)]^T$$

$$V = [v(p_1, d_1), v(p_2, d_2), v(p_3, d_3) \dots v(p_l, d_l)]$$

である

[0204] 図19の（a）から図19の（d）は、上記位相限定相関関数の1番目のピーク中心よりサブピクセルの移動量 δ を推定する方法を示す図であり、図20の（a）から図20の（d）は、上記位相限定相関関数の2番目のピーク中心よりサブピクセルの移動量 δ を推定する方法を示す図である。

[0205] 以下、本実施の形態において、制御ユニット7a内で行われるサブピクセルの移動量 δ を推定する方法について具体的に説明する。

[0206] 本実施の形態においては、制御ユニット7a内のCPU28で、少し位置ずれした画像 $f(n_1, n_2)$ と画像 $g(n_1, n_2)$ とに、上記式（20）に示すハニング窓関数をかけて、画像 $f_w(n_1, n_2)$ と画像 $g_w(n_1, n_2)$ とを生成する。

- [0207] そして、画像 $f_w(n_1, n_2)$ と画像 $g_w(n_1, n_2)$ とをフーリエ変換し、上記式 (12) に示す $F(k_1, k_2)$ と、上記式 (13) に示す $G(k_1, k_2)$ と、を求める。
- [0208] それから、上記式 (14) に基づいて、 $F(k_1, k_2)$ と $G(k_1, k_2)$ との係数の絶対値を正規化して $R(k_1, k_2)$ を生成する。
- [0209] そして、 $R(k_1, k_2)$ を逆フーリエ変換して、位相限定相関関数 $r(n_1, n_2)$ を得て、図 19 に図示されているように、位相限定相関関数 $r(n_1, n_2)$ の 1 番目のピークの位置を求め p_1 に対応させ、図 20 に図示されているように、位相限定相関関数 $r(n_1, n_2)$ の 2 番目のピークの位置を求め p_{i+1} に対応させる。
- [0210] それから、図 19 における $d_1, d_2, d_3 \dots d_l$ および図 20 における $d_{i+1}, d_{i+2}, d_{i+3} \dots d_{2l}$ をそれぞれ 1, 2, 3 \dots l とし、上記式 (25) に基づいて、 $2l$ 個の $u(p_i, d_i), v(p_i, d_i)$ を求める。
- [0211] 最後に、上記式 (29) に基づいて、 U, V ベクトルを定義し、サブピクセルの移動量 δ を求め、奥行き情報を算出する。
- [0212] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいては、上記制御部は、上記第 3 の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、入力操作の種類を判断することが好ましい。
- [0213] 上記構成によれば、上記制御部は、上記第 3 の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物、すなわち、上記ヘッドマウントディスプレイから比較的近距離に存在する上記検出対象物は、入力操作を行うための検出対象物と判断し、このような検出対象物の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、入力操作の種類を判断するようになっている。
- [0214] したがって、入力操作を行うことができるヘッドマウントディスプレイを実現することができる。
- [0215] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいては、上記第 3 の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物は上記使用者の指であって、上記指

の座標値は、上記指によって反射された所定パターンに基づいて作成された上記指の輪郭線を示す画像に、指の骨格画像をフィッティングさせて得られる画像における指先の座標値であることが好ましい。

[0216] 上記構成によれば、上記使用者が、特別な入力手段を用いずに、指を用いて入力操作を行う場合においても、精度の高い入力操作を行うことができる。

[0217] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいて、上記制御部は、第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた上記第3の軸方向の座標値が所定値以上である上記検出対象物によって反射された所定パターンに基づいて作成された上記検出対象物の輪郭線を示す画像を、背景画像として上記表示部に表示するとともに、上記第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた所定パターンと、所定期間後である第2の時期に得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとから上記使用者の姿勢変化量を算出し、上記表示部にコンテンツ画像を上記姿勢変化量分移動させて表示してもよい。

[0218] 上記構成によれば、上記制御部は、第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた上記第3の軸方向の座標値が所定値以上である、すなわち、上記ヘッドマウントディスプレイから比較的遠距離に存在する上記検出対象物は、背景として認識するようになっている。

[0219] そして、上記第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた上記第3の軸方向の座標値が所定値以上である上記検出対象物によって反射された所定パターンに基づいて作成された上記検出対象物の輪郭線を示す画像を、背景画像として上記表示部に常に表示するようになっている。

[0220] したがって、上記使用者が、例えば、首を動かしたりするなど姿勢を変化させても、上記使用者は、常に同じ背景画像を見ることができる。

[0221] そして、上記第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた所定パターンと、所定期間後である第2の時期に得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとから上記使用者の姿勢変化量を算出し、上記表示部に表示するコンテンツ画像のみを上記姿勢変化量分移動させて表示することが

できる。

- [0222] 上記構成によれば、使用者の姿勢が変わっても、上記表示部には常に同じ背景画像が表示され、上記表示部に表示されるコンテンツ画像のみが上記使用者の姿勢変化量に応じて、位置を変えて表示されるモードを実現できる。
- [0223] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいて、上記制御部は、上記赤外光検出部によって得られた上記第3の軸方向の座標値が所定値以上である上記検出対象物によって反射された所定パターンに基づいて作成された上記検出対象物の輪郭線を示す画像を、順次的に背景画像として上記表示部に表示するとともに、第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた所定パターンと、所定期間後である第2の時期に得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとから上記使用者の姿勢変化量を算出し、上記表示部にコンテンツ画像を上記姿勢変化量とは逆方向の変化量分移動させて表示させてもよい。
- [0224] 上記使用者が、ヘッドマウントディスプレイを装着していない場合においては、上記使用者の姿勢の変化に応じて、上記使用者の目に見える背景は次々と変わる。
- [0225] 上記構成によれば、ヘッドマウントディスプレイを装着していても、装着していない場合のように、上記使用者の姿勢の変化に応じて、上記使用者の目に上記表示部を介して見える背景は次々と変わるようにすることができる。
- [0226] 一方、上記表示部に表示されるコンテンツ画像は、上記使用者の姿勢変化量とは逆方向の変化量分移動させて表示されるようになっているため、上記コンテンツ画像は、次々と変わる背景画像の所定箇所に固定されているようにすることができる。
- [0227] 上記構成によれば、上記使用者の姿勢の変化に応じて、次々と変わる背景画像に対して、上記コンテンツ画像を次々と変わる上記背景画像の所定箇所に固定させて表示されるモードを実現できる。
- [0228] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいて、上記表示部には、左眼用

画像を表示する左眼用画像表示部と、右眼用画像を表示する右眼用画像表示部と、が備えられており、上記装着部には、上記背景画像の左眼用画像を取り込む左眼用撮像装置と上記背景画像の右眼用画像を取り込む右眼用撮像装置とが、所定間隔を有して備えられており、上記制御部は、上記背景画像および上記コンテンツ画像の左眼用画像を上記左眼用画像表示部に、上記背景画像および上記コンテンツ画像の右眼用画像を上記右眼用画像表示部に、それぞれ所定間隔で交互に表示する構成であってもよい。

[0229] 上記構成によれば、上記背景画像および上記コンテンツ画像を上記使用者に、奥行き感を有する立体画像で認識させることができるので、さらにリアル感を増大させたヘッドマウントディスプレイを実現することができる。

[0230] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいて、上記制御部は、上記背景画像の左眼用画像と右眼用画像とから相関法によって、奥行き情報を求め、上記奥行き情報に基づいて、上記背景画像と上記コンテンツ画像との合成を行うことが好ましい。

[0231] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいて、上記相関法は、位相限定相関法であることが好ましい。

[0232] 上記構成によれば、例えば、位相限定相関法などの相関法を用いて求めた上記背景画像の奥行き情報に基づいて、上記背景画像と上記コンテンツ画像との合成画像を生成することができるので、リアル感を増大させたヘッドマウントディスプレイを実現することができる。

[0233] また、上記相関法として、位相限定相関法を用いた場合には、より精度の高い奥行き情報を得ることができる。

[0234] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいて、上記背景画像と上記コンテンツ画像とは、上記使用者が上記コンテンツ画像を介して、上記背景画像を見ることができるよう合成されていることが好ましい。

[0235] 上記構成によれば、上記使用者が上記コンテンツ画像を介して、上記背景画像を見ることができるので、上記使用者は上記コンテンツ画像と上記背景画像とを同時に楽しむことができる。

- [0236] 本発明のヘッドマウントディスプレイにおいて、上記左眼用撮像装置と上記右眼用撮像装置とは、カラー画像を取り込むことができるカラー撮像装置であることが好ましい。
- [0237] 上記構成によれば、さらにリアル感を増大させたヘッドマウントディスプレイを実現することができる。
- [0238] 本発明のヘッドマウントディスプレイの上記制御部は、上記第3の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物の上記第1の軸方向および上記第2の軸方向の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、上記表示部に表示されるコンテンツ画像に対して、拡大、縮小、移動および画像変換の何れか1つの操作を行うかを選定し、上記検出対象物の上記第3の軸方向の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、上記検出対象物の上記表示部に表示されるコンテンツ画像へのタッチ有無を判断し、タッチ有と判断された場合に、上記表示部に表示されるコンテンツ画像に対して上記操作を行った後に表示する構成であってもよい。
- [0239] 上記構成によれば、上記制御部は、上記第3の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物の上記第1の軸方向および上記第2の軸方向の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、上記表示部に表示されるコンテンツ画像に対して、拡大、縮小、移動および画像変換などを行う操作の種類を決定し、上記検出対象物の上記第3の軸方向の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、上記表示部に表示されるコンテンツ画像に対して上記操作を行うかを決定するようになっている。
- [0240] したがって、比較的精度の高い入力操作を行うことができるヘッドマウントディスプレイを実現することができる。
- [0241] 本発明は上記した各実施の形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施の形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施の形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0242] 本発明は、ヘッドマウントディスプレイなどに好適に用いることができる。

符号の説明

[0243]	1、1 a	ヘッドマウントディスプレイ
	2	装着部
	3	右眼用画像表示部
	4	左眼用画像表示部
	5	赤外光照射部
	6	赤外光検出部
	7	制御ユニット（制御部）
	8	右耳用イヤホン
	9	左耳用イヤホン
	10 a、10 b	白色LED
	11 a、11 b	集光レンズ
	12 a、12 b	液晶表示パネル
	13 a、13 b	プリズム
	14 a、14 b	レンズ
	15	赤外光LED
	16	拡散板
	17	マイクロレンズアレイ部
	18	投射レンズ
	19	CCD
	20	集光レンズ
	21	検出対象物
	22	相関器
	23、31	メモリ
	24	奥行き情報復元部
	25	LED駆動回路

26	CPU
27	GPU
28	3Dメモリ
29、29a、30、30a	ディスプレイコントローラ
32	SW部
33	通信部
34	Audio部
35	電源供給部
36	右眼用撮像装置
37	左眼用撮像装置
38	ソフトウェア貯蔵部

請求の範囲

- [請求項1] 使用者に画像を認識させる表示部を備え、検出対象物の3次元座標を算出できるヘッドマウントディスプレイであって、
- 上記使用者が頭部に装着するための装着部には、上記検出対象物に所定パターンの赤外光を照射する赤外光照射部と、上記検出対象物によって反射された上記赤外光を検出する赤外光検出部と、が所定間隔を有して備えられており、
- 制御部には、上記3次元座標の算出部が備えられており、
- 上記算出部は、上記赤外光検出部によって得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンから、互いに直交する第1の軸方向および第2の軸方向の座標値を算出し、上記検出対象物に照射される所定パターンと上記赤外光検出部によって得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとのずれ量から、上記第1の軸方向および上記第2の軸方向と直交し、かつ、上記使用者の視線方向である第3の軸方向の座標値を算出することを特徴とするヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項2] 上記制御部は、上記第3の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、入力操作の種類を判断することを特徴とする請求項1に記載のヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項3] 上記第3の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物は上記使用者の指であって、
- 上記指の座標値は、上記指によって反射された所定パターンに基づいて作成された上記指の輪郭線を示す画像に、指の骨格画像をフィッティングさせて得られる画像における指先の座標値であることを特徴とする請求項2に記載のヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項4] 上記制御部は、第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた上記第3の軸方向の座標値が所定値以上である上記検出対象物によって

反射された所定パターンに基づいて作成された上記検出対象物の輪郭線を示す画像を、背景画像として上記表示部に表示するとともに、

上記第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた所定パターンと、所定期間後である第2の時期に得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとから上記使用者の姿勢変化量を算出し、上記表示部にコンテンツ画像を上記姿勢変化量分移動させて表示することを特徴とする請求項1から3の何れか1項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[請求項5]

上記制御部は、上記赤外光検出部によって得られた上記第3の軸方向の座標値が所定値以上である上記検出対象物によって反射された所定パターンに基づいて作成された上記検出対象物の輪郭線を示す画像を、順次的に背景画像として上記表示部に表示するとともに、

第1の時期に上記赤外光検出部によって得られた所定パターンと、所定期間後である第2の時期に得られた上記検出対象物によって反射された所定パターンとから上記使用者の姿勢変化量を算出し、上記表示部にコンテンツ画像を上記姿勢変化量とは逆方向の変化量分移動させて表示することを特徴とする請求項1から3の何れか1項に記載のヘッドマウントディスプレイ。

[請求項6]

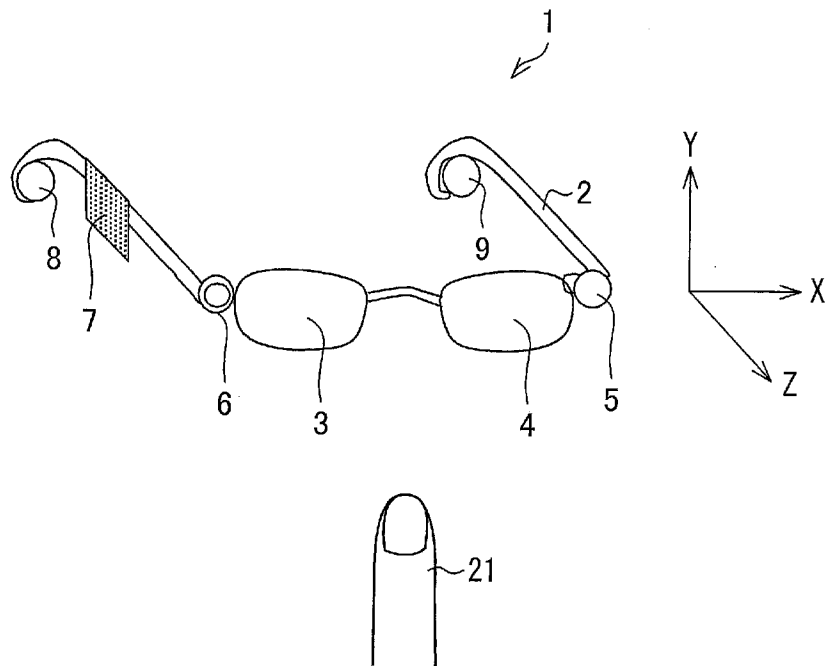
上記表示部には、左眼用画像を表示する左眼用画像表示部と、右眼用画像を表示する右眼用画像表示部と、が備えられており、

上記装着部には、上記背景画像の左眼用画像を取り込む左眼用撮像装置と上記背景画像の右眼用画像を取り込む右眼用撮像装置とが、所定間隔を有して備えられており、

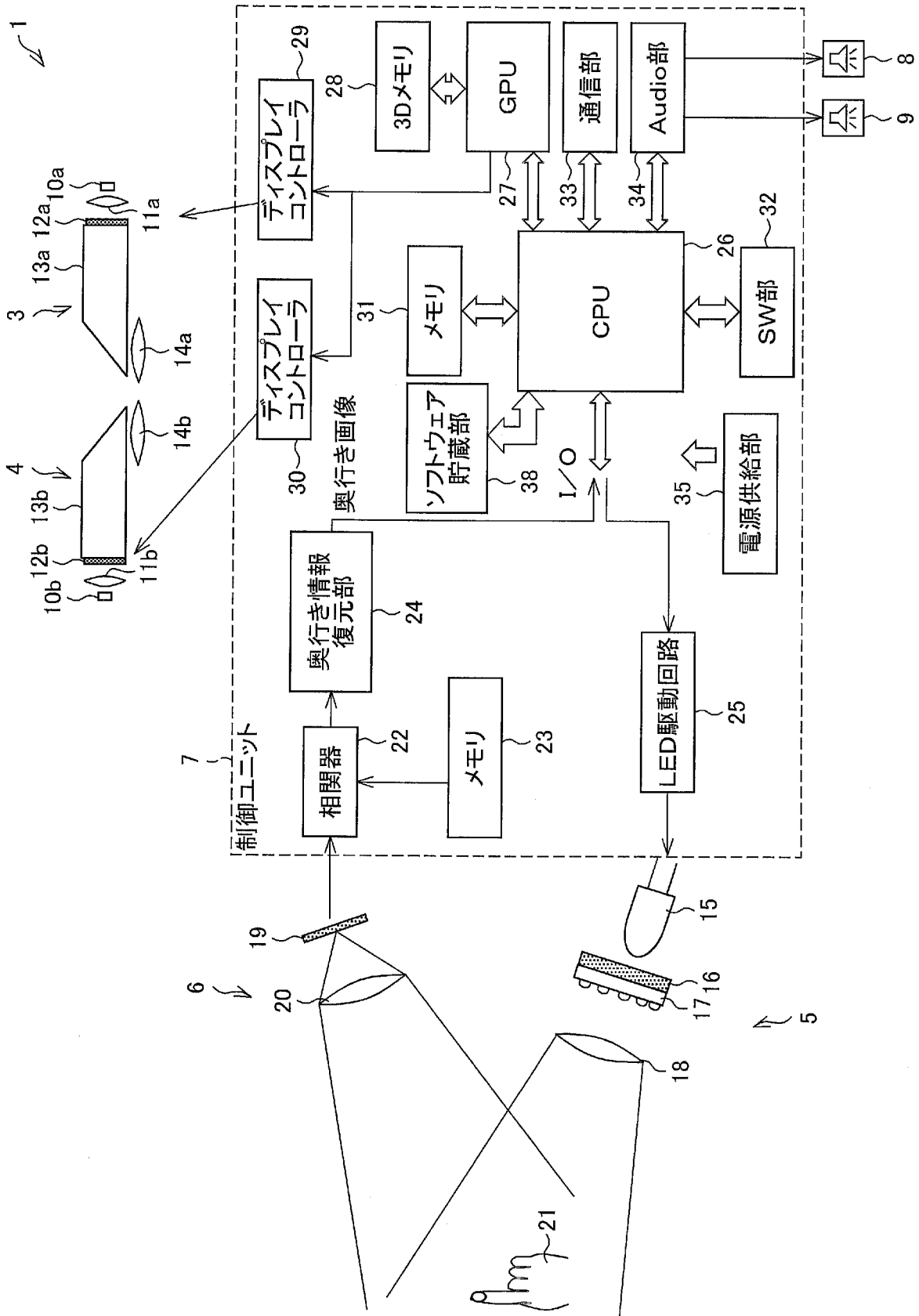
上記制御部は、上記背景画像および上記コンテンツ画像の左眼用画像を上記左眼用画像表示部に、上記背景画像および上記コンテンツ画像の右眼用画像を上記右眼用画像表示部に、それぞれ所定間隔で交互に表示することを特徴とする請求項4または5に記載のヘッドマウントディスプレイ。

- [請求項7] 上記制御部は、上記背景画像の左眼用画像と右眼用画像とから相関法によって、奥行き情報を求め、上記奥行き情報に基づいて、上記背景画像と上記コンテンツ画像との合成を行うことを特徴とする請求項6に記載のヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項8] 上記相関法は、位相限定相関法であることを特徴とする請求項7に記載のヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項9] 上記背景画像と上記コンテンツ画像とは、上記使用者が上記コンテンツ画像を介して、上記背景画像を見ることができるよう合成されていることを特徴とする請求項7または8に記載のヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項10] 上記左眼用撮像装置と上記右眼用撮像装置とは、カラー画像を取り込むことができるカラー撮像装置であることを特徴とする請求項6から9の何れか1項に記載のヘッドマウントディスプレイ。
- [請求項11] 上記制御部は、上記第3の軸方向の座標値が所定値未満である上記検出対象物の上記第1の軸方向および上記第2の軸方向の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、上記表示部に表示されるコンテンツ画像に対して、拡大、縮小、移動および画像変換の何れか1つの操作を行うかを選定し、上記検出対象物の上記第3の軸方向の座標値の所定期間の間の変化に基づいて、上記検出対象物の上記表示部に表示されるコンテンツ画像へのタッチ有無を判断し、タッチ有と判断された場合に、上記表示部に表示されるコンテンツ画像に対して上記操作を行った後に表示することを特徴とする請求項2または3に記載のヘッドマウントディスプレイ。

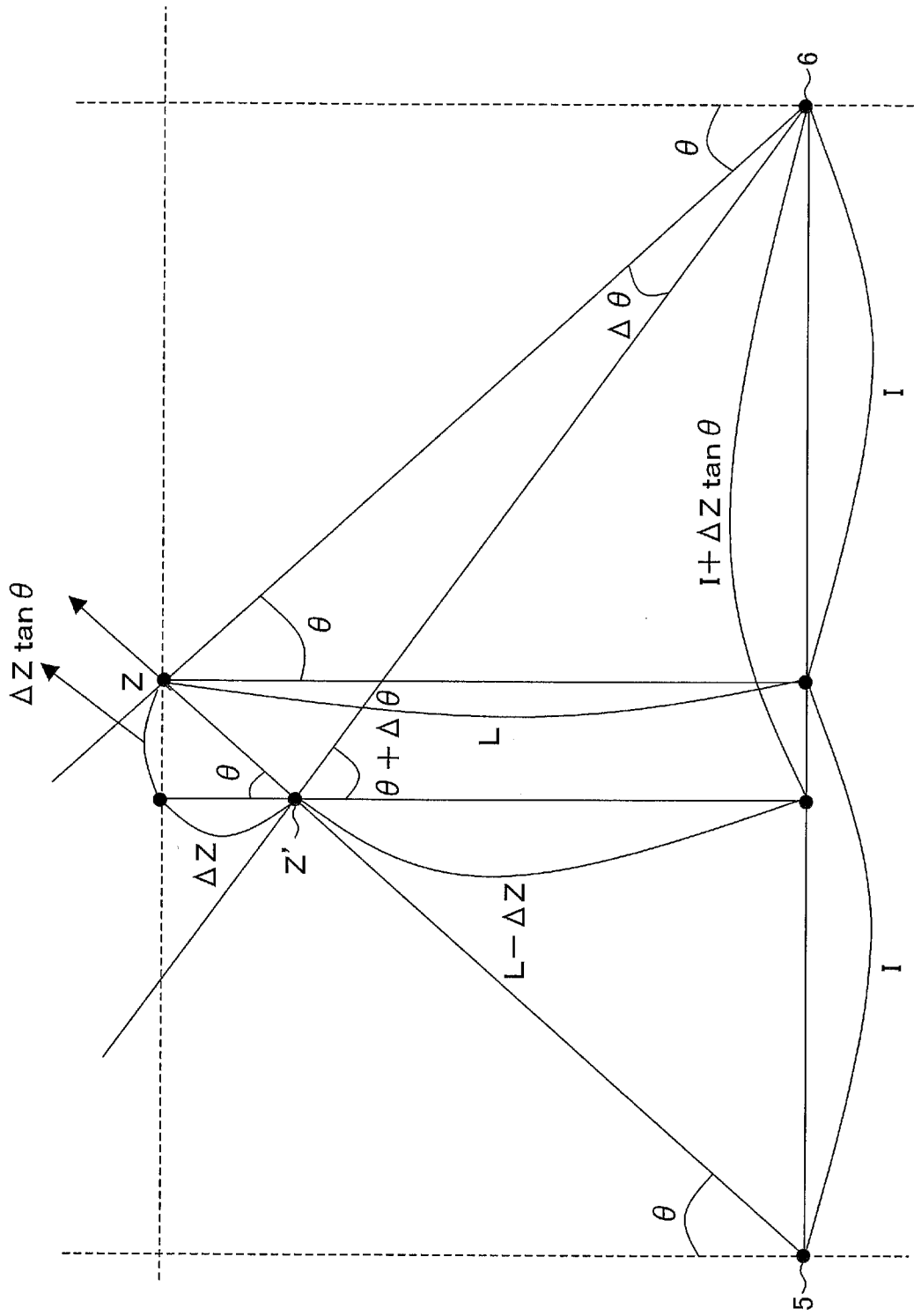
[図1]



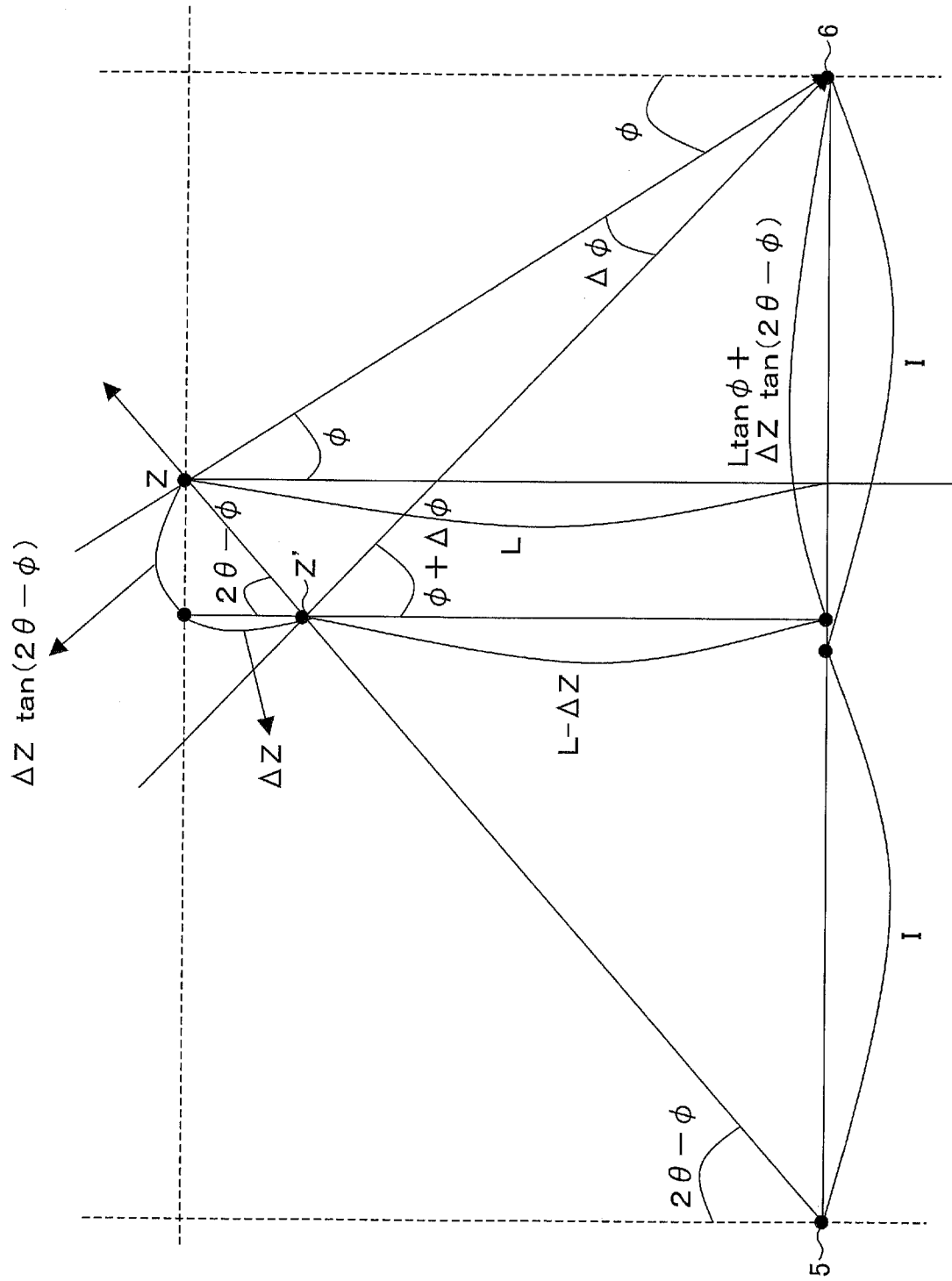
[図2]



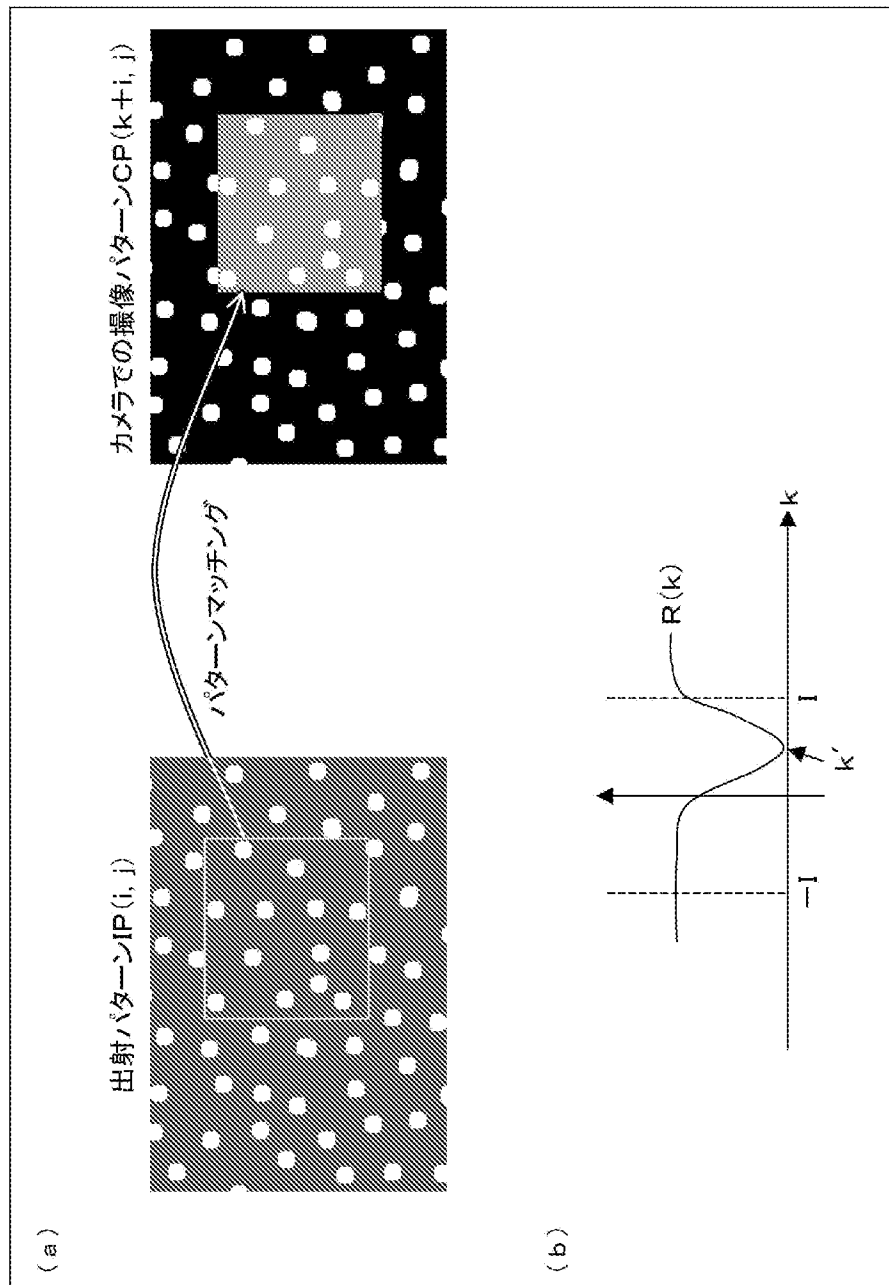
[図3]



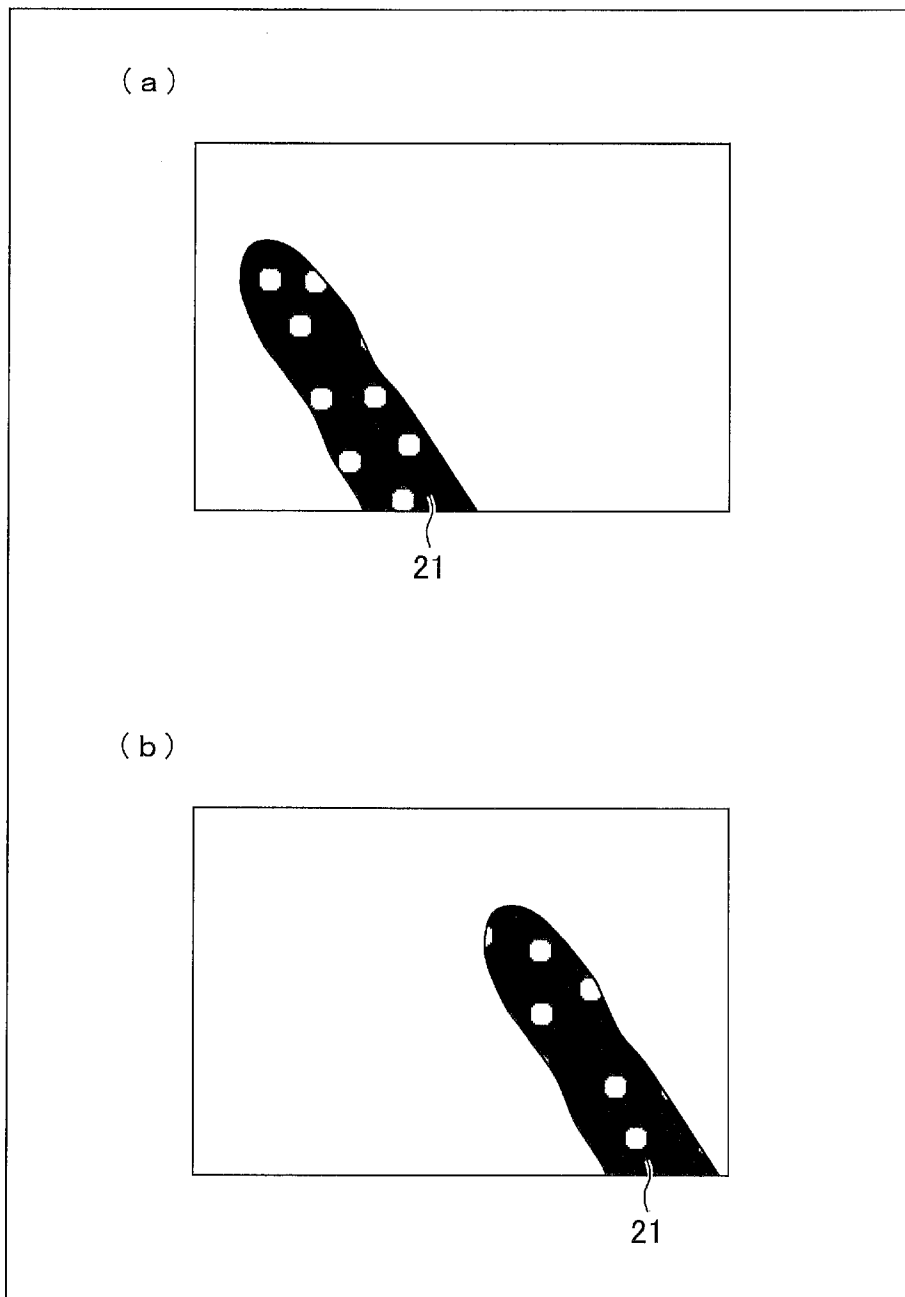
[図4]



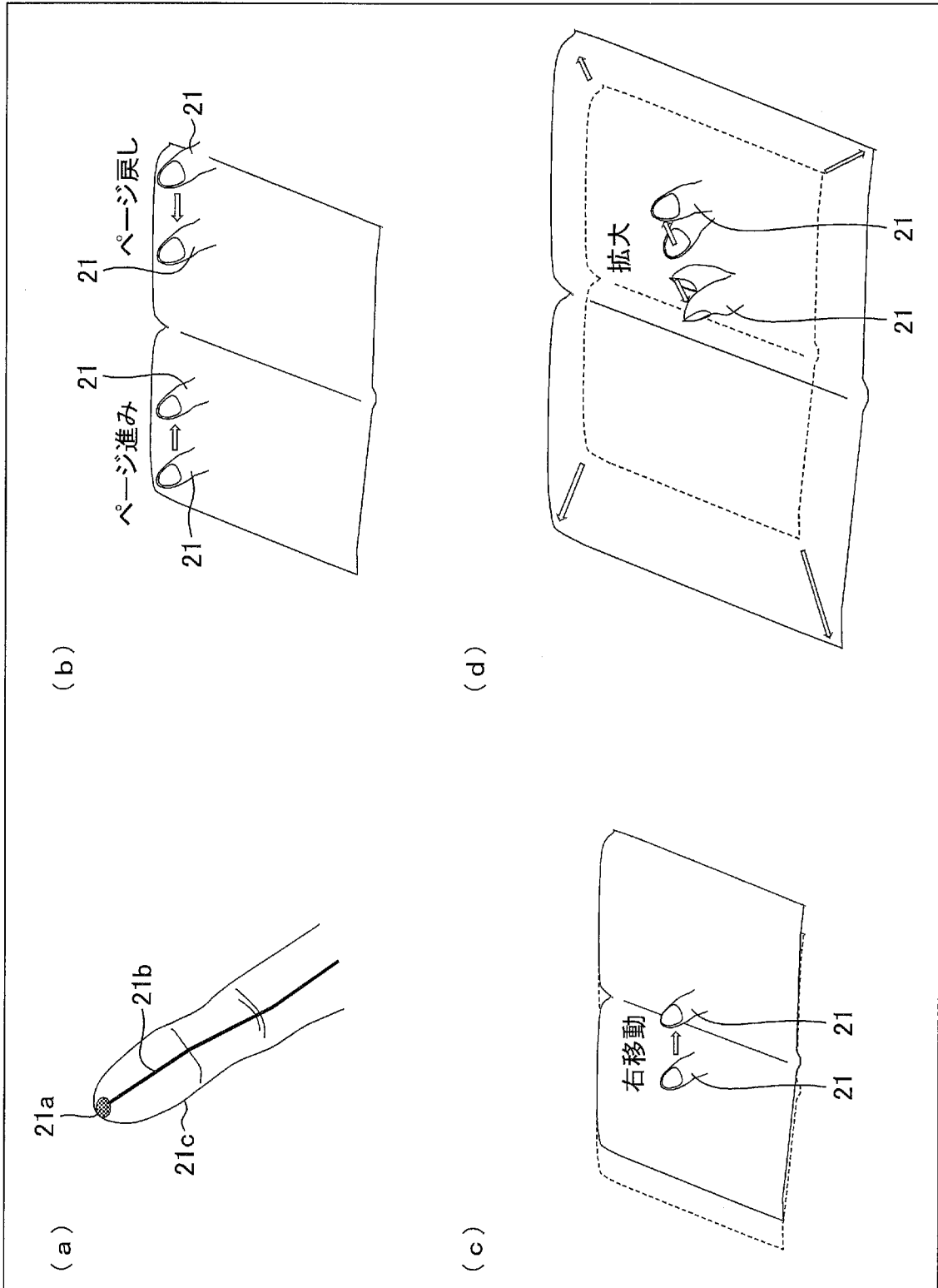
[図5]



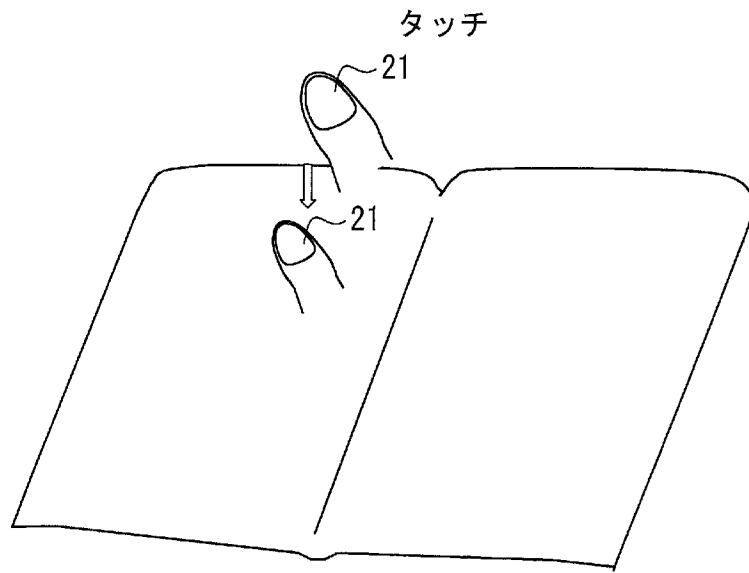
[図6]



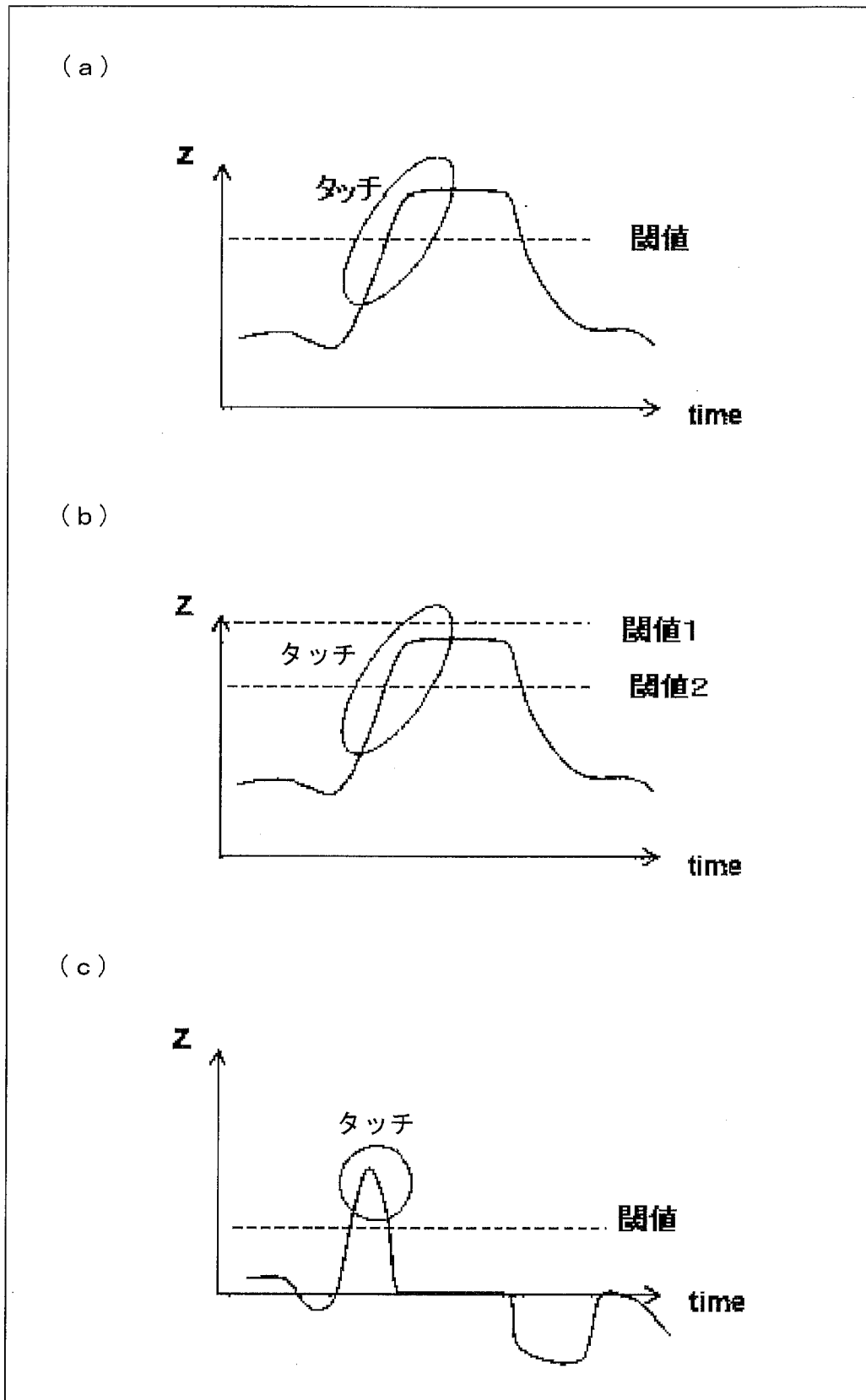
[図7]



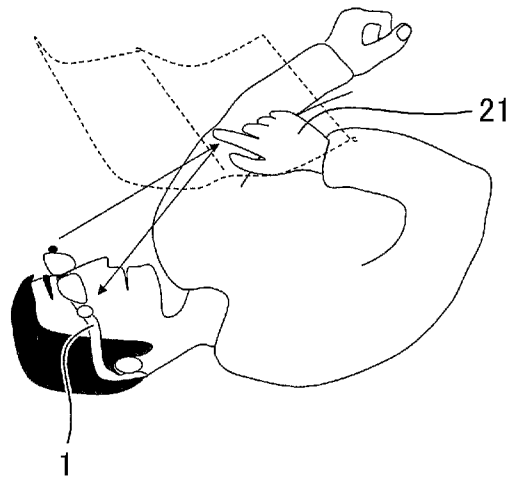
[図8]



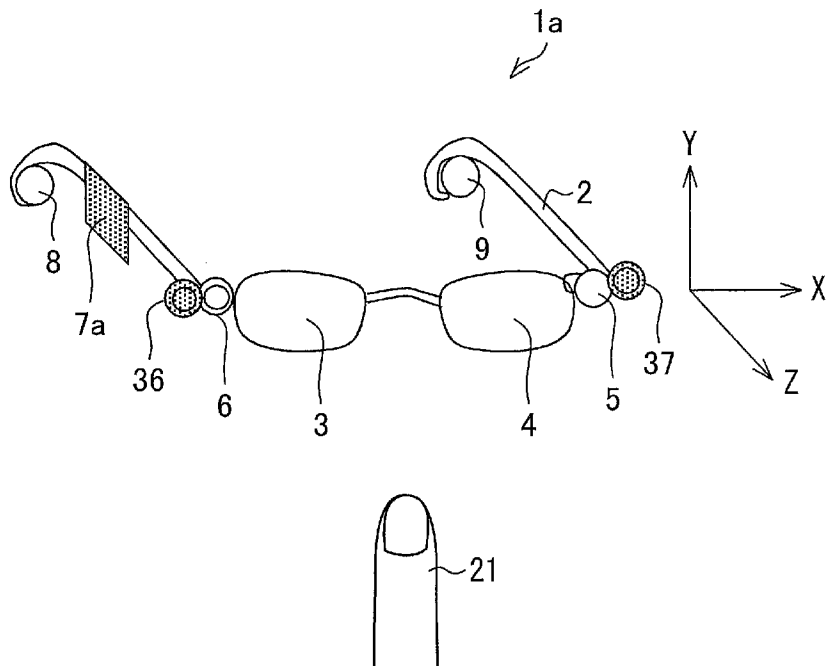
[図9]



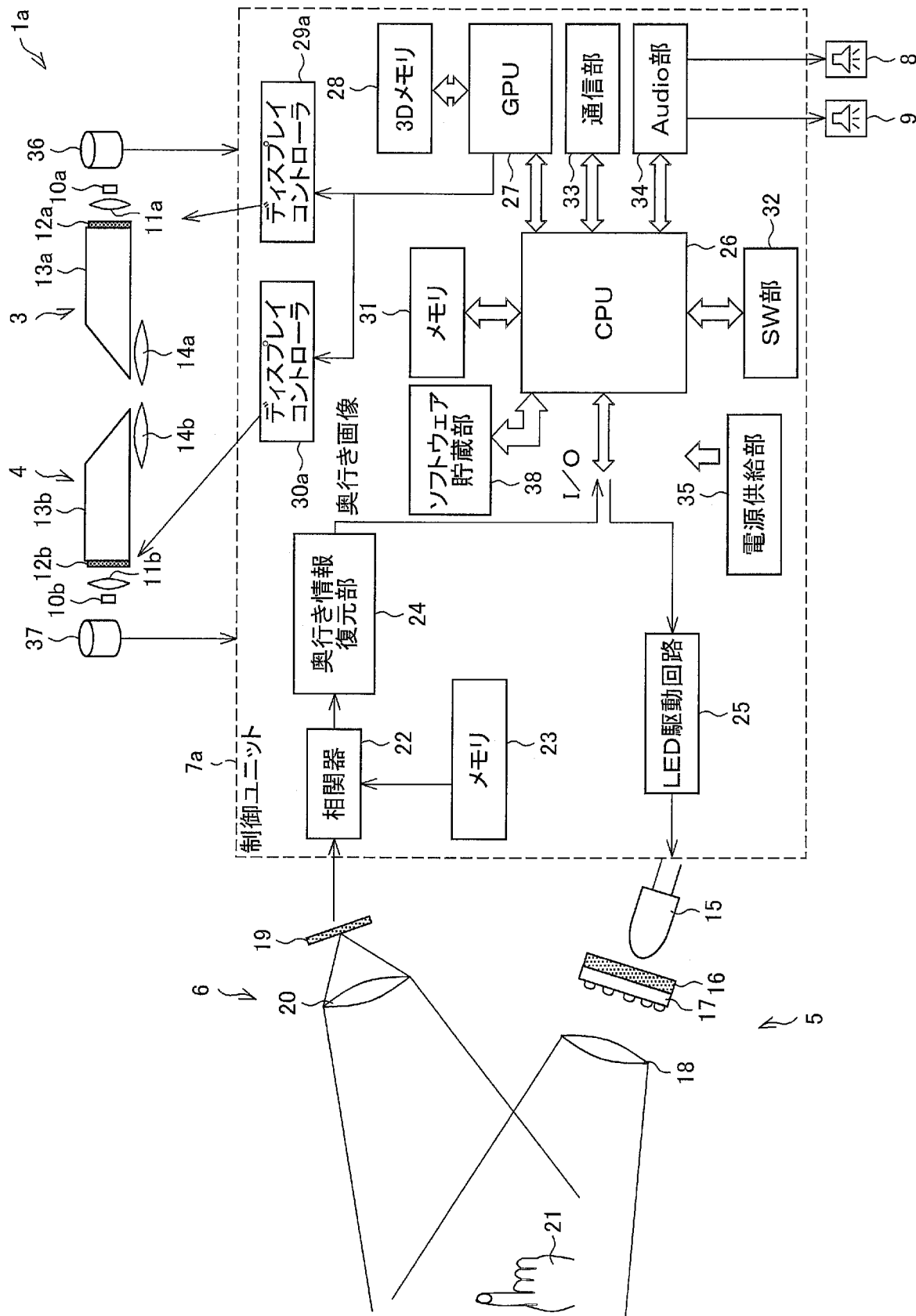
[図10]



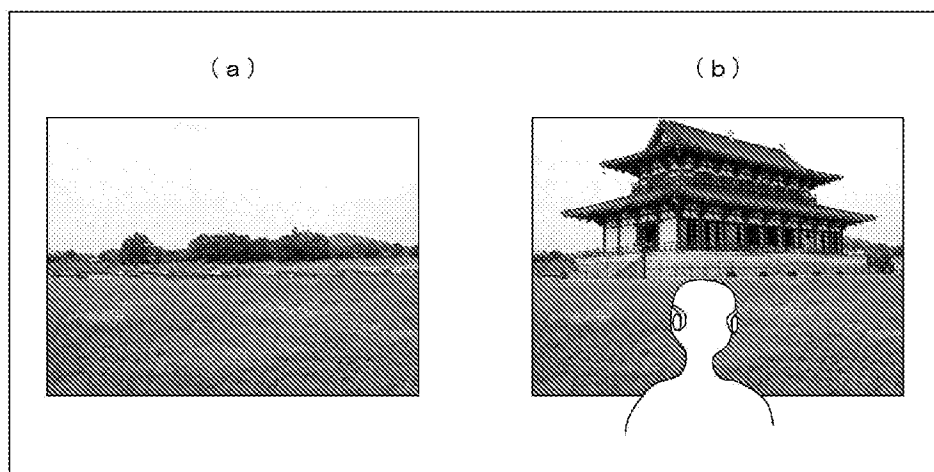
[図11]



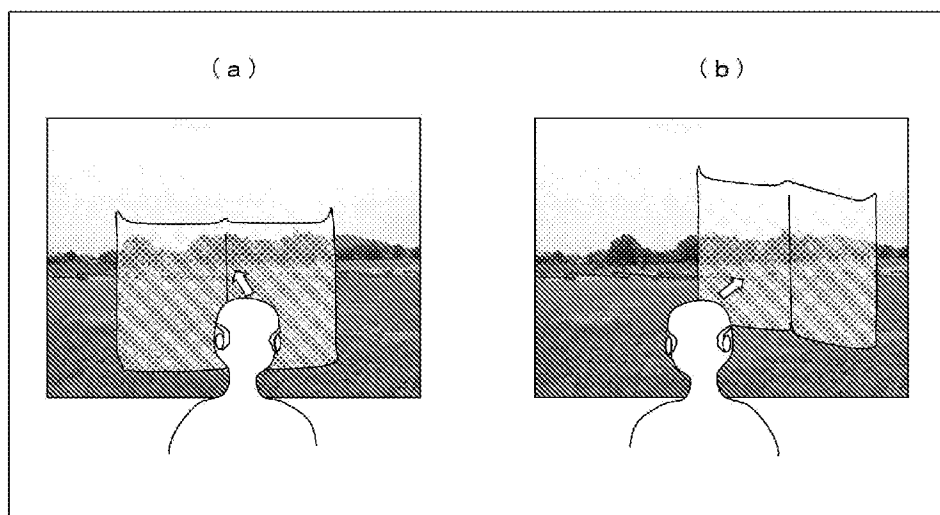
[図12]



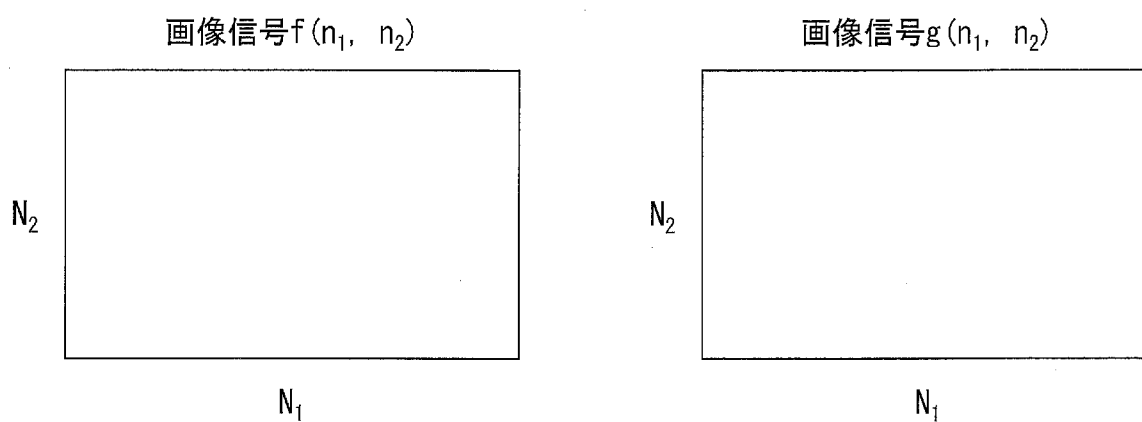
[図13]



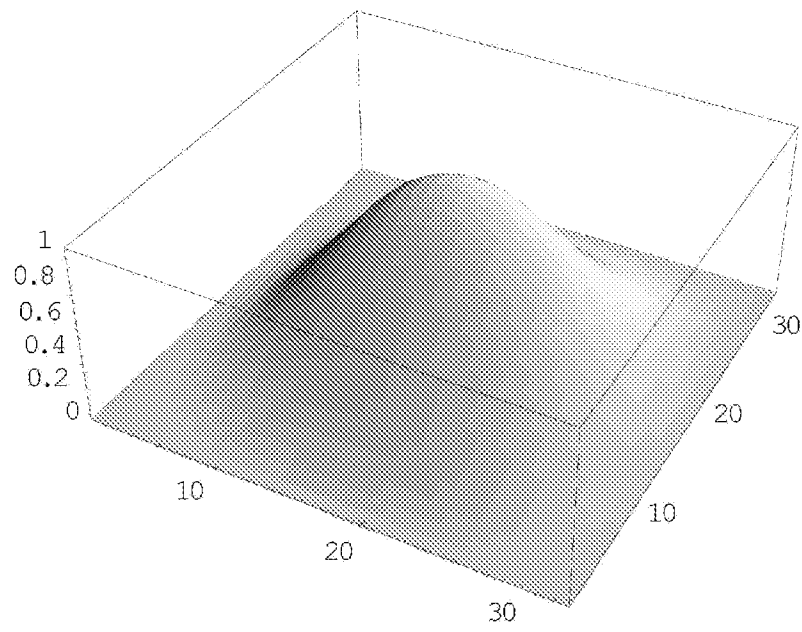
[図14]



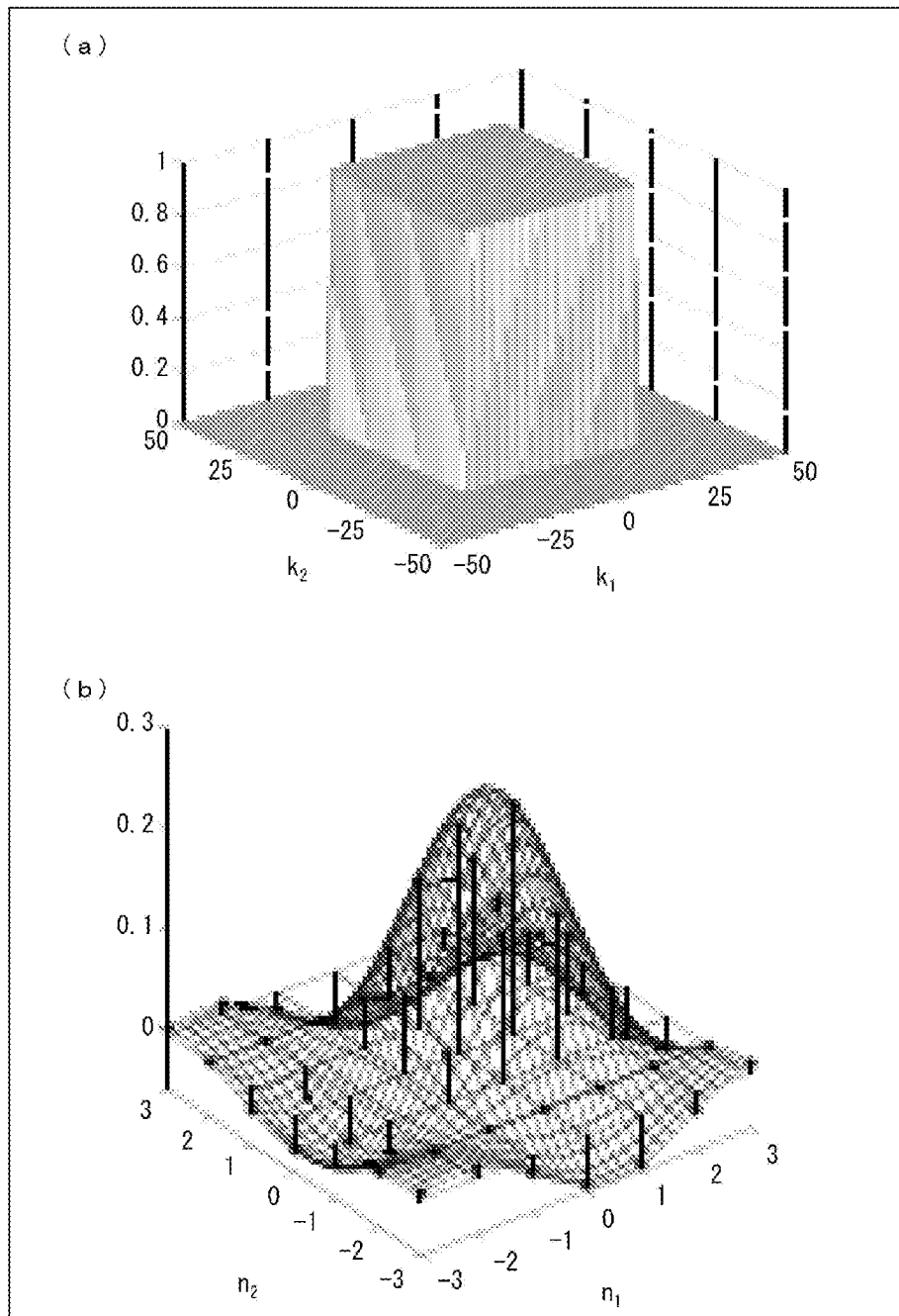
[図15]



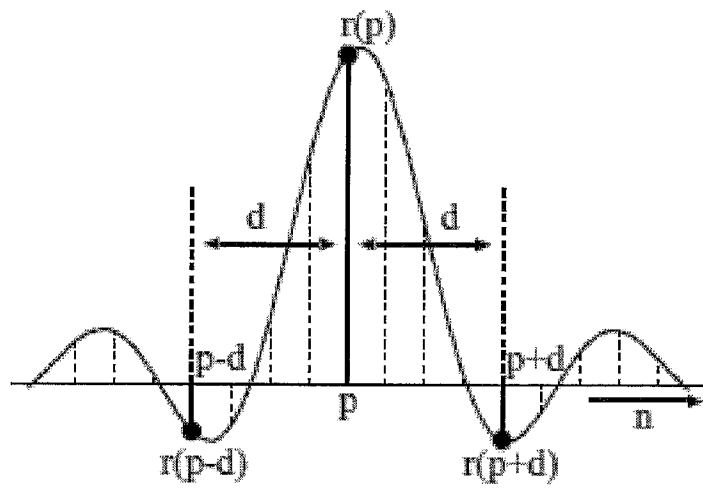
[図16]



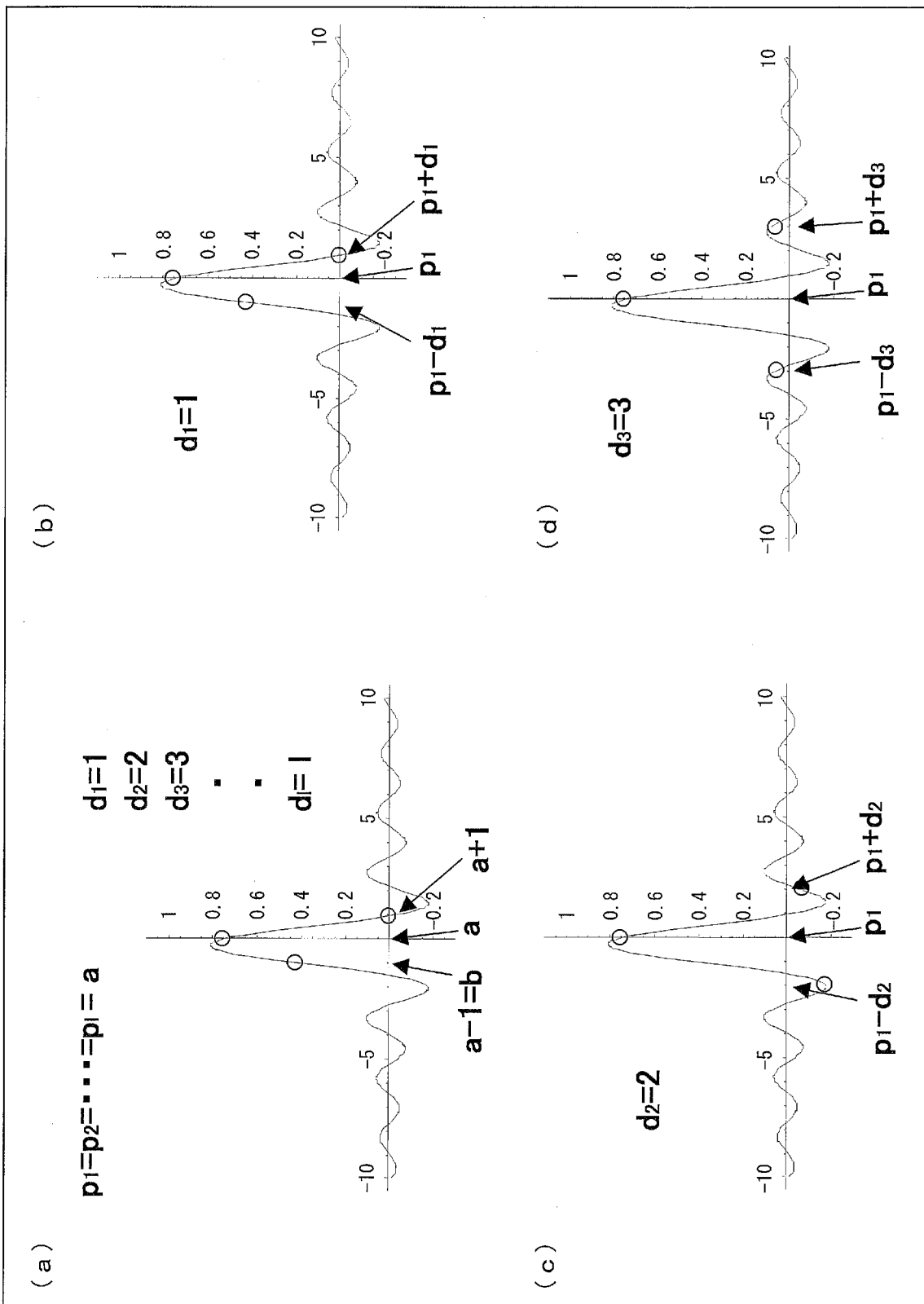
[図17]



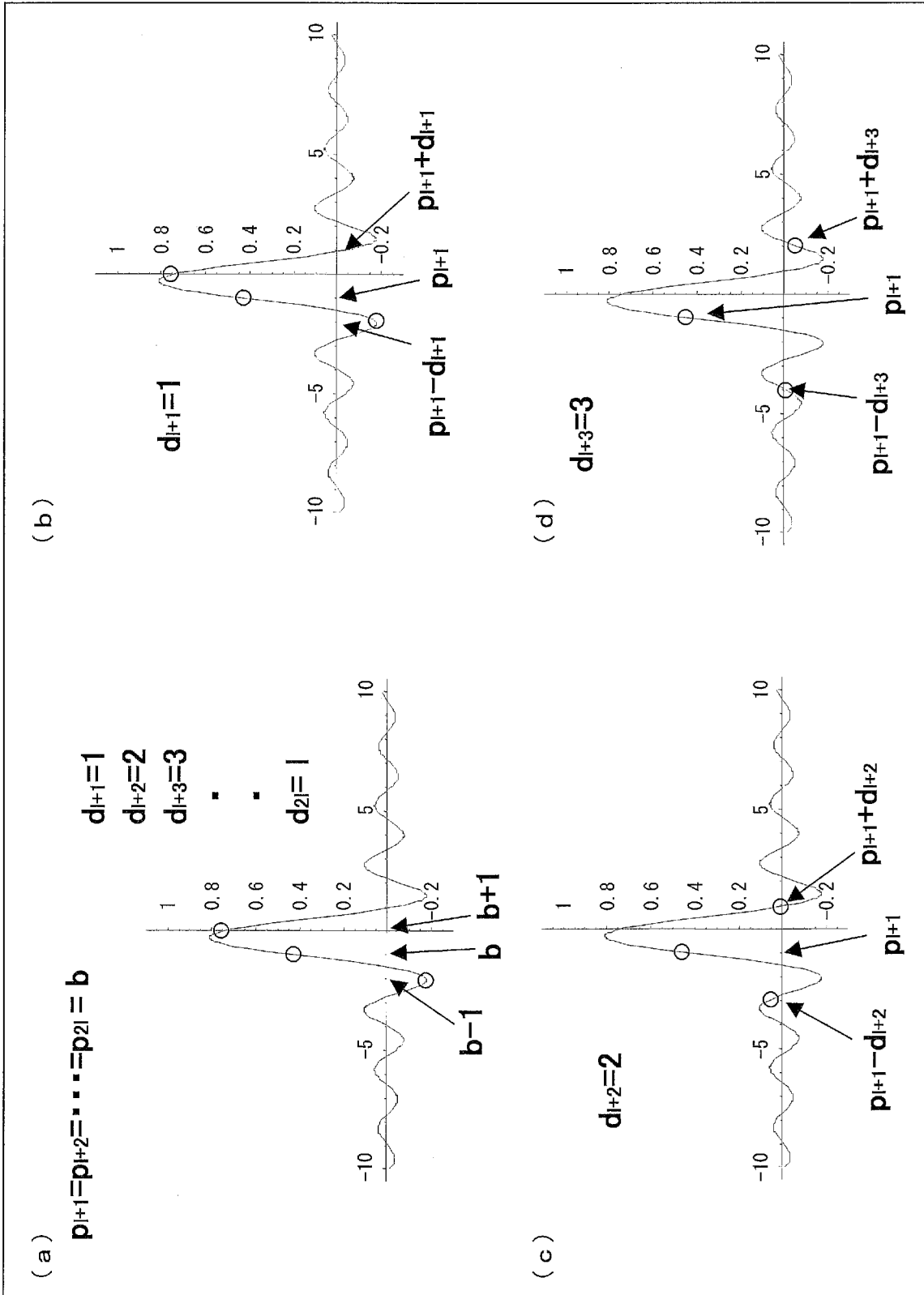
[圖18]



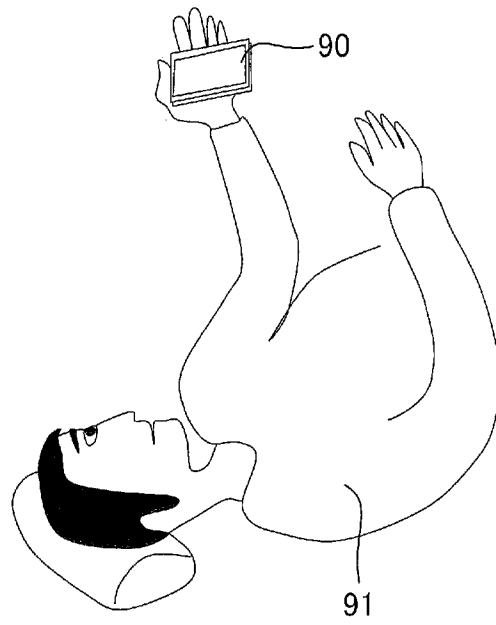
[圖 19]



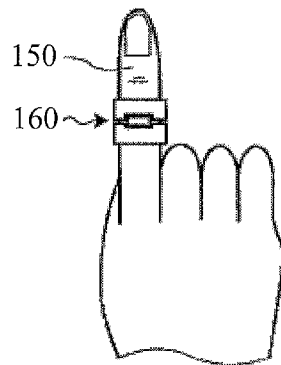
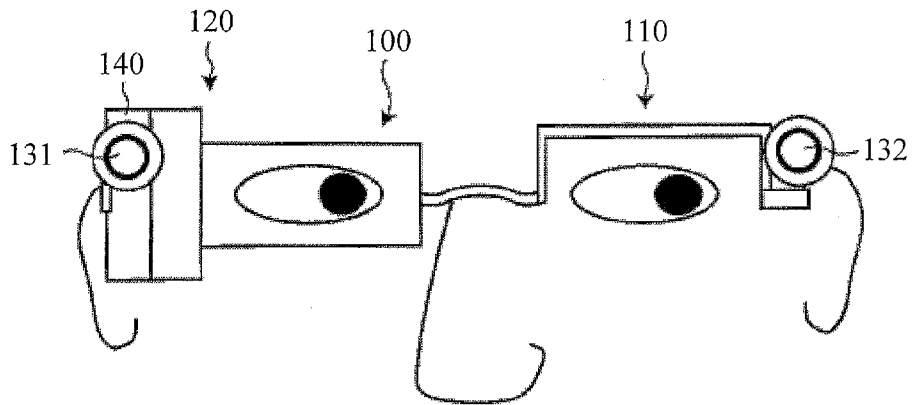
[図20]



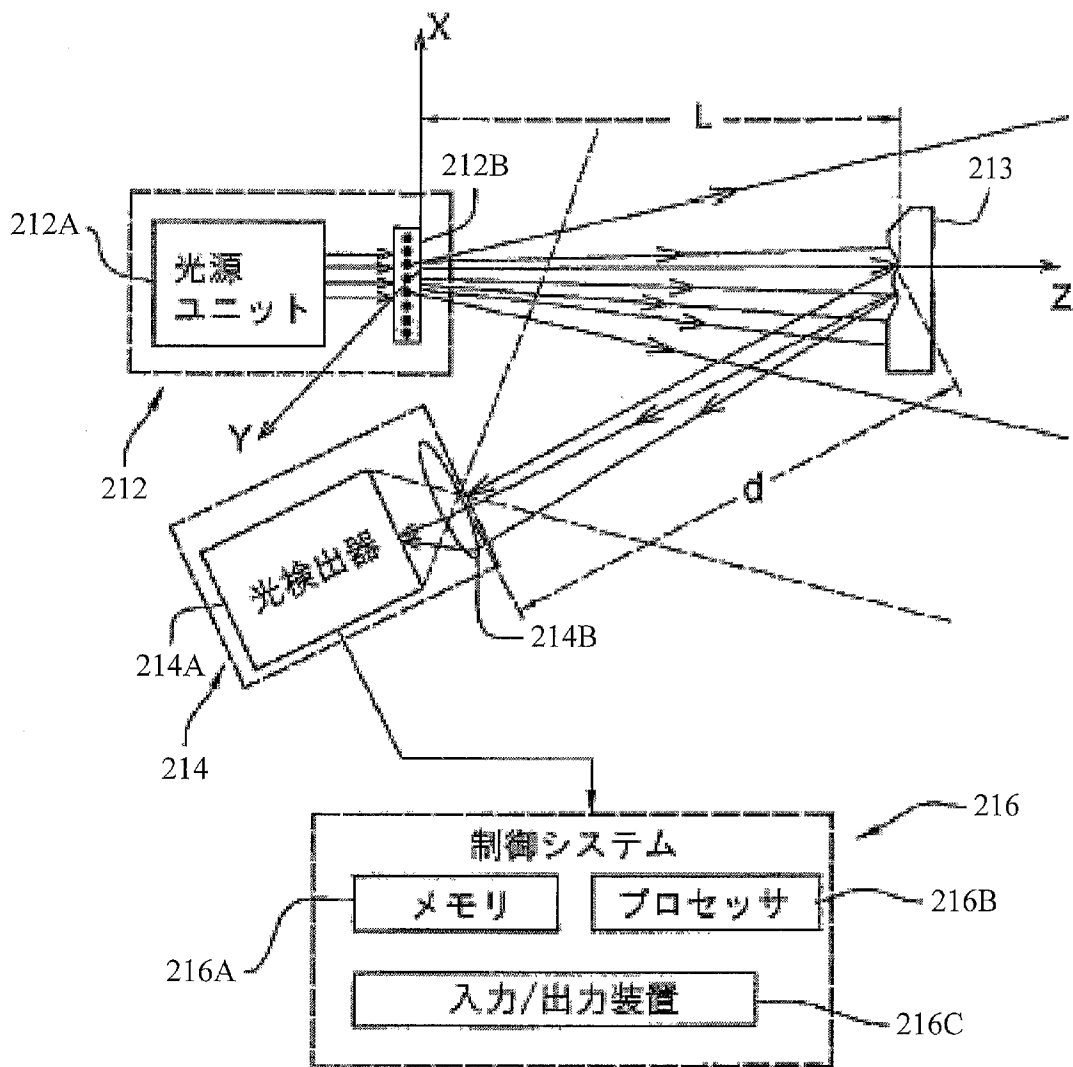
[図21]



[図22]



[図23]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060890

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/64(2006.01)i, G06F3/01(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/36(2006.01)i, H04N13/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N5/64, G06F3/01, G09G3/20, G09G5/00, G09G5/36, H04N13/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-146481 A (Brother Industries, Ltd.), 01 July 2010 (01.07.2010), entire text; all drawings & WO 2010/073928 A1	1-11
A	JP 2009-511897 A (Prime Sense Ltd.), 19 March 2009 (19.03.2009), entire text; all drawings & US 2010/0177164 A1 & WO 2007/043036 A1 & KR 10-2008-0056721 A & CN 101288105 A	1-11
A	JP 2010-92436 A (Canon Inc.), 22 April 2010 (22.04.2010), entire text; all drawings & US 2010/0091096 A1	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 June, 2012 (21.06.12)

Date of mailing of the international search report
10 July, 2012 (10.07.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060890

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-5666 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 10 January 1997 (10.01.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/64(2006.01)i, G06F3/01(2006.01)i, G09G3/20(2006.01)i, G09G5/00(2006.01)i, G09G5/36(2006.01)i, H04N13/04(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/64, G06F3/01, G09G3/20, G09G5/00, G09G5/36, H04N13/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国实用新案公報	1922-1996年
日本国公開实用新案公報	1971-2012年
日本国实用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録实用新案公報	1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2010-146481 A (ブラザー工業株式会社) 2010.07.01, 全文, 全図 & WO 2010/073928 A1	1-11
A	JP 2009-511897 A (プライム センス リミティド) 2009.03.19, 全文, 全図 & US 2010/0177164 A1 & WO 2007/043036 A1 & KR 10-2008-0056721 A & CN 101288105 A	1-11
A	JP 2010-92436 A (キヤノン株式会社) 2010.04.22, 全文, 全図 & US 2010/0091096 A1	1-11
A	JP 9-5666 A (オリンパス光学工業株式会社) 1997.01.10, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 21.06.2012	国際調査報告の発送日 10.07.2012
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 鈴木 明	5 P	9185
	電話番号 03-3581-1101 内線 3581		