

(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
2019年8月8日(08.08.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/150807 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/55 (2017.01) *G06T 7/00* (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/046475
- (22) 国際出願日: 2018年12月18日(18.12.2018)
- (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 2018-016749 2018年2月1日(01.02.2018) JP
- (71) 出願人: ミツミ電機株式会社 (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2068567 東京都多摩市鶴牧2丁目1番地2 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 永井 文也 (NAGAI, Fumiya); 〒2068567 東京都多摩市鶴牧2丁目1番地2 ミツミ電機株式会社内 Tokyo (JP). 安食 賢 (AJIKI, Satoshi); 〒2068567 東京都多摩市鶴牧2丁目1番地2 ミツミ電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 朝比 一夫, 外 (ASAHI, Kazuo et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋1丁目1番8号 西新橋ノアビル4階 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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.

(54) Title: AUTHENTICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 認証装置

$$f_1 \neq f_2$$

$$EP_1 = EP_2 = EP$$

$$D=0$$

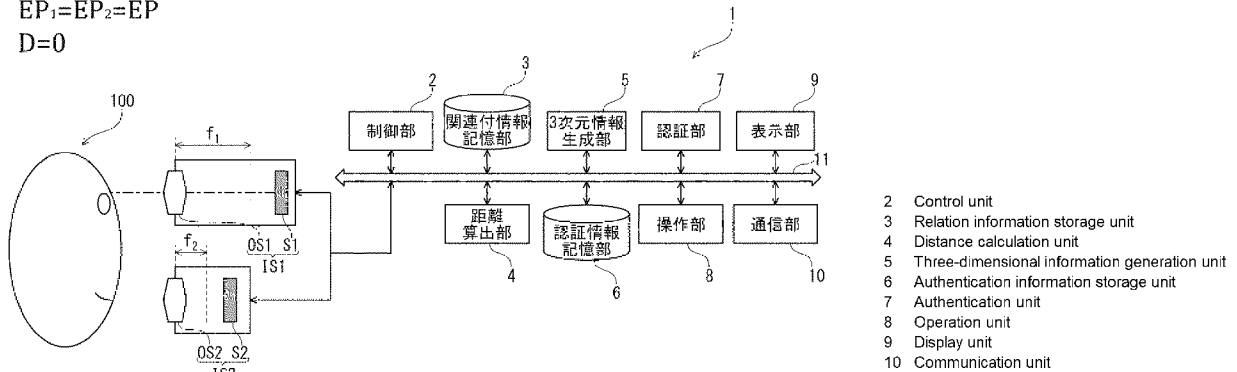


FIG. 4

(57) Abstract: An authentication device 1 comprising: a first imaging system IS1 for capturing a first optical image of an authentication subject 100; a second imaging system IS2 for capturing a second optical image of the authentication subject 100; a distance calculation unit 4 for calculating a distance a to each of a plurality of sites on the face of the authentication subject 100 on the basis of the first optical image and the second optical image; a three-dimensional information generation unit 5 for generating three-dimensional information for the face of the authentication subject 100 on the basis of the distance a to each of the plurality of sites on the face of the authentication subject 100 as calculated by the distance calculation unit 4; and an authentication unit 7 configured so as to be capable of using the three-dimensional information for the face of the authentication subject 100 as calculated by the three-dimensional information generation unit 5 to execute a three-dimensional face authentication of the authentication subject 100.

(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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 認証装置 1 は、認証対象者 100 の第 1 の光学像を撮像するための第 1 の撮像系 I S 1 と、認証対象者 100 の第 2 の光学像を撮像するための第 2 の撮像系 I S 2 と、第 1 の光学像および第 2 の光学像に基づいて、認証対象者 100 の顔の複数の箇所それぞれまでの距離 a を算出するための距離算出部 4 と、距離算出部 4 が算出した認証対象者 100 の顔の複数の箇所それぞれまでの距離 a に基づいて、認証対象者 100 の顔の 3 次元情報を生成するための 3 次元情報生成部 5 と、3 次元情報生成部 5 が算出した認証対象者 100 の顔の 3 次元情報を用いて、認証対象者 100 の 3 次元顔認証を実行可能に構成された認証部 7 とを備える。

明 細 書

発明の名称 : 認証装置

技術分野

[0001] 本発明は、一般に、認証対象者の顔の３次元情報を用いて３次元顔認証を実行可能に構成された認証装置に関し、より具体的には、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離に応じた光学像の倍率の変化が互いに異なる少なくとも２つの光学系によって形成された少なくとも２つの光学像の像倍比に基づいて、認証対象者の顔の３次元情報を生成し、該３次元情報を用いて３次元顔認証を実行可能に構成された認証装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、携帯電話、スマートフォン、ノートパソコン、ラップトップコンピューターのような様々なデバイスにおいて、パスワードとＩＤによる認証技術や、物理的な鍵やＩＤカードによる認証技術、顔認証、指紋認証、静脈認証、声紋認証、虹彩認証、手形認証のような生体認証技術等が、本人確認を行うために利用されてきた。特に、生体認証は、パスワードとＩＤによる認証で問題となるパスワードやＩＤの忘却や、物理的な鍵やＩＤカードによる認証で問題となる盗難・紛失といった問題がないため、ユーザーに負担がかからないというメリットがある。

[0003] 様々な生体認証技術の中でも、近年のカメラモジュールの小型化・高性能化によって様々なデバイスにカメラモジュールが搭載されたことに伴い、認証対象者の顔を撮影し、撮影した顔画像と、予め登録しておいた本人の顔画像とを照合することによる本人確認を行う顔認証技術が広く用いられるようになった。

[0004] このような顔画像を用いた認証には、本人以外の人物がなんらかの手段で本人になりすまして認証を不正に通過するという「なりすまし」問題が存在する。例えば、本人以外の認証対象者の認証を実行するときに、認証対象者が、認証装置に本人の顔写真を撮影させることにより「なりすまし」が実行

されることが多い。本人の顔写真を利用したなりすましでは、紙のような媒体に印刷された顔写真やモニタのような表示装置に表示された顔写真が用いられる。また、認証対象者の顔画像を用いた認証では、化粧の有無、表情の変化、顔の向き、撮影時の照明の違い等によって認証精度が低下する可能性がある。

[0005] このような問題に対し、認証対象者の顔の3次元情報（3次元形状や顔のパーツ（眼、鼻、口、耳等）の奥行情報等）を用いた3次元顔認証技術が用いられている。例えば、特許文献1は、得られた画像間に並進視差が発生するように、異なる位置に配置された2台のカメラを用いて認証対象者を撮像することにより得られた複数の画像から、ステレオ法を用いて認証対象者の顔の3次元情報を取得し、得られた認証対象者の顔の3次元情報に基づいて、認証対象者の3次元顔認証を実行する認証装置を開示している。

[0006] 紙のような媒体に印刷された顔写真やモニタのような表示装置に表示された顔写真は、立体ではないので、このような3次元認証を実行することにより、顔写真を用いたなりすましを防止することができる。また、このような認証対象者の顔の3次元情報は、化粧の有無、表情の変化、顔の向き、撮影時の照明の違い等によって変化しないまたはその変化が小さいので、認証対象者の顔の3次元情報を用いた3次元顔認証を実行することにより、より正確な顔認証を実行することができる。

[0007] 特許文献1のようなステレオカメラ方式の認証装置では、それぞれ異なる位置に配された2台以上のカメラを用いることにより、異なる並進視差を有する複数の画像を取得し、取得した複数の画像間の並進視差に基づいて、認証対象者の顔の3次元情報が取得される。複数の画像間の並進視差に基づいて認証対象者の顔の3次元情報を正確に算出するためには、大きな並進視差を取得する必要がある。そのため、1つの認証装置内において、2つ以上のカメラを大きく離間して配置する必要があり、認証装置のサイズが増大してしまう。また、ステレオカメラ方式の認証装置では、認証対象者が各カメラから非常に近い位置にある場合、得られる画像の視野の関係から、並進視差

を取得するための被写体の任意の特徴点が、写っている画像と写っていない画像が発生してしまう場合がある。この場合、並進視差を正確に得ることができず、認証対象者までの距離を正確に算出することが困難であるという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2007-122454号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、上記従来の問題点を鑑みたものであり、その目的は、複数の画像間の並進視差を用いずに認証対象者の顔の3次元情報を生成し、さらに、生成した認証対象者の顔の3次元情報を用いた3次元顔認証を実行可能な認証装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] このような目的は、以下の(1)～(9)の本発明により達成される。

(1) 認証対象者からの光を集光し、前記認証対象者の第1の光学像を形成するための第1の光学系および前記第1の光学系によって形成された前記第1の光学像を撮像するための第1の撮像素子を有する第1の撮像系と、

前記認証対象者からの光を集光し、前記認証対象者の第2の光学像を形成するための第2の光学系および前記第2の光学系によって形成された前記第2の光学像を撮像するための第2の撮像素子を有する第2の撮像系と、

前記第1の光学像および前記第2の光学像に基づいて、前記認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を算出するための距離算出部と、

前記距離算出部が算出した前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に基づいて、前記認証対象者の顔の3次元情報を生成するための3次元情報生成部と、

前記3次元情報生成部が生成した前記認証対象者の前記顔の前記3次元情

報を用いて、前記認証対象者の3次元顔認証を実行可能に構成された認証部と、を備え、

前記第1の光学系および前記第2の光学系は、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所それぞれまでの前記距離に応じた前記第1の光学像の倍率の変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所それぞれまでの前記距離に応じた前記第2の光学像の倍率の変化と異なるように構成されており、

前記距離算出部は、前記第1の光学像の前記倍率と前記第2の光学像の前記倍率との像倍比に基づいて、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所それぞれまでの前記距離を算出することを特徴とする認証装置。

[0011] (2) 前記第1の光学系および前記第2の光学系は、前記第1の光学系の射出瞳から、前記認証対象者が無限遠に存在する場合の前記第1の光学系によって形成される前記第1の光学像の結像位置までの距離と、前記第2の光学系の射出瞳から、前記認証対象者が無限遠に存在する場合の前記第2の光学系によって形成される前記第2の光学像の結像位置までの距離とが異なるように構成されており、これにより、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所それぞれまでの前記距離に応じた前記第1の光学像の前記倍率の前記変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所それぞれまでの前記距離に応じた前記第2の光学像の前記倍率の前記変化と異なるようになっている上記(1)に記載の認証装置。

[0012] (3) 前記第1の光学系の前側主点と前記第2の光学系の前側主点との間に奥行方向の差が存在し、これにより、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所それぞれまでの前記距離に応じた前記第1の光学像の前記倍率の前記変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所それぞれまでの前記距離に応じた前記第2の光学像の前記倍率の前記変化と異なるようになっている上記(1)または(2)に記載の認証装置。

[0013] (4) 前記第1の光学系および前記第2の光学系は、前記第1の光学系の焦点距離と、前記第2の光学系の焦点距離とが、互いに異なるよう構成され

ており、これにより、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第 1 の光学像の前記倍率の前記変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第 2 の光学像の前記倍率の前記変化と異なるようになっている上記（1）ないし（3）のいずれかに記載の認証装置。

[0014] （5）前記認証部は、前記 3 次元顔認証に加えて、前記第 1 の光学像を前記第 1 の撮像素子によって撮像することによって得られた第 1 の画像および前記第 2 の光学像を前記第 2 の撮像素子によって撮像することによって得られた第 2 の画像を用いて、前記認証対象者の虹彩認証および 2 次元顔認証を実行可能に構成されている上記（1）ないし（4）のいずれかに記載の認証装置。

[0015] （6）前記認証部は、事前に設定されたセキュリティレベルに応じて、前記 3 次元顔認証、前記 2 次元顔認証、および前記虹彩認証の少なくとも 1 つを実行するよう構成されている上記（5）に記載の認証装置。

[0016] （7）前記第 1 の光学系および前記第 2 の光学系は、前記第 1 の光学系の焦点距離が前記第 2 の光学系の焦点距離よりも、長くなるよう構成されており、

前記認証部は、前記第 1 の撮像素子によって取得された前記第 1 の画像を用いて、前記認証対象者の前記虹彩認証を実行し、さらに、前記第 2 の撮像素子によって取得された前記第 2 の画像を用いて、前記認証対象者の前記 2 次元顔認証を実行する上記（5）または（6）に記載の認証装置。

[0017] （8）前記認証対象者に所定のパターンを投影するプロジェクターをさらに備え、

前記距離算出部は、前記プロジェクターによって前記所定のパターンが投影された前記認証対象者の前記第 1 の光学像および前記第 2 の光学像に基づいて、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離を算出する上記（1）ないし（7）のいずれかに記載の認証装置。

[0018] （9）前記認証対象者に赤外光を照射するための赤外光照射部をさらに備

え、

前記第 1 の撮像系の前記第 1 撮像素子および前記第 2 の撮像系の前記第 2 撮像素子の少なくとも一方は、前記赤外光を撮像可能に構成されている上記 (1) ないし (8) のいずれかに記載の認証装置。

発明の効果

[0019] 本発明の認証装置は、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離に応じた光学像の倍率の変化が互いに異なる少なくとも 2 つの光学系を用い、該 2 つの光学系によってそれぞれ形成された 2 つの光学像の像倍比（倍率の比）に基づいて、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を測定することができる。さらに、本発明の認証装置は、算出した認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離に基づいて、認証対象者の顔の 3 次元情報を生成し、認証対象者の 3 次元顔認証を実行することができる。

[0020] そのため、本発明の認証装置では、従来の複数の画像間の並進視差を用いたステレオカメラ方式の認証装置と異なり、大きな並進視差を確保する必要がないため、2 つの光学系を近接して配置しても、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を正確に算出することができる。これにより、従来のステレオカメラ方式の認証装置と比較して、認証装置の小型化を実現することができる。また、本発明の認証装置では、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を算出するために並進視差を用いていないため、認証対象者が認証装置から非常に近い位置にある場合であっても、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を正確に測定することができる。また、本発明によれば、並進視差を考慮して認証装置を設計する必要がなくなるため、認証装置の設計の自由度を増大させることができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図 1 は、本発明の認証装置において用いられる測距原理を説明するための図である。

[図2]図 2 は、本発明の認証装置において用いられる測距原理を説明するための図である。

[図3]図3は、図2に示す第1の光学系によって形成される第1の光学像の倍率と、図2に示す第2の光学系によって形成される第2の光学像の倍率との像倍比が、測定対象までの距離に応じて変化することを説明するためのグラフである。

[図4]図4は、本発明の第1実施形態に係る認証装置を概略的に示すブロック図である。

[図5]図5は、図4に示す認証装置の第1の撮像系および第2の撮像系の撮像範囲を示すための概略図である。図5(a)は、図4に示す認証装置の第1の撮像系および第2の撮像系の撮像範囲を示すために、被写体および第1の撮像系および第2の撮像系を側面から見た概略図である。図5(b)は、図4に示す認証装置の第1の撮像系および第2の撮像系の撮像範囲を示すために、被写体を正面から見た概略図である。

[図6]図6は、本発明の第2実施形態に係る認証装置の第1の撮像系と第2の撮像系を概略的に示すブロック図である。

[図7]図7は、本発明の第3実施形態に係る認証装置の第1の撮像系と第2の撮像系を概略的に示すブロック図である。

[図8]図8は、本発明の第4実施形態に係る認証装置の第1の撮像系、第2の撮像系、および赤外光照射部を概略的に示すブロック図である。

[図9]図9は、本発明の第5実施形態に係る認証装置の第1の撮像系、第2の撮像系、およびプロジェクターを概略的に示すブロック図である。

[図10]図10は、本発明の認証装置によって実行される認証方法を示すフローチャートである。

[図11]図11は、本発明の認証装置によって実行される認証方法における認証処理をより詳細に示すフローチャートである。

[図12]図12は、本発明の認証装置によって実行される認証方法における3次元顔認証を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0022] 最初に、本発明の認証装置において用いられている、測定対象までの距離

を算出するための測距原理について説明する。

[0023] 光学系により形成される光学の倍率 m_{OD} は、光学系の前側主点（前側主面）から測定対象までの距離（被写体距離） a 、光学系の後側主点（後側主面）から光学像の結像位置までの距離 b_{OD} 、および光学系の焦点距離 f によって、レンズの公式から下記式（１）のように表すことができる。

[0024] [数1]

$$m_{OD} = \frac{b_{OD}}{a} = \frac{f}{a-f} \quad (1)$$

[0025] また、光学像のサイズ Y_{OD} は、光学像の倍率 m_{OD} と、測定対象の実際のサイズ s_z から、下記式（２）のように表すことができる。

[0026] [数2]

$$Y_{OD} = s_z \cdot m_{OD} = \frac{s_z \cdot f}{a-f} \quad (2)$$

[0027] センサー等の撮像素子の撮像面が光学像の結像位置にある場合、すなわち、ベストピントである場合、光学像のサイズ Y_{OD} は、上記式（２）で表すことができる。光学系がオートフォーカス機能を有しており、常にベストピントで撮像を行う場合には、上記式（２）を用いて光学像のサイズ Y_{OD} を求めることができる。

[0028] しかしながら、光学系がオートフォーカス機能を有さない固定焦点系であり、センサー等の撮像素子の撮像面が光学像の結像位置にない場合、すなわち、デフォーカスが存在する場合、撮像素子の撮像面上に形成される光学像のサイズ Y_{FD} を求めるためには、デフォーカス量、すなわち、光学像の結像位置と撮像素子の撮像面の位置の奥行方向（光軸方向）の差（シフト量）を考慮する必要がある。

[0029] 図１に示すように、光学系の射出瞳から、測定対象が無限遠に存在する場合の光学像の結像位置までの距離を EP とし、光学系の射出瞳から、測定対象が任意の距離 a に存在する場合の光学像の結像位置までの距離を EP_{OD} とし、光学系の射出瞳から撮像素子の撮像面までの距離（フォーカス調整距離

: Focus Distance) を EP_{FD} とする。また、光学系の後側主点から、測定対象が任意の距離 a に存在する場合の光学像の結像位置までの距離を b_{OD} とし、光学系の後側主点から撮像素子の撮像面までの距離を b_{FD} とする。

[0030] 光学系の後側主点から、任意の距離 a に測定対象が存在する場合の光学像の結像位置までの距離 b_{OD} は、レンズの公式から下記式 (3) によって求めることができる。

[0031] [数3]

$$b_{OD} = \frac{1}{1/f - 1/a} = \frac{a \cdot f}{a - f} \quad (3)$$

[0032] したがって、焦点距離 f と距離 b_{OD} との差 Δb_{OD} は、下記式 (4) によって求めることができる。

[0033] [数4]

$$\Delta b_{OD} = b_{OD} - f = \frac{a \cdot f}{a - f} - f = \frac{f^2}{a - f} \quad (4)$$

[0034] また、光学系の後側主点から撮像素子の撮像面までの距離 b_{FD} は、撮像素子の撮像面で光学像がベストピントとなる場合の光学系の前側主点から測定対象までの距離 a_{FD} を用いて、レンズの公式から下記式 (5) によって求めることができる。

[0035] [数5]

$$b_{FD} = \frac{1}{1/f - 1/a_{FD}} = \frac{a_{FD} \cdot f}{a_{FD} - f} \quad (5)$$

[0036] よって、焦点距離 f と距離 b_{FD} との差 Δb_{FD} は、下記式 (6) によって求めることができる。

[0037] [数6]

$$\Delta b_{FD} = b_{FD} - f = \frac{a_{FD} \cdot f}{a_{FD} - f} - f = \frac{f^2}{a_{FD} - f} \quad (6)$$

[0038] また、図 1 から明らかなように、光軸と光学系の射出瞳との交点を頂点の

一つとし、任意の距離 a に測定対象が存在する場合の光学像の結像位置における光学像のサイズ Y_{OD} を 1 つの辺とする直角三角形と、光軸と光学系の射出瞳との交点を頂点の一つとし、撮像素子の撮像面における光学像のサイズ Y_{FD} を 1 つの辺とする直角三角形とは相似関係にある。そのため、相似関係から、 $EP_{OD} : EP_{FD} = Y_{OD} : Y_{FD}$ が成立し、下記式 (7) から撮像素子の撮像面における光学像のサイズ Y_{FD} を求めることができる。

[0039] [数7]

$$\begin{aligned}
 EP_{OD} : EP_{FD} &= Y_{OD} : Y_{FD} \\
 EP + \Delta b_{OD} : EP + \Delta b_{FD} &= Y_{OD} : Y_{FD} \\
 Y_{FD} &= \frac{EP + \Delta b_{FD}}{EP + \Delta b_{OD}} \cdot Y_{OD} \\
 &= \left(\frac{f^2 - EP \cdot f + EP \cdot a_{FD}}{a_{FD} - f} \right) \bigg/ \left(\frac{f^2 - EP \cdot f + EP \cdot a}{a - f} \right) \cdot \frac{s_z \cdot f}{a - f} \\
 &= \frac{s_z \cdot f \cdot (f^2 - EP \cdot f + EP \cdot a_{FD})}{(a_{FD} - f) \cdot (f^2 - EP \cdot f + EP \cdot a)} \quad (7)
 \end{aligned}$$

[0040] 上記式 (7) から明らかなように、撮像素子の撮像面における光学像のサイズ Y_{FD} は、測定対象の実際のサイズ s_z 、光学系の焦点距離 f 、光学系の射出瞳から、測定対象が無限遠に存在する場合の光学像の結像位置までの距離 EP 、光学系から測定対象までの距離（被写体距離） a 、および撮像素子の撮像面で光学像がベストピントとなる場合の光学系から測定対象までの距離 a_{FD} の関数として表すことができる。

[0041] 次に、図 2 に示すように、同じ測定対象を、2 つの撮像素子 $IS1$ 、 $IS2$ を用いて撮像した場合を想定する。第 1 の撮像素子 $IS1$ は、測定対象からの光を集光し、第 1 の光学像を形成する第 1 の光学系 $OS1$ と、第 1 の光学系 $OS1$ によって形成された第 1 の光学像を撮像するための第 1 の撮像素子 $S1$ とを備えている。第 2 の撮像素子 $IS2$ は、測定対象からの光を集光し、第 2 の光学像を形成する第 2 の光学系 $OS2$ と、第 2 の光学系 $OS2$ によって形成された第 2 の光学像を撮像するための第 2 の撮像素子 $S2$ とを備えている。また、図 2 から明らかなように、第 1 の撮像素子 $S1$ の第 1 の光学系 O

S 1 の光軸と、第 2 の撮像素子 S 2 の第 2 の光学系 O S 2 の光軸は、平行であるが、一致していない。

[0042] 第 1 の光学系 O S 1 および第 2 の光学系 O S 2 は、それぞれ焦点距離 f_1 、 f_2 を有する固定焦点の光学系である。第 1 の撮像素子 S 1 が構成される際において、第 1 の光学系 O S 1 の位置（レンズ位置）、すなわち、第 1 の光学系 O S 1 と第 1 の撮像素子 S 1 の離間距離は、任意の距離 a_{FD1} にある測定対象の第 1 の光学像が第 1 の撮像素子 S 1 の撮像面上に形成される、すなわち、任意の距離 a_{FD1} にある測定対象がベストピントとなるように調整されている。同様に、第 2 の撮像素子 S 2 が構成される際において、第 2 の光学系 O S 2 の位置（レンズ位置）、すなわち、第 2 の光学系 O S 2 と第 2 の撮像素子 S 2 の離間距離は、任意の距離 a_{FD2} にある測定対象の第 2 の光学像が第 2 の撮像素子 S 2 の撮像面上に形成される、すなわち、任意の距離 a_{FD2} にある測定対象がベストピントとなるように調整されている。

[0043] また、第 1 の光学系 O S 1 の射出瞳から、測定対象が無限遠に存在する場合の第 1 の光学像の結像位置までの距離は EP_1 であり、第 2 の光学系 O S 2 の射出瞳から、測定対象が無限遠に存在する場合の第 2 の光学像の結像位置までの距離は EP_2 である。

[0044] 第 1 の光学系 O S 1 および第 2 の光学系 O S 2 は、第 1 の光学系 O S 1 の前側主点（前側主面）と、第 2 の光学系 O S 2 の前側主点（前側主面）との間に、奥行方向（光軸方向）の差 D が存在するように構成および配置されている。すなわち、第 1 の光学系 O S 1 の前側主点から測定対象までの距離（被写体距離）を a とすると、第 2 の光学系 O S 2 の前側主点から測定対象までの距離は、 $a + D$ となる。

[0045] 図 1 を参照して説明した相似関係を利用することにより、第 1 の光学系 O S 1 によって第 1 の撮像素子 S 1 の撮像面上に形成される第 1 の光学像の倍率 m_1 は、下記式（8）で表すことができる。

[0046] [数 8]

$$m_1 = \frac{EP_{FD1}}{EP_{OD1}} \cdot m_{OD1} = \frac{EP_1 + \Delta b_{FD1}}{EP_1 + \Delta b_{OD1}} \cdot m_{OD1} \quad (8)$$

[0047] ここで、 EP_{OD1} は、第1の光学系OS1の射出瞳から、距離 a に測定対象が存在する場合の第1の光学像の結像位置までの距離であり、 EP_{FD1} は、第1の光学系OS1の射出瞳から、第1の撮像素子S1の撮像面までの距離である。これら距離 EP_{OD1} および距離 EP_{FD1} の位置関係は、第1の撮像素子S1が構成される際において、任意の距離 a_{FD1} にある測定対象がベストポイントとなるように第1の光学系OS1の位置（レンズ位置）を調整することにより決定される。また、 Δb_{OD1} は、焦点距離 f_1 と、第1の光学系OS1の後側主点から、距離 a に測定対象が存在する場合の第1の光学像の結像位置までの距離 b_{OD1} との差であり、 Δb_{FD1} は、焦点距離 f_1 と、第1の光学系OS1の後側主点から第1の撮像素子S1の撮像面までの距離 b_{FD1} との差であり、 m_{OD1} は、距離 a に測定対象が存在する場合の第1の光学像の結像位置における第1の光学像の倍率である。

[0048] 上記式（1）、（4）および（6）が第1の光学系OS1による結像にも適用できるので、上記式（8）は、下記式（9）で表すことができる。

[0049] [数9]

$$m_1 = \left(\frac{f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a_{FD1}}{a_{FD1} - f_1} \right) / \left(\frac{f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a}{a - f_1} \right) \cdot \frac{f_1}{a - f_1}$$

$$= \frac{f_1 \cdot (f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a_{FD1})}{(a_{FD1} - f_1) \cdot (f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a)} \quad (9)$$

[0050] ここで、 a_{FD1} は、第1の撮像素子S1の撮像面で第1の光学像がベストポイントとなる場合の第1の光学系OS1の前側主点から測定対象までの距離である。

[0051] 同様に、第2の光学系OS2によって第2の撮像素子S2の撮像面上に形成される第2の光学像の倍率 m_2 は、下記式（10）で表すことができる。

[0052]

[数10]

$$\begin{aligned}
m_2 &= \frac{EP_{FD2}}{EP_{OD2}} \cdot m_{OD2} = \frac{EP_2 + \Delta b_{FD2}}{EP_2 + \Delta b_{OD2}} \cdot m_{OD2} \\
&= \left(\frac{f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot a_{FD2}}{a_{FD2} - f_2} \right) \cdot \frac{f_2}{(a+D) - f_2} \\
&= \frac{f_2 \cdot (f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot a_{FD2})}{(a_{FD2} - f_2) \cdot (f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot (a+D))} \quad (10)
\end{aligned}$$

[0053] ここで、 EP_{OD2} は、第2の光学系OS2の射出瞳から、距離 $a+D$ に測定対象が存在する場合の第2の光学像の結像位置までの距離であり、 EP_{FD2} は、第2の光学系OS2の射出瞳から第2の撮像素子S2の撮像面までの距離である。これら距離 EP_{OD2} および距離 EP_{FD2} の位置関係は、第2の撮像素子S2が構成される際において、任意の距離 a_{FD2} にある測定対象がベストポイントとなるように第2の光学系OS2の位置（レンズ位置）を調整することにより決定される。また、 Δb_{OD2} は、焦点距離 f_2 と、第2の光学系OS2の後側主点から、距離 $a+D$ に測定対象が存在する場合の第2の光学像の結像位置までの距離 b_{OD2} との差であり、 Δb_{FD2} は、焦点距離 f_2 と、第2の光学系OS2の後側主点から第2の撮像素子S2の撮像面までの距離 b_{FD2} との差であり、 m_{OD2} は、距離 $a+D$ に測定対象が存在する場合の第2の光学像の結像位置における第2の光学像の倍率であり、 a_{FD2} は、第2の撮像素子S2の撮像面で第2の光学像がベストポイントとなる場合の第2の光学系OS2の前側主点から測定対象までの距離である。

[0054] したがって、第1の光学系OS1によって第1の撮像素子S1の撮像面上に形成される第1の光学像の倍率 m_1 と、第2の光学系OS2によって第2の撮像素子S2の撮像面上に形成される第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MRは、下記式（11）で表すことができる。

[0055]

[数11]

$$\begin{aligned}
 MR &= \frac{m_2}{m_1} \\
 &= \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{a_{FD1} - f_1}{a_{FD2} - f_2} \cdot \frac{f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot a_{FD2}}{f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a_{FD1}} \cdot \frac{f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a}{f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot (a + D)} \\
 &= K \cdot \frac{f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a}{f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot (a + D)} \quad (11)
 \end{aligned}$$

[0056] ここで、Kは、係数であり、第1の撮像素子S1および第2の撮像素子S2の構成により決定される固定値 f_1 、 f_2 、 EP_1 、 EP_2 、 a_{FD1} 、および a_{FD2} から構成される下記式(12)で表される。

[0057] [数12]

$$K = \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{a_{FD1} - f_1}{a_{FD2} - f_2} \cdot \frac{f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot a_{FD2}}{f_1^2 - EP_1 \cdot f_1 + EP_1 \cdot a_{FD1}} \quad (12)$$

[0058] 上記式(11)から明らかなように、第1の光学系OS1によって第1の撮像素子S1の撮像面上に形成される第1の光学像の倍率 m_1 と、第2の光学系OS2によって第2の撮像素子S2の撮像面上に形成される第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MRは、測定対象から第1の光学系OS1の前側主点までの距離aに応じて変化することがわかる。

[0059] また、上記式(11)を距離aについて解くと、測定対象までの距離aについての一般式(13)を得ることができる。

[0060] [数13]

$$a = \frac{K \cdot (f_1^2 - EP_1 \cdot f_1) - MR \cdot (f_2^2 - EP_2 \cdot f_2 + EP_2 \cdot D)}{MR \cdot EP_2 - K \cdot EP_1} \quad (13)$$

[0061] 上記式(13)中において、 f_1 、 f_2 、 EP_1 、 EP_2 、DおよびKは、第1の撮像素子S1および第2の撮像素子S2の構成により決定される固定値なので、像倍比MRを得ることができれば、測定対象から第1の光学系OS1の前側主点までの距離aを算出することができる。

[0062] 図3には、上記式(13)に基づいて算出された、第1の光学系OS1によって第1の撮像素子S1の撮像面上に形成される第1の光学像の倍率 m_1 と

、第2の光学系OS2によって第2の撮像素子S2の撮像面上に形成される第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MRと、測定対象までの距離 a との関係の1例が示されている。図3から明らかなように、像倍比MRの値と、測定対象までの距離 a との間には、一対一関係が成立している。一方、像倍比MRは、下記式(14)によって算出することができる。

[0063] [数14]

$$MR = \frac{m_2}{m_1} = \frac{Y_{FD2}/s_z}{Y_{FD1}/s_z} = \frac{Y_{FD2}}{Y_{FD1}} \quad (14)$$

[0064] ここで、 s_z は、測定対象の実際のサイズ（高さまたは幅）、 Y_{FD1} は、第1の光学系OS1によって第1の撮像素子S1の撮像面上に形成される第1の光学像のサイズ（像高または像幅）、 Y_{FD2} は、第2の光学系OS2によって第2の撮像素子S2の撮像面上に形成される第2の光学像のサイズ（像高または像幅）である。

[0065] 第1の光学像のサイズ Y_{FD1} および第2の光学像のサイズ Y_{FD2} は、第1の撮像素子S1および第2の撮像素子S2が第1の光学像および第2の光学像を撮像することにより取得される、第1の光学像の画像（第1の画像）および第2の光学像の画像（第2の画像）から算出することができる。そのため、実際に測定対象を第1の撮像系IS1および第2の撮像系IS2を用いて撮像することにより得られた第1の画像および第2の画像から、第1の光学像のサイズ Y_{FD1} および第2の光学像のサイズ Y_{FD2} を実測し、それに基づいて、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MRを得ることができる。

[0066] なお、上記式(11)から明らかなように、第1の光学系OS1の焦点距離 f_1 が第1の光学系OS1の焦点距離 f_2 と等しく（ $f_1 = f_2$ ）、第1の光学系OS1の射出瞳から、測定対象が無限遠にある場合の第1の光学像の結像位置までの距離 EP_1 が、第2の光学系OS2の射出瞳から、測定対象が無限遠にある場合の第2の光学像の結像位置までの距離 EP_2 と等しく（ $EP_1 = EP_2$ ）、かつ、第1の光学系OS1の前側主点と、第2の光学系OS2の

前側主点との間の奥行方向（光軸方向）の差 D が存在しない（ $D = 0$ ）場合、像倍比 MR が距離 a の関数として成立せず、像倍比 MR は定数となる。この場合、測定対象までの距離 a に応じた第1の光学像の倍率 m_1 の変化が、認証対象者100までの距離 a に応じた第2の光学像の倍率 m_2 の変化と同一になってしまい、像倍比 MR に基づいて第1の光学系 $OS1$ から測定対象までの距離 a を算出することが不可能となる。

[0067] また、特別な条件として、 $f_1 \neq f_2$ 、 $EP_1 \neq EP_2$ 、かつ $D = 0$ の場合であっても、 $f_1 = EP_1$ かつ $f_2 = EP_2$ の場合、像倍比 MR が距離 a の関数として成立せず、像倍比 MR は定数となる。このような特別な場合にも、像倍比 MR に基づいて第1の光学系 $OS1$ から測定対象までの距離 a を算出することが不可能となる。

[0068] したがって、本発明の認証装置では、以下の3つの条件の少なくとも1つが満たされるよう、第1の光学系 $OS1$ および第2の光学系 $OS2$ が構成および配置され、これにより、測定対象までの距離 a に応じた第1の光学像の倍率 m_1 の変化が、測定対象までの距離 a に応じた第2の光学像の倍率 m_2 の変化と異なるようになっている。

[0069] （第1の条件）第1の光学系 $OS1$ の焦点距離 f_1 と、第2の光学系 $OS2$ の焦点距離 f_2 とが、互いに異なる（ $f_1 \neq f_2$ ）

（第2の条件）第1の光学系 $OS1$ の射出瞳から、測定対象が無限遠にある場合の第1の光学像の結像位置までの距離 EP_1 と、第2の光学系 $OS2$ の射出瞳から、測定対象が無限遠にある場合の第2の光学像の結像位置までの距離 EP_2 とが、互いに異なる（ $EP_1 \neq EP_2$ ）

（第3の条件）第1の光学系 $OS1$ の前側主点と、第2の光学系 $OS2$ の前側主点との間に奥行方向（光軸方向）の差 D が存在する（ $D \neq 0$ ）

[0070] 加えて、上記第1～第3の条件の少なくとも1つを満たしていたとしても、上述したような特別な場合（ $f_1 \neq f_2$ 、 $EP_1 \neq EP_2$ 、 $D = 0$ 、 $f_1 = EP_1$ かつ $f_2 = EP_2$ ）には、像倍比 MR が距離 a の関数として成立せず、像倍比 MR に基づいて、第1の光学系 $OS1$ から測定対象までの距離 a を算出する

ことが不可能となる。したがって、像倍比 MR に基づいて第1の光学系 $OS1$ から測定対象までの距離 a を算出するために、本発明の認証装置は、像倍比 MR が距離 a の関数として成立しているという第4の条件をさらに満たすよう構成されている。

[0071] そのため、本発明の認証装置を用いて取得された第1の画像および第2の画像から実測される第1の光学像のサイズ Y_{FD1} および第2の光学像のサイズ Y_{FD2} から像倍比 MR を算出することにより、第1の光学系 $OS1$ の前側主点から測定対象までの距離 a を算出することができる。

[0072] このように、本発明の認証装置は、実測される第1の光学像のサイズ Y_{FD1} および第2の光学像のサイズ Y_{FD2} に基づいて、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比 MR を算出することにより、第1の光学系 $OS1$ の前側主点から測定対象までの距離 a を算出する。

[0073] 本発明の認証装置では、測定対象は、図4に示すように、本発明の認証装置の認証の対象となる認証対象者100の顔の複数の箇所である。これにより、本発明の認証装置では、認証対象者100の顔の複数の箇所（例えば、眼、鼻、口、耳等の顔のパーツ）のそれぞれまでの距離 a が算出され、これに基づき、認証対象者100の顔の3次元情報が生成される。このようにして生成された認証対象者100の顔の3次元情報は、3次元顔認証に利用される。

[0074] 以下、上述の原理を利用して、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を算出することにより、認証対象者100の顔の3次元情報を生成し、さらに、生成した顔の3次元情報を用いて3次元顔認証を実行可能に構成された本発明の認証装置を、添付図面に示す好適な実施形態に基づいて詳述する。

[0075] <第1実施形態>

最初に、図4および5を参照して、本発明の認証装置の第1実施形態を説明する。図4は、本発明の第1実施形態に係る認証装置を概略的に示すブロック図である。図5は、図4に示す認証装置の第1の撮像系および第2の撮

像系の撮像範囲を示すための概略図である。

[0076] 図4に示す認証装置1は、認証装置1の制御を行う制御部2と、認証対象者100からの光を集光し、認証対象者100の第1の光学像を形成するための第1の光学系OS1および第1の光学系OS1によって形成された第1の光学像を撮像するための第1の撮像素子S1を有する第1の撮像系IS1と、認証対象者100からの光を集光し、認証対象者100の第2の光学像を形成するための第2の光学系OS2および第2の光学系OS2によって形成された第2の光学像を撮像するための第2の撮像素子S2を有する第2の撮像系IS2と、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MRと、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aとを関連付ける関連付情報を記憶している関連付情報記憶部3と、第1の光学像および第2の光学像に基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを算出するための距離算出部4と、距離算出部4が算出した認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離に基づいて、認証対象者100の顔の3次元情報を生成するための3次元情報生成部5と、認証のために必要な認証情報を記憶している認証情報記憶部6と、認証対象者100の認証処理を実行するための認証部7と、使用者による操作を入力するための操作部8と、液晶パネル等の任意の情報を表示するための表示部9と、外部デバイスとの通信を実行するための通信部10と、認証装置1の各コンポーネント間のデータや指示の授受を実行するためのデータバス11と、を備えている。

[0077] 本実施形態の認証装置1は、像倍比MRに基づいて測定対象（すなわち、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれ）までの距離aを算出するために要求される上述の3つの条件の内、第1の光学系OS1の焦点距離 f_1 と、第2の光学系OS2の焦点距離 f_2 とが、互いに異なる（ $f_1 \neq f_2$ ）という第1の条件が満たされるよう、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2が構成されていることを特徴とする。一方、本実施形態では、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2は、上述の3つの条件の内、その他の2

つの条件（ $EP_1 \neq EP_2$ および $D \neq 0$ ）を満たすように構成および配置されていない。さらに、本実施形態の認証装置 1 は、像倍比 MR が距離 a の関数として成立しているという第 4 の条件が満たされるよう構成されている。

[0078] そのため、像倍比 MR を用いて測定対象（すなわち、認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれ）までの距離 a を算出するための上記一般式（13）は、 $EP_1 = EP_2 = EP$ および $D = 0$ の条件により単純化され、下記式（15）で表すことができる。

[0079] [数15]

$$a = \frac{K \cdot (f_1^2 - EP \cdot f_1) - MR \cdot (f_2^2 - EP \cdot f_2)}{EP \cdot (MR - K)} \quad (15)$$

[0080] ここで、係数 K は、下記式（16）で表される。

[0081] [数16]

$$K = \frac{f_2}{f_1} \cdot \frac{a_{FD1} - f_1}{a_{FD2} - f_2} \cdot \frac{f_2^2 - EP \cdot f_2 + EP \cdot a_{FD2}}{f_1^2 - EP \cdot f_1 + EP \cdot a_{FD1}} \quad (16)$$

[0082] 本実施形態の認証装置 1 は、第 1 の撮像系 IS_1 および第 2 の撮像系 IS_2 によって認証対象者 100 を撮像することにより第 1 の光学像の倍率 m_1 と第 2 の光学像の倍率 m_2 との像倍比 MR を算出し、さらに、上記式（15）を用いて、認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を算出する。本実施形態の認証装置 1 は、算出した認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に基づいて、認証対象者 100 の顔の 3 次元情報を生成し、3 次元顔認証を実行する。

[0083] 以下、認証装置 1 の各コンポーネントについて詳述する。制御部 2 は、データベース 11 を介して、各コンポーネントとの間の各種データや各種指示の授受を行い、認証装置 1 の制御を実行する。制御部 2 は、演算処理を実行するためのプロセッサと、認証装置 1 の制御を行うために必要なデータ、プログラム、モジュール等を保存しているメモリーとを備えており、制御部 2 のプロセッサは、メモリー内に保存されているデータ、プログラム、モジュール等を用いることにより、認証装置 1 の制御を実行する。また、制御部

2のプロセッサは、認証装置1の各コンポーネントを用いることにより、所望の機能を提供することができる。例えば、制御部2のプロセッサは、距離算出部4を用いることにより、第1の撮像系IS1および第2の撮像系IS2によって撮像された第1の光学像および第2の光学像に基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを算出するための処理を実行することができる。

[0084] 制御部2のプロセッサは、例えば、1つ以上のマイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、中央演算処理装置(CPU)、メモリーコントロールユニット(MCU)、画像処理用演算処理装置(GPU)、状態機械、論理回路、特定用途向け集積回路(ASIC)、またはこれらの組み合わせ等のコンピュータ可読命令に基づいて信号操作等の演算処理を実行する演算ユニットである。特に、制御部2のプロセッサは、制御部2のメモリー内に保存されているコンピュータ可読命令(例えば、データ、プログラム、モジュール等)をフェッチし、信号操作および制御を実行するよう構成されている。

[0085] 制御部2のメモリーは、揮発性記憶媒体(例えば、RAM、SRAM、DRAM)、不揮発性記憶媒体(例えば、ROM、EPROM、EEPROM、フラッシュメモリー、ハードディスク、光ディスク、CD-ROM、デジタル多用途ディスク(DVD)、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスク)、またはこれらの組み合わせを含む着脱式または非着脱式のコンピュータ可読媒体である。

[0086] 第1の撮像系IS1および第2の撮像系IS2のそれぞれは、認証対象者100を撮像するよう構成および配置されている。第1の撮像系IS1の第1の光学系OS1は、認証対象者100からの光を集光し、第1の撮像系IS1の第1の撮像素子S1の撮像面上に第1の光学像を形成する機能を有する。第2の撮像系IS2の第2の光学系OS2は、認証対象者100からの光を集光し、第2の撮像系IS2の第2の撮像素子S2の撮像面上に第2の

光学像を形成するための機能を有する。第1の光学系OS1および第2の光学系OS2は、1つ以上のレンズと絞り等の光学素子から構成されている。また、図示のように、第1の光学系OS1の光軸と、第2の光学系OS2の光軸は、平行であるが、一致していない。

[0087] 上述のように、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2は、第1の光学系OS1の焦点距離 f_1 と第2の光学系OS2の焦点距離 f_2 とが、互いに異なるよう($f_1 \neq f_2$)、構成されている。これにより、第1の光学系OS1によって形成される第1の光学像の倍率 m_1 の認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に応じた変化が、第2の光学系OS2によって形成される第2の光学像の倍率 m_2 の認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に応じた変化と異なるようになっている。

[0088] また、本実施形態では、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2は、第1の光学系OS1の焦点距離 f_1 が、第2の光学系OS2の焦点距離 f_2 よりも長くなるよう($f_1 > f_2$)、構成されている。

[0089] なお、本実施形態における第1の光学系OS1の構成および第2の光学系OS2の構成および配置は、上述の第1の条件($f_1 \neq f_2$)が満たされており、それにより、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第1の光学像の倍率 m_1 の変化と、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第2の光学像の倍率 m_2 の変化とが、互いに異なるようになっていれば、如何なる態様であってもよい。

[0090] 第1の撮像素子IS1の第1の撮像素子S1は、第1の光学系OS1によって形成された第1の光学像を撮像し、第1の画像を取得する機能を有している。同様に、第2の撮像素子IS2の第2の撮像素子S2は、第2の光学系OS2によって形成された第2の光学像を撮像し、第2の画像を取得する機能を有している。

[0091] 第1の撮像素子S1および第2の撮像素子S2は、ベイヤー配列等の任意のパターンで配列されたRGB原色系カラーフィルターやCMY補色系カラーフィルターのようなカラーフィルターを有するCMOS画像センサーやC

C D画像センサー等のカラー撮像素子であってもよいし、そのようなカラーフィルターを有さない白黒撮像素子であってもよい。

[0092] 第1の光学系OS1によって、第1の撮像素子S1の撮像面上に第1の光学像が形成され、第1の撮像素子S1によって、カラーまたは白黒の第1の画像信号が取得される。取得された第1の画像は、データバス11を介して、制御部2、距離算出部4、および認証部7に送られる。同様に、第2の光学系OS2によって、第2の撮像素子S2の撮像面上に第2の光学像が形成され、第2の撮像素子S2によって、カラーまたは白黒の第2の画像が取得される。取得された第2の画像は、データバス11を介して、制御部2、距離算出部4、および認証部7に送られる。距離算出部4に送られた第1の画像および第2の画像は、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を算出するために用いられる。一方、認証部7に送られた第1の画像および第2の画像は、認証対象者100の2次元顔認証および／または虹彩認証を実行するために用いられる。また、制御部2に送られた第1の画像および第2の画像は、表示部9による画像表示や通信部10による画像の通信のために用いられる。

[0093] なお、図示の形態では、第1の撮像素子IS1および第2の撮像素子IS2が別々の筐体内において構成されているが、本発明はこれに限られない。第1の撮像素子IS1および第2の撮像素子IS2が同一の筐体内において構成されているような態様も、本発明の範囲内である。

[0094] 関連付情報記憶部3は、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MR (m_2/m_1)と、第1の光学系OS1の前側主点から認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離（被写体距離） a とを関連付ける関連付情報を記憶するための任意の不揮発性記録媒体（例えば、ハードディスク、フラッシュメモリー）である。関連付情報記憶部3に保存されている関連付情報は、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MR (m_2/m_1)から、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を算出するための情報である。

[0095] 典型的には、関連付情報記憶部3に保存されている関連付情報は、像倍比MRに基づいて認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを算出するための上記式(15)(または、一般式(13))、並びに、該式中の第1の光学系OS1および第2の光学系OS2の構成および配置によって決定される上述の固定値(上記式(15)用であれば、固定値である f_1 、 f_2 、EP、およびK)である。代替的に、関連付情報記憶部3に保存されている関連付情報は、像倍比MRと認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aとを一意に対応づけたルックアップテーブルであってもよい。関連付情報記憶部3に保存されているこのような関連付情報を参照することにより、像倍比MRに基づいて認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを算出することが可能となる。

[0096] 距離算出部4は、第1の撮像素子IS1および第2の撮像素子IS2によって撮像された第1の光学像および第2の光学像に基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを算出する機能を有している。より具体的には、距離算出部4は、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比MRに基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを算出する機能を有している。距離算出部4は、第1の撮像素子IS1の第1の撮像素子S1から第1の画像を受信し、さらに、第2の撮像素子IS2の第2の撮像素子S2から第2の画像を受信する。

[0097] その後、距離算出部4は、第1の画像および第2の画像に対して、Cannyのようなフィルター処理を施し、第1の画像内における第1の光学像の複数のエッジ部および第2の画像内における第2の光学像の複数のエッジ部を抽出する。距離算出部4は、抽出した第1の光学像の複数のエッジ部に基づいて、第1の光学像の複数の箇所のサイズ(像幅または像高) Y_{FD1} を算出し、さらに、抽出した第2の光学像のエッジ部に基づいて、第2の光学像の複数の箇所のサイズ(像幅または像高) Y_{FD2} を算出する。

[0098] 距離算出部4は、サイズ Y_{FD1} 、 Y_{FD2} を算出するために用いる複数のエッジ部の組み合わせを変更することによって、第1の光学像および第2の光学

像の複数の箇所のサイズ Y_{FD1} 、 Y_{FD2} を取得する。

- [0099] 例えば、距離算出部4は、抽出した複数のエッジ部の内、高さ方向に隣り合うエッジ部を選択し、それらの離間距離を測定することにより、光学像中の任意の箇所の像高を取得することができる。同様に、距離算出部4は、抽出した複数のエッジ部の内、幅方向に隣り合うエッジ部を選択し、それらの離間距離を測定することにより、光学像中の任意の箇所の像幅を取得することができる。
- [0100] 距離算出部4による、抽出した複数のエッジ部の選択は、認証対象者100の顔に相当するエリアに位置するエッジ部の全てまたはいくつかの組み合わせが網羅されるように実行される。なお、距離算出部4は、抽出されたエッジ部の全てまたはいくつかの組み合わせを網羅するよう、抽出した複数のエッジ部の選択を実行してもよい。このようにして、距離算出部4は、第1の光学像の複数の箇所のそれぞれのサイズ Y_{FD1} および第2の光学像の複数の箇所のそれぞれのサイズ Y_{FD2} を取得する。
- [0101] その後、距離算出部4は、算出した第1の光学像の複数の箇所のそれぞれのサイズ Y_{FD1} および第2の光学像の対応する箇所のサイズ Y_{FD2} に基づき、上記式(14) $MR = Y_{FD2} / Y_{FD1}$ によって、第1の光学像の複数の箇所のそれぞれの倍率 m_1 と第2の光学像の対応する箇所のそれぞれの倍率 m_2 との像倍比 MR を算出する。各箇所の像倍比 MR が算出されると、距離算出部4は、関連付情報記憶部3に保存されている関連付情報を参照し、像倍比 MR に基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を算出(特定)する。
- [0102] 3次元情報生成部5は、距離算出部4が算出した認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に基づいて、認証対象者100の顔の3次元情報を生成する機能を有している。3次元情報生成部5は、距離算出部4から認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を受信すると、それに基づいて、認証対象者100の顔の3次元グリッド(3次元メッシュ)およびテクスチャを生成し、認証対象者100の顔を3次元モデル

化する。

[0103] なお、距離算出部4が算出した認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aが、認証対象者100の顔を3次元モデル化するのに不十分である場合には、3次元情報生成部5は、バイリニア補間、バイキュービック補間、最近傍補間等の任意の補間技術を用いて、認証対象者100の顔の高さ（奥行）情報の補間を実行し、認証対象者100の顔を3次元モデル化する。

[0104] その後、3次元情報生成部5は、認証対象者100の顔の3次元モデルから、認証対象者100の顔の3次元特徴を、認証対象者100の顔の3次元情報として抽出する。顔の3次元モデルから抽出される顔の3次元情報としては、例えば、鼻の高さ、鼻の形状（鼻尖の向きや形、鼻背の形や高さ、鼻翼の形等）、眼の窪みの深さ、顔の各部位（眼、鼻、口、耳、眉等）間の奥行方向の離間距離を挙げることができる。このような認証対象者100の顔の3次元情報は、後述する認証部7によって実行される3次元顔認証において用いられる。

[0105] 認証情報記憶部6は、認証対象者100の認証を実行するために必要な認証情報を記憶している任意の不揮発性記録媒体（例えば、ハードディスク、フラッシュメモリー）である。本発明の認証装置1の管理者等は、事前に、認証を許可された人物を、本発明の認証装置1または同等の機能を有する撮像装置を用いて撮像することにより、認証を許可された人物の3次元情報、第1の画像、および第2の画像を取得し、これらを認証情報として、認証情報記憶部6内に登録する。

[0106] 後述する認証部7による認証対象者100に対する認証処理の実行時に、取得された認証対象者100の3次元情報、第1の画像、および／または、第2の画像が、認証情報記憶部6に保存されている認証情報と照合され、3次元顔認証、2次元顔認証、および／または虹彩認証が実行される。

[0107] なお、図示の形態では、認証情報記憶部6は、認証装置1の内部に設けられているが、本発明はこれに限られない。例えば、認証情報記憶部6は、イ

ンターネット、ローカルエリアネットワーク（LAN）、広域ネットワーク（WAN）等の種々の有線または無線ネットワークを介して認証装置１に接続された外部サーバーや外部ストレージデバイスであってもよい。また、認証情報記憶部６が外部サーバーや外部ストレージデバイスである場合、１つ以上の認証情報記憶部６が複数の認証装置１間で共用されていてもよい。この場合、認証装置１は、認証対象者１００に対する認証が実行されるたびに、通信部１０を用いて、外部に設けられた認証情報記憶部６と通信を行い、認証対象者１００に対する認証を実行する。

[0108] 認証部７は、３次元情報生成部５が算出した認証対象者１００の顔の３次元情報を用いて、認証対象者１００の３次元顔認証を実行可能に構成されている。より具体的には、認証部７は、３次元情報生成部５が算出した認証対象者１００の顔の３次元情報と、認証情報記憶部６に事前に登録されている認証情報に含まれる顔の３次元情報とを比較することにより、認証対象者１００の３次元顔認証を実行する。

[0109] 認証部７は、認証対象者１００の顔の３次元情報に含まれる鼻の高さや眼の窪みの深さといった複数の要素のいずれか１つが、認証情報記憶部６に事前に登録されている認証情報の顔の３次元情報の対応する要素と一致すれば、３次元顔認証が成功したと判断してもよいし、複数の要素の全てが、認証情報記憶部６に事前に登録されている認証情報の顔の３次元情報の対応する要素と一致した場合に、３次元顔認証が成功したと判断してもよい。

[0110] また、認証部７は、前述した３次元顔認証に加えて、第１の撮像系１Ｓ１および第２の撮像系１Ｓ２から受信した第１の画像および第２の画像を用いて、認証対象者１００の虹彩認証および２次元顔認証を実行可能に構成されている。具体的には、認証部７は、第１の画像および／または第２の画像から、顔の２次元特徴量および眼の虹彩情報を抽出し、抽出した顔の２次元特徴量および眼の虹彩情報を用いて、認証対象者１００の虹彩認証および２次元顔認証を実行可能に構成されている。認証部７が第１の画像および／または第２の画像から、顔の２次元特徴量および眼の虹彩情報を抽出する方法は

特に限定されず、本分野において既知の様々なアルゴリズムを用いて、顔の2次元特徴量および眼の虹彩情報を抽出することができる。

[0111] 認証部7は、第1の撮像系IS1および第2の撮像系IS2から受信した第1の画像および／または第2の画像から抽出された認証対象者100の顔の2次元特徴量と、認証情報記憶部6に事前に登録されている認証情報に含まれる第1の画像および／または第2の画像から抽出された顔の2次元特徴量とを比較し、認証対象者100の2次元顔認証を実行可能に構成されている。認証部7によって実行される2次元顔認証の方法は特に限定されないが、例えば、認証部7は、固有顔法、線形判別分析、グラフマッチング法、周波数解析法、ニューラルネットワーク法、Viola-Jones法等の任意の2次元顔認証アルゴリズムを用いて、認証対象者100の2次元顔認証を実行することができる。

[0112] また、認証部7は、第1の撮像系IS1および第2の撮像系IS2から受信した第1の画像および／または第2の画像から抽出された認証対象者100の眼の虹彩情報と、認証情報記憶部6に事前に登録されている認証情報に含まれる第1の画像および／または第2の画像から抽出された眼の虹彩情報とを比較し、認証対象者100の虹彩認証を実行可能に構成されている。認証部7によって実行される虹彩認証の方法は特に限定されないが、例えば、認証部7は、Dangmanのアルゴリズム等の任意の虹彩認証アルゴリズムを用いて、認証対象者100の虹彩認証を実行することができる。

[0113] なお、本実施形態では、上述のように、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2は、第1の光学系OS1の焦点距離 f_1 が、第2の光学系OS2の焦点距離 f_2 よりも長くなるよう($f_1 > f_2$)、構成されている。そのため、本実施形態の認証装置1は、簡易に異なる画角の2つの画像(第1の画像と第2の画像)を同時に取得することができる。具体的には、本実施形態において、第1の撮像系IS1により取得される第1の画像の画角は、第2の撮像系IS2により取得される第2の画像の画角よりも狭く、さらに、第1の撮像系IS1により取得される第1の画像の倍率は、第2の撮像系IS2

により取得される第2の画像の倍率よりも高い。

[0114] 虹彩認証では、眼の微細な構造である虹彩が用いられるので、虹彩認証に用いられる画像では、認証対象者100の眼が拡大され、大きく写っていることが好ましい。第1の画像と第2の画像を比較すると、第1の画像は、狭画角および高倍率である。そのため、虹彩認証は、狭画角および高倍率である第1の画像を用いて、実行される。また、より広い範囲の画像を必要とするが、虹彩認証と比較して微細な構造に関する情報を必要としない2次元顔認証は、広画角および低倍率である第2の画像を用いて、実行される。

[0115] 本実施形態では、図5(a)および図5(b)に示すように、第1の撮像系IS1は、第1の撮像系IS1の撮像範囲(図5(a)および図5(b)中に点線で示されている範囲)中に、認証対象者100の眼を含む認証対象者100の眼の周辺領域のみが含まれるように、構成および配置される。また、本実施形態では、第2の撮像系IS2は、第2の撮像系IS2の撮像範囲(図5(a)および図5(b)中に一点鎖線で示されている範囲)内に、認証対象者100の顔の全体が含まれるように、構成および配置される。

[0116] そのため、本実施形態の認証部7は、第1の撮像系IS1が取得した第1の画像を用いて認証対象者100の虹彩認証を実行し、さらに、第2の撮像系IS2が取得した第2の画像を用いて認証対象者100の2次元顔認証を実行する。このような構成により、認証対象者100の虹彩認証および2次元顔認証の精度を高めることができる。

[0117] このように、認証部7は、3次元顔認証、2次元顔認証、および虹彩認証の3つの認証を実行可能に構成されている。認証部7は、認証装置1に対して事前に設定されているセキュリティレベル(例えば、「高」、「中」、および「低」)に応じて、これら3つの認証の少なくとも1つを実行することができる。認証装置1のセキュリティレベルは、認証装置1の管理者等により、操作部8を用いて、手動で設定されてもよいし、認証装置1が、通信部10を介して、管理者等の携帯電話、スマートフォン、ノートパソコン、ラップトップコンピュータ等の外部デバイスからセキュリティレベル設定命

令を受信し、それに基づいて、セキュリティレベルが設定されてもよい。

[0118] 例えば、認証装置 1 のセキュリティレベルが「高」に設定されている場合、認証部 7 は、認証対象者 100 の 3 次元顔認証および虹彩認証の双方を実行する。この場合、3 次元顔認証および虹彩認証の双方を実行するために、認証に要する処理時間が長くなるが、3 次元顔認証を実行することにより、写真によるなりすましを見破ることができ、さらに、3 次元顔認証と虹彩認証による 2 重のチェックを実行することができ、認証対象者 100 の認証の精度を高めることができる。この場合、認証部 7 は、3 次元顔認証と虹彩認証の双方が成功した場合にのみ、認証対象者 100 の認証が成功したと判断する。

[0119] また、虹彩認証が成功したにも関わらず、3 次元顔認証が失敗した場合には、写真によるなりすましが実行された可能性が高い。そのため、虹彩認証が成功し、3 次元顔認証が失敗した場合には、認証部 7 は、認証対象者 100 の認証が失敗したことに加え、写真によるなりすましが実行された可能性が高いと判断する。

[0120] また、認証装置 1 のセキュリティレベルが「中」に設定されている場合、認証部 7 は、認証対象者 100 の 2 次元顔認証および虹彩認証の双方を実行する。2 次元顔認証は、顔の 3 次元モデルの処理を必要とする 3 次元顔認証よりも処理時間が短いため、セキュリティレベルが「高」に設定されている場合と比較して、認証に要する処理時間を短くすることができる。また、2 次元顔認証と虹彩認証の 2 重のチェックを実行することができ、認証対象者 100 の認証の精度を高めることができる。この場合、認証部 7 は、2 次元顔認証と虹彩認証の双方が成功した場合にのみ、認証対象者 100 の認証が成功したと判断する。

[0121] また、認証装置 1 のセキュリティレベルが「低」に設定されている場合、認証部 7 は、認証対象者 100 の 2 次元顔認証または虹彩認証を実行する。この場合、認証部 7 は、2 次元顔認証と虹彩認証のいずれか一方が成功した場合に、認証対象者 100 の認証が成功したと判断する。2 次元顔認証と虹

彩認証のいずれか一方が成功すれば、認証対象者１００の認証が成功したと判断されるため、認証対象者１００の認証に要する処理時間をさらに短くすることができる。２次元顔認証および虹彩認証の実行順番は特に限定されないが、例えば、認証部７は、最初に、２次元顔認証を実行し、認証対象者１００の顔の一部がマスク等で隠れていて、２次元顔認証が失敗した場合に、虹彩認証を実行するよう構成されていてもよい。

[0122] 認証部７による認証対象者１００の認証結果（判断結果）は、データベース１１を介して、制御部２に送られる。制御部２は、受信した認証結果を、通信部１０を介して、外部デバイス（例えば、ドアのロック解除装置、任意のアプリケーションを提供する端末等）に送信する。これにより、外部デバイスは、受信した認証結果に応じた処理を実行することができる。例えば、外部デバイスは、認証対象者１００の認証が成功したとの結果を受信した場合には、ドアのロックのような物理的なロックまたはソフトウェアのロックを解除、または、任意のアプリケーションの起動を許可し、認証対象者１００の認証が失敗したとの結果を受信した場合には、ドアのロックのような物理的なロックまたはソフトウェアのロックを維持、または、任意のアプリケーションの起動を許可しない。また、例えば、外部デバイスは、写真によるなりすましが実行されたとの結果を受信した場合には、セキュリティ警告メッセージを、外部デバイスや認証装置１の管理者等に通知する。

[0123] このように、認証部７は、事前に設定されたセキュリティレベルに応じて、実行する認証処理を選択するので、本発明の認証装置１を様々なセキュリティ用途に用いることが可能となる。

[0124] 図４に戻り、操作部８は、認証装置１のユーザーや管理者等が操作を実行するために用いられる。操作部８は、認証装置１のユーザーが操作を実行することができれば特に限定されず、例えば、マウス、キーボード、テンキー、ボタン、ダイヤル、レバー、タッチパネル等を操作部８として用いることができる。操作部８は、認証装置１のユーザーによる操作に応じた信号を制御部２のプロセッサに送信する。例えば、上述のように、認証装置１の管

理者等は、操作部 8 を用いて、認証装置 1 のセキュリティレベルを設定することができる。

[0125] 通信部 10 は、有線通信または無線通信による、認証装置 1 に対するデータの入力または認証装置 1 から外部デバイスへのデータの出力を行う機能を有している。通信部 10 は、インターネットのようなネットワークに接続可能に構成されていてもよい。この場合、認証装置 1 は、通信部 10 を用いることにより、外部に設けられたウェブサーバーやデータサーバーのような外部デバイスと通信を行うことができる。

[0126] このように、本実施形態の認証装置 1 では、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 が、第 1 の光学系 OS 1 の焦点距離 f_1 と第 2 の光学系 OS 2 の焦点距離 f_2 とが、互いに異なるよう ($f_1 \neq f_2$)、構成されており、これにより、認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第 1 の光学像の倍率 m_1 の変化と、認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第 2 の光学像の倍率 m_2 の変化とが、互いに異なるようになっている。そのため、本実施形態の認証装置 1 は、第 1 の光学像の倍率 m_1 と第 2 の光学像の倍率 m_2 との像倍比 MR (m_2/m_1) に基づいて、認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を一意に算出することができる。さらに、本実施形態の認証装置 1 は、算出した認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に基づいて、認証対象者 100 の顔の 3 次元情報を生成し、認証対象者 100 の 3 次元顔認証を実行することができる。

[0127] <第 2 実施形態>

次に、図 6 を参照して、本発明の第 2 実施形態に係る認証装置について詳述する。図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係る認証装置の第 1 の撮像系と第 2 の撮像系を概略的に示すブロック図である。

[0128] 以下、第 2 実施形態の認証装置 1 について、第 1 実施形態の認証装置 1 との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。本実施形態の認証装置 1 は、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 の

構成が変更されている点を除き、第1実施形態の認証装置1と同様である。

[0129] 本実施形態の認証装置1は、像倍比MRに基づいて、測定対象（認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれ）までの距離aを算出するために要求される上述の3つの条件の内、第1の光学系OS1の射出瞳から、測定対象が無限遠にある場合の第1の光学像の結像位置までの距離EP₁と、第2の光学系OS2の射出瞳から、測定対象が無限遠にある場合の第2の光学像の結像位置までの距離EP₂とが、互いに異なる（EP₁≠EP₂）という第2の条件が満たされるよう、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2が構成されていることを特徴とする。一方、本実施形態では、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2は、上述の3つの条件の内、その他の2つの条件（f₁≠f₂およびD≠0）を満たすように構成および配置されていない。さらに、本実施形態の認証装置1は、像倍比MRが距離aの関数として成立しているという第4の条件が満たされるよう構成されている。

[0130] そのため、像倍比MRに基づいて、測定対象（認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれ）までの距離aを算出するための上記一般式（13）は、f₁=f₂=fおよびD=0の条件により単純化され、下記式（17）で表すことができる。

[0131] [数17]

$$a = \frac{K \cdot (f^2 - EP_1 \cdot f) - MR \cdot (f^2 - EP_2 \cdot f)}{MR \cdot EP_2 - K \cdot EP_1} \quad (17)$$

[0132] ここで、係数Kは、下記式（18）で表される。

[0133] [数18]

$$K = \frac{a_{FD1} - f}{a_{FD2} - f} \cdot \frac{f^2 - EP_2 \cdot f + EP_2 \cdot a_{FD2}}{f^2 - EP_1 \cdot f + EP_1 \cdot a_{FD1}} \quad (18)$$

[0134] このように、本実施形態の認証装置1では、第1の光学系OS1の射出瞳から、測定対象（認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれ）が無限遠にある場合の第1の光学像の結像位置までの距離EP₁と、第2の光学系OS2の射出瞳から、測定対象が無限遠にある場合の第2の光学像の結像位置ま

での距離 EP_2 とが、互いに異なるよう ($EP_1 \neq EP_2$)、第1の光学系 OS_1 および第2の光学系 OS_2 が構成されており、これにより、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第1の光学像の倍率 m_1 の変化と、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第2の光学像の倍率 m_2 の変化とが、互いに異なるようになっている。そのため、本実施形態の認証装置1は、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比 MR (m_2/m_1) に基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を一意に算出することができる。さらに、本実施形態の認証装置1は、算出した認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に基づいて、認証対象者100の顔の3次元情報を生成し、認証対象者100の3次元顔認証を実行することができる。

[0135] 本実施形態によっても、上述の第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。なお、本実施形態における第1の光学系 OS_1 および第2の光学系 OS_2 の構成および配置は、上述の第2の条件 ($EP_1 \neq EP_2$) が満たされており、それにより、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第1の光学像の倍率 m_1 の変化と、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第2の光学像の倍率 m_2 の変化とが、互いに異なるようになっているれば、如何なる態様であってもよい。

[0136] また、本実施形態では、第1の光学系 OS_1 の焦点距離 f_1 と、第2の光学系 OS_2 の焦点距離 f_2 は同一なので ($f_1 = f_2 = f$)、第1の撮像系 IS_1 によって取得される第1の画像および第2の撮像系 IS_2 によって取得される第2の画像のいずれを用いて、認証対象者100の虹彩認証が実行されてもよい。

[0137] <第3実施形態>

次に、図7を参照して、本発明の第3実施形態に係る認証装置について詳述する。図7は、本発明の第3実施形態に係る認証装置の第1の撮像系と第2の撮像系を概略的に示すブロック図である。

[0138] 以下、第3実施形態の認証装置1について、第1実施形態の認証装置1と

の相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。本実施形態の認証装置 1 は、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 の構成および配置が変更されている点を除き、第 1 実施形態の認証装置 1 と同様である。

[0139] 本実施形態の認証装置 1 は、像倍比 MR に基づいて測定対象（認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれ）までの距離 a を算出するために要求される上述の 3 つの条件の内、第 1 の光学系 OS 1 の前側主点と、第 2 の光学系 OS 2 の前側主点との間に奥行方向（光軸方向）の差 D が存在する（ $D \neq 0$ ）という第 3 の条件が満たされるよう、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 が構成および配置されていることを特徴とする。一方、本実施形態では、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 は、上述の 3 つの条件の内、その他の 2 つの条件（ $f_1 \neq f_2$ および $EP_1 \neq EP_2$ ）を満たすように構成されていない。さらに、本実施形態の認証装置 1 は、像倍比 MR が距離 a の関数として成立しているという第 4 の条件が満たされるよう構成されている。

[0140] そのため、像倍比 MR に基づいて、測定対象（認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれ）までの距離 a を算出するための上記一般式（13）は、 $f_1 = f_2 = f$ および $EP_1 = EP_2 = EP$ の条件により単純化され、下記式（19）で表すことができる。

[0141] [数19]

$$a = \frac{K \cdot (f^2 - EP \cdot f) - MR \cdot (f^2 - EP \cdot f + EP \cdot D)}{EP \cdot (MR - K)} \quad (19)$$

[0142] ここで、係数 K は、下記式（20）で表される。

[0143] [数20]

$$K = \frac{a_{FD1} - f}{a_{FD2} - f} \cdot \frac{f^2 - EP \cdot f + EP \cdot a_{FD2}}{f^2 - EP \cdot f + EP \cdot a_{FD1}} \quad (20)$$

[0144] このように、本実施形態の認証装置 1 では、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 が、第 1 の光学系 OS 1 の前側主点と、第 2 の光学系 OS

2の前側主点との間に奥行方向（光軸方向）の差 D が存在するよう（ $D \neq 0$ ）、構成および配置されており、これにより、認証対象者100の顔の複数の箇所それぞれのそれぞれまでの距離 a に対する第1の光学像の倍率 m_1 の変化と、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第2の光学像の倍率 m_2 の変化とが、互いに異なるようになっている。そのため、本実施形態の認証装置1は、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比 MR （ m_2/m_1 ）に基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を一意に算出することができる。さらに、本実施形態の認証装置1は、算出した認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に基づいて、認証対象者100の顔の3次元情報を生成し、認証対象者100の3次元顔認証を実行することができる。

[0145] 本実施形態によっても、上述の第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。なお、本実施形態における第1の光学系OS1の構成および第2の光学系OS2の構成および配置は、上述の第3の条件（ $D \neq 0$ ）が満たされており、これにより、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第1の光学像の倍率 m_1 の変化と、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する第2の光学像の倍率 m_2 の変化とが、互いに異なるようになっているれば、如何なる態様であってもよい。

[0146] また、本実施形態では、第1の光学系OS1の焦点距離 f_1 と、第2の光学系OS2の焦点距離 f_2 は同一なので（ $f_1 = f_2 = f$ ）、第1の撮像素IS1によって取得される第1の画像および第2の撮像素IS2によって取得される第2の画像のいずれを用いて、認証対象者100の虹彩認証が実行されてもよい。

[0147] <第4実施形態>

次に、図8を参照して、本発明の第4実施形態に係る認証装置について詳述する。図8は、本発明の第4実施形態に係る認証装置の第1の撮像素、第2の撮像素、および赤外光照射部を概略的に示すブロック図である。

[0148] 以下、第4実施形態の認証装置について、第1実施形態の認証装置との相

違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。本実施形態の認証装置 1 は、認証装置 1 が認証対象者 100 に対して赤外光を照射する赤外光照射部 12 をさらに備える点、および、第 1 の撮像素子 S1 および第 2 の撮像素子 S2 の少なくとも一方が赤外光を撮像可能に構成されている点を除き、第 1 実施形態の認証装置と同様である。

[0149] 赤外光照射部 12 は、認証装置 1 のデータバス 11 に接続され、認証装置 1 の制御部 2 のプロセッサからの制御に応じて、認証対象者 100 に対して赤外光を照射する機能を有する。赤外光照射部 12 は、認証装置 1 の制御部 2 のプロセッサからの制御に応じて、認証対象者 100 に対して赤外光を照射することができれば特に限定されず、例えば、赤外光 LED を赤外光照射部 12 として用いることができる。

[0150] 本実施形態における、第 1 の撮像系 1S1 の第 1 の撮像素子 S1 および第 2 の撮像系 1S2 の第 2 の撮像素子 S2 の少なくとも一方は、赤外光を撮像可能に構成されている。本実施形態では、第 1 の撮像系 1S1 および第 2 の撮像系 1S2 による認証対象者 100 の撮像時に、制御部 2 のプロセッサからの制御に応じて、赤外光照射部 12 が認証対象者 100 に対して赤外光を照射する。第 1 の撮像素子 S1 および第 2 の撮像系 1S2 の第 2 の撮像素子 S2 の少なくとも一方は、赤外光を撮像可能に構成されているので、第 1 の撮像系 1S1 および第 2 の撮像系 1S2 は、暗所であっても、認証対象者 100 の赤外線画像を取得することができる。

[0151] 虹彩認証のために眼の画像を取得する際に、可視光を認証対象者 100 の眼に直接照射すると眩しく、認証時の認証対象者 100 の負担が大きい。さらに、眼の虹彩の反射率は、赤外光領域において高い。そのため、認証対象者 100 の負担を低減し、さらに、虹彩認証の精度を上げるためには、眼の画像を取得する際に、赤外光を認証対象者 100 の眼に照射し、眼の赤外線画像を取得し、赤外線画像を用いて虹彩認証を実行することが好ましい。そのため、本実施形態では、特に、第 1 の撮像系 1S1 の第 1 の撮像素子 S1 および第 2 の撮像系 1S2 の第 2 の撮像素子 S2 のうち、少なくとも、認証

対象者 100 の虹彩認証に用いられる画像を取得する一方（第 1 実施形態および本実施形態であれば、第 1 の撮像素子 S1 の第 1 の撮像素子 S1）が、赤外光を撮像可能に構成されている。このような構成により、認証対象者 100 の虹彩認証の精度を高めることができるとともに、認証時の認証対象者 100 の負担を低減することができる。

[0152] また、第 1 の撮像素子 S1 および第 2 の撮像素子 S2 の双方が、赤外光を撮像可能に構成されている態様も、本発明の範囲内である。このような場合、上述した赤外線画像を用いて虹彩認証を実行することによるメリットに加え、暗所であっても、認証対象者 100 の顔の赤外線画像を取得することができ、上述の認証対象者 100 の 3 次元顔認証および 2 次元顔認証を実行することができる。

[0153] <第 5 実施形態>

次に、図 9 を参照して、本発明の第 5 実施形態に係る認証装置について詳述する。図 9 は、本発明の第 5 実施形態に係る認証装置の第 1 の撮像素子、第 2 の撮像素子、およびプロジェクターを概略的に示すブロック図である。

[0154] 以下、第 5 実施形態の認証装置について、第 1 実施形態の認証装置との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。本実施形態の認証装置 1 は、認証装置 1 が認証対象者 100 に対して所定のパターンを照射するプロジェクター 13 をさらに備える点を除き、第 1 実施形態の認証装置と同様である。

[0155] プロジェクター 13 は、認証装置 1 のデータバス 11 に接続され、認証装置 1 の制御部 2 のプロセッサからの制御に応じて、認証対象者 100 に対して所定のパターン（例えば、縦縞パターン、横縞パターン、グリッドパターン、ドットパターン）を投影する機能を有する。プロジェクター 13 は、認証装置 1 の制御部 2 のプロセッサからの制御に応じて、認証対象者 100 に対して所定のパターンを投影することができれば特に限定されず、例えば、CRT プロジェクターや液晶プロジェクター等をプロジェクター 13 として用いることができる。

- [0156] 本実施形態では、第1の撮像系IS1および第2の撮像系IS2による認証対象者100の撮像時に、制御部2のプロセッサからの制御に応じて、プロジェクター13が認証対象者100に対して所定のパターンを投影する。そのため、第1の撮像系IS1および第2の撮像系IS2は、所定のパターンが投影された状態の認証対象者100を撮像する。
- [0157] 認証対象者100に対して照射された所定のパターンは、距離算出部4が、認証対象者100の顔の複数の箇所それぞれまでの距離 a を算出するために用いられるエッジ部として利用可能であるので、認証対象者100の距離の測定箇所を増やすことができる。そのため、認証対象者100の任意の箇所に明確なエッジ部が存在しない場合であっても、その箇所までの距離 a を算出することが可能となる。また、認証対象者100の距離の測定箇所が増えるため、認証対象者100の顔の3次元モデル化の精度が向上し、その結果、認証対象者100の3次元顔認証の精度を向上させることができる。
- [0158] ここまで各実施形態を参照して詳述したように、本発明の認証装置1は、複数の画像間の並進視差を用いず、第1の光学像の倍率 m_1 と第2の光学像の倍率 m_2 との像倍比 MR (m_2/m_1)に基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を一意に算出することができる。本発明の認証装置1は、算出した認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に基づいて、認証対象者100の顔の3次元情報を生成し、認証対象者100の3次元顔認証を実行することができる。
- [0159] そのため、本発明の認証装置1では、従来の複数の画像間の並進視差を用いたステレオカメラ方式の認証装置と異なり、大きな並進視差を確保する必要がないため、第1の光学系OS1および第2の光学系OS2を近接して配置しても、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を正確に算出することができる。これにより、従来のステレオカメラ方式の認証装置と比較して、認証装置1の小型化を実現することができる。また、本発明の認証装置1では、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を算出するために並進視差を用いていないため、認証対象者100が

認証装置 1 から非常に近い位置にある場合であっても、認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a を正確に測定することができる。また、本発明によれば、並進視差を考慮して認証装置 1 を設計する必要がなくなるため、認証装置 1 の設計の自由度を増大させることができる。

[0160] また、上記各実施形態では、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 の 2 つの光学系が用いられているが、用いられる光学系の数はこれに限られない。例えば、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 に加え、追加的な光学系をさらに備えるような態様もまた本発明の範囲内である。この場合、追加的な光学系は、追加的な光学系によって形成される光学像の倍率の認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する変化は、第 1 の光学像の倍率 m_1 の認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する変化および第 2 の光学像の倍率 m_2 の認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離 a に対する変化と異なるように構成および配置されている。

[0161] なお、上述した各実施形態は、像倍比 MR に基づいて測定対象（認証対象者 100 の顔の複数の箇所のそれぞれ）までの距離 a を算出するために要求される上述の 3 つの条件の内のいずれか 1 つを満たすよう第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 が構成および配置されているが、上述の 3 つの条件の内の少なくとも 1 つが満たされるよう、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 が構成および配置されていれば、本発明はこれに限られない。例えば、上述の 3 つの条件の内の全てまたは任意の組み合わせが満たされるよう、第 1 の光学系 OS 1 および第 2 の光学系 OS 2 が構成および配置されている態様も、本発明の範囲内である。

[0162] <認証方法>

次に図 10、11、12 を参照して、本発明の認証装置 1 によって実行される認証方法について説明する。図 10 は、本発明の認証装置によって実行される認証方法を示すフローチャートである。図 11 は、本発明の認証装置によって実行される認証方法における認証処理をより詳細に示すフローチャ

ートである。図12は、本発明の認証装置によって実行される認証方法における3次元顔認証を示すフローチャートである。

[0163] なお、以下に詳述する認証方法は、上述した本発明の第1～第5実施形態に係る認証装置1および認証装置1と同等の機能を有する任意の装置を用いて実行することができるが、説明のため、第1実施形態に係る認証装置1を用いて実行されるものとして説明する。

[0164] 図10に示す認証方法S100は、認証対象者100が操作部8を用いて、認証対象者100の認証を実行するための操作を実行することにより開始される。工程S110において、第1の撮像系1S1の第1の撮像素子S1によって、第1の光学系OS1によって形成された第1の光学像が撮像され、第1の画像が取得される。第1の画像は、データベース11を介して、制御部2、距離算出部4、および認証部7に送られる。

[0165] 一方、工程S120において、第2の撮像系1S2の第2の撮像素子S2によって、第2の光学系OS2によって形成された第2の光学像が撮像され、第2の画像が取得される。第2の画像は、データベース11を介して、制御部2、距離算出部4、および認証部7に送られる。なお、工程S110および工程S120は、同時に実行されてもよいし、別々に実行されてもよい。

[0166] 工程S110および工程S120の後、工程S130において、認証対象者100の認証処理が実行される。図11には、工程S130において実行される認証対象者100の認証処理がより詳細に示されている。

[0167] 工程S131において、認証部7によって、事前に設定されている認証装置1のセキュリティレベルがチェックされる。工程S131において認証装置1のセキュリティレベルが「高」に設定されていると判断された場合、認証処理は、工程S132に移行する。工程S132において、認証対象者100の3次元顔認証と虹彩認証が実行される。工程S132における認証対象者100の虹彩認証は、第1の画像または第2の画像（第1実施形態であれば、挟角かつ高倍率の第1の画像）を用いて、認証部7によって実行される。同時に、工程S132において、認証対象者100の3次元顔認証が実

行される。

[0168] 図12には、工程S132において実行される認証対象者100の3次元顔認証S200が示されている。図12を参照して、認証対象者100の3次元顔認証S200を詳述する。最初に、工程S210において、距離算出部4によって、第1の画像から、第1の光学像の複数の箇所それぞれのサイズ（像高または像幅） Y_{FD1} が算出される。同様に、工程S220において、距離算出部4によって、第2の画像から、第2の光学像の複数の箇所それぞれのサイズ（像高または像幅） Y_{FD2} が算出される。なお、工程S210および工程S220は、同時に実行されてもよいし、別々に実行されてもよい。

[0169] 工程S210および工程S220において、第1の光学像の複数の箇所のサイズ Y_{FD1} および第2の光学像の複数の箇所のサイズ Y_{FD2} の双方が算出されると、処理は、工程S230に移行する。工程S230において、距離算出部4は、第1の光学像の複数の箇所のそれぞれのサイズ Y_{FD1} および第2の光学像の対応する箇所のサイズ Y_{FD2} から、上記式(14) $MR = Y_{FD2} / Y_{FD1}$ に基づいて、第1の光学像の複数の箇所のそれぞれの倍率 m_1 と第2の光学像の対応する箇所の倍率 m_2 との像倍比MRを算出する。

[0170] 次に、工程S240において、距離算出部4は、関連付情報記憶部3に保存されている関連付情報を参照し、算出した像倍比MRに基づいて、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを算出（特定）する。工程S240において認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aが算出されると、処理は、工程S250に移行する。

[0171] 工程S250において、3次元情報生成部5は、距離算出部4が算出した認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aを受信する。その後、3次元情報生成部5は、認証対象者100の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離aに基づいて、認証対象者100の顔の3次元情報を生成する。

[0172] 次に、工程S260において、認証部7は、3次元情報生成部5が算出した認証対象者100の顔の3次元情報と、認証情報記憶部6に事前に登録さ

れている認証情報に含まれる顔の３次元情報とを比較することにより、認証対象者１００の３次元顔認証を実行する。

[0173] 認証部７は、認証対象者１００の顔の３次元情報に含まれる鼻の高さや眼の窪みの深さといった複数の要素のいずれか１つが、認証情報記憶部６に事前に登録されている認証情報の顔の３次元情報の対応する要素と一致すれば、３次元顔認証が成功したと判断、または、複数の要素の全てが、認証情報記憶部６に事前に登録されている認証情報の顔の３次元情報の全ての要素と一致した場合に、３次元顔認証が成功したと判断する。このような認証対象者１００の３次元顔認証Ｓ２００が、工程Ｓ１３２において実行される。

[0174] 図１１に戻り、工程Ｓ１３２における認証では、認証部７は、虹彩認証と３次元顔認証Ｓ２００の双方が成功した場合にのみ、認証対象者１００の認証が成功したと判断する。また、虹彩認証が成功し、３次元顔認証が失敗した場合には、認証部７は、認証対象者１００の認証が失敗したことに加え、写真によるなりすましが実行されたと判断する。認証部７は、上述のような認証対象者１００の認証についての判断を制御部２に送信し、工程Ｓ１３０の認証処理が終了する。

[0175] 一方、工程Ｓ１３１において認証装置１のセキュリティレベルが「中」に設定されていると判断された場合、認証処理は、工程Ｓ１３３に移行する。工程Ｓ１３３において、認証部７は、第１の画像および／または第２の画像を用いて、認証対象者１００の２次元顔認証および虹彩認証の双方を実行する。工程Ｓ１３３における認証では、認証部７は、虹彩認証と２次元顔認証の双方が成功した場合にのみ、認証対象者１００の認証が成功したと判断する。その後、認証部７は、認証対象者１００の認証についての判断を制御部２に送信し、工程Ｓ１３０の認証処理が終了する。

[0176] さらに、工程Ｓ１３１において認証装置１のセキュリティレベルが「低」に設定されていると判断された場合、認証処理は、工程Ｓ１３４に移行する。工程Ｓ１３４において、認証部７は、第１の画像および／または第２の画像を用いて、認証対象者１００の２次元顔認証または虹彩認証を実行する。

工程 S 1 3 4 における認証では、認証部 7 は、虹彩認証および 2 次元顔認証の少なくとも一方が成功した場合に、認証対象者 1 0 0 の認証が成功したと判断する。その後、認証部 7 は、認証対象者 1 0 0 の認証についての判断を制御部 2 に送信し、工程 S 1 3 0 の認証処理が終了する。

[0177] 図 1 0 に戻り、工程 S 1 4 0 において、制御部 2 が、認証対象者 1 0 0 の認証についての判断（認証結果）を、認証部 7 から受信する。制御部 2 は、受信した認証結果を、通信部 1 0 を介して、任意の外部デバイスに送信し、認証方法 S 1 0 0 が終了する。これにより、任意の外部デバイスは、認証結果に応じた処理を実行することができる。

[0178] 以上、本発明の認証装置を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。本発明の各構成は、同様の機能を発揮し得る任意のものと置換することができ、あるいは、本発明の各構成に任意の構成のものを付加することができる。

[0179] 本発明の属する分野および技術における当業者であれば、本発明の原理、考え方、および範囲から有意に逸脱することなく、記述された本発明の認証装置の構成の変更を実行可能であろうし、変更された構成を有する認証装置もまた、本発明の範囲内である。例えば、第 1 実施形態から第 5 実施形態の認証装置を任意に組み合わせた態様も、本発明の範囲内である。

[0180] また、図 4 ～ 9 に示された認証装置のコンポーネントの数や種類は、説明のための例示にすぎず、本発明は必ずしもこれに限られない。本発明の原理および意図から逸脱しない範囲において、任意のコンポーネントが追加若しくは組み合わされ、または任意のコンポーネントが削除された態様も、本発明の範囲内である。また、認証装置の各コンポーネントは、ハードウェア的に実現されていてもよいし、ソフトウェア的に実現されていてもよいし、これらの組み合わせによって実現されていてもよい。

[0181] また、図 1 0 ～ 図 1 2 に示された認証方法 S 1 0 0 の工程の数や種類は、説明のための例示にすぎず、本発明は必ずしもこれに限られない。本発明の原理および意図から逸脱しない範囲において、任意の工程が、任意の目的で

追加若しくは組み合わせられ、または、任意の工程が削除される態様も、本発明の範囲内である。

産業上の利用可能性

[0182] 本発明の認証装置は、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離に応じた光学像の倍率の変化が互いに異なる少なくとも2つの光学系を用い、該2つの光学系によってそれぞれ形成された2つの光学像の像倍比（倍率の比）に基づいて、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を測定することができる。さらに、本発明の認証装置は、算出した認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離に基づいて、認証対象者の顔の3次元情報を生成し、認証対象者の3次元顔認証を実行することができる。

[0183] そのため、本発明の認証装置では、従来の複数の画像間の並進視差を用いたステレオカメラ方式の認証装置と異なり、大きな並進視差を確保する必要がないため、2つの光学系を近接して配置しても、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を正確に算出することができる。これにより、従来のステレオカメラ方式の認証装置と比較して、認証装置の小型化を実現することができる。また、本発明の認証装置では、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を算出するために並進視差を用いていないため、認証対象者が認証装置から非常に近い位置にある場合であっても、認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を正確に測定することができる。また、本発明によれば、並進視差を考慮して認証装置を設計する必要がなくなるため、認証装置の設計の自由度を増大させることができる。したがって、本発明は、産業上の利用可能性を有する。

請求の範囲

[請求項1]

認証対象者からの光を集光し、前記認証対象者の第1の光学像を形成するための第1の光学系および前記第1の光学系によって形成された前記第1の光学像を撮像するための第1の撮像素子を有する第1の撮像系と、

前記認証対象者からの光を集光し、前記認証対象者の第2の光学像を形成するための第2の光学系および前記第2の光学系によって形成された前記第2の光学像を撮像するための第2の撮像素子を有する第2の撮像系と、

前記第1の光学像および前記第2の光学像に基づいて、前記認証対象者の顔の複数の箇所のそれぞれまでの距離を算出するための距離算出部と、

前記距離算出部が算出した前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に基づいて、前記認証対象者の顔の3次元情報を生成するための3次元情報生成部と、

前記3次元情報生成部が生成した前記認証対象者の前記顔の前記3次元情報を用いて、前記認証対象者の3次元顔認証を実行可能に構成された認証部と、を備え、

前記第1の光学系および前記第2の光学系は、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第1の光学像の倍率の変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第2の光学像の倍率の変化と異なるように構成されており、

前記距離算出部は、前記第1の光学像の前記倍率と前記第2の光学像の前記倍率との像倍比に基づいて、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離を算出することを特徴とする認証装置。

[請求項2]

前記第1の光学系および前記第2の光学系は、前記第1の光学系の

射出瞳から、前記認証対象者が無限遠に存在する場合の前記第1の光学系によって形成される前記第1の光学像の結像位置までの距離と、前記第2の光学系の射出瞳から、前記認証対象者が無限遠に存在する場合の前記第2の光学系によって形成される前記第2の光学像の結像位置までの距離とが異なるように構成されており、これにより、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第1の光学像の前記倍率の前記変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第2の光学像の前記倍率の前記変化と異なるようになっている請求項1に記載の認証装置。

[請求項3] 前記第1の光学系の前側主点と前記第2の光学系の前側主点との間に奥行方向の差が存在し、これにより、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第1の光学像の前記倍率の前記変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第2の光学像の前記倍率の前記変化と異なるようになっている請求項1または2に記載の認証装置。

[請求項4] 前記第1の光学系および前記第2の光学系は、前記第1の光学系の焦点距離と、前記第2の光学系の焦点距離とが、互いに異なるよう構成されており、これにより、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第1の光学像の前記倍率の前記変化が、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離に応じた前記第2の光学像の前記倍率の前記変化と異なるようになっている請求項1ないし3のいずれかに記載の認証装置。

[請求項5] 前記認証部は、前記3次元顔認証に加えて、前記第1の光学像を前記第1の撮像素子によって撮像することによって得られた第1の画像および前記第2の光学像を前記第2の撮像素子によって撮像することによって得られた第2の画像を用いて、前記認証対象者の虹彩認証および2次元顔認証を実行可能に構成されている請求項1ないし4のい

ずれかに記載の認証装置。

[請求項6] 前記認証部は、事前に設定されたセキュリティレベルに応じて、前記3次元顔認証、前記2次元顔認証、および前記虹彩認証の少なくとも1つを実行するよう構成されている請求項5に記載の認証装置。

[請求項7] 前記第1の光学系および前記第2の光学系は、前記第1の光学系の焦点距離が前記第2の光学系の焦点距離よりも、長くなるよう構成されており、

前記認証部は、前記第1の撮像素子によって取得された前記第1の画像を用いて、前記認証対象者の前記虹彩認証を実行し、さらに、前記第2の撮像素子によって取得された前記第2の画像を用いて、前記認証対象者の前記2次元顔認証を実行する請求項5または6に記載の認証装置。

[請求項8] 前記認証対象者に所定のパターンを投影するプロジェクターをさらに備え、

前記距離算出部は、前記プロジェクターによって前記所定のパターンが投影された前記認証対象者の前記第1の光学像および前記第2の光学像に基づいて、前記認証対象者の前記顔の前記複数の箇所のそれぞれまでの前記距離を算出する請求項1ないし7のいずれかに記載の認証装置。

[請求項9] 前記認証対象者に赤外光を照射するための赤外光照射部をさらに備え、

前記第1の撮像系の前記第1撮像素子および前記第2の撮像系の前記第2撮像素子の少なくとも一方は、前記赤外光を撮像可能に構成されている請求項1ないし8のいずれかに記載の認証装置。

[図1]

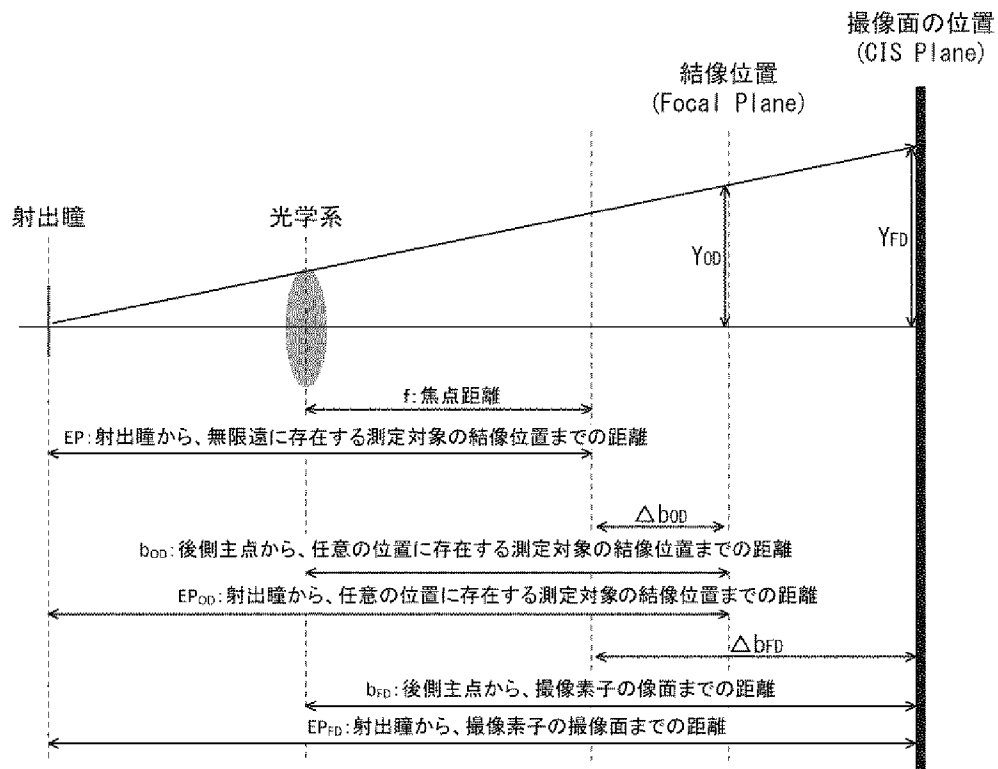


FIG. 1

[図2]

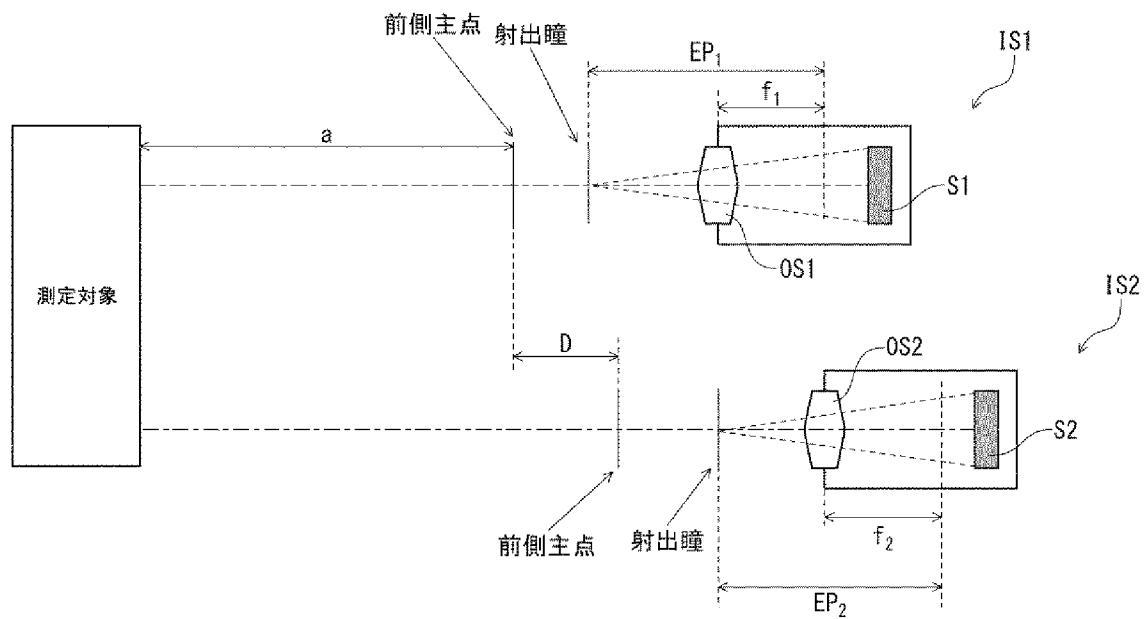


FIG. 2

[図3]

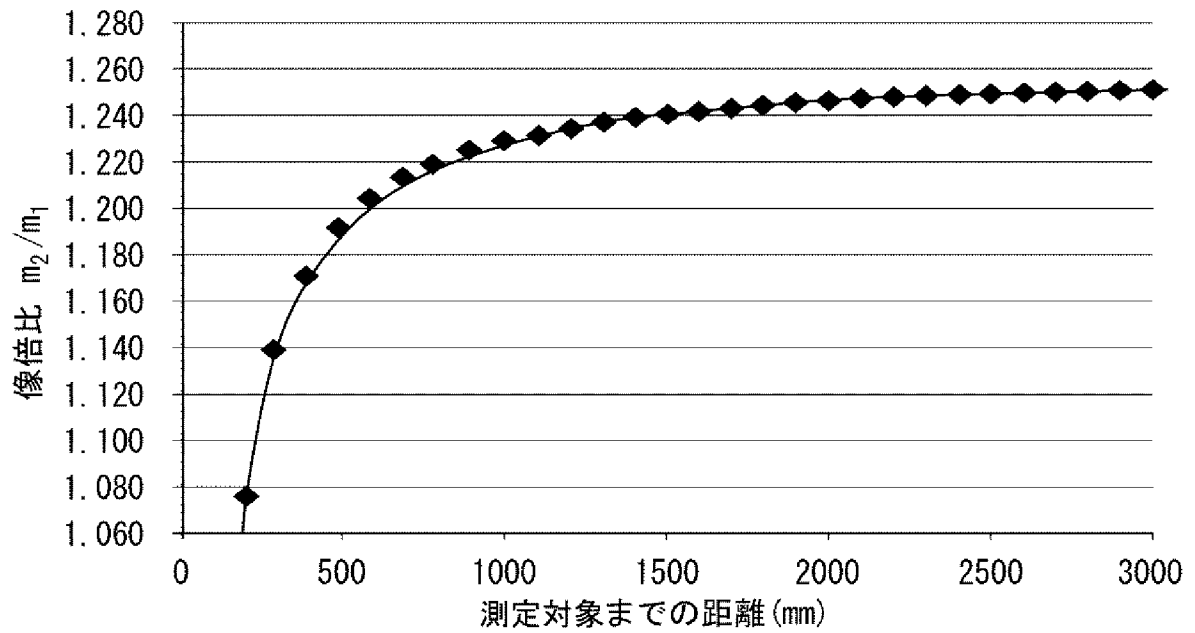


FIG. 3

[図4]

$$f_1 \neq f_2$$

$$EP_1 = EP_2 = EP$$

$$D = 0$$

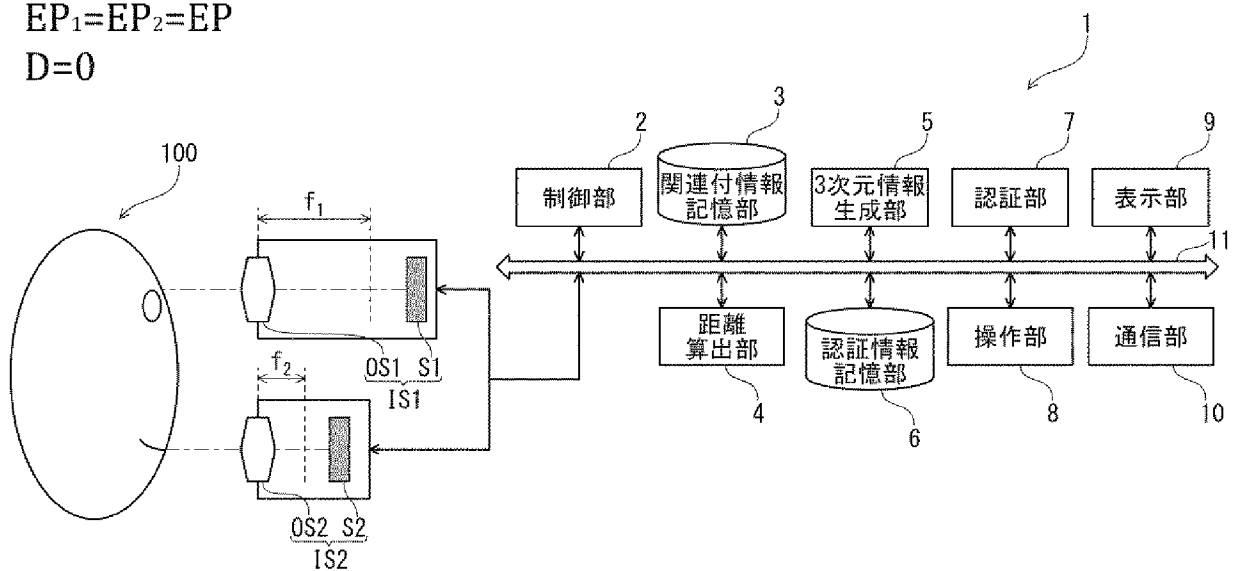


FIG. 4

[図5]

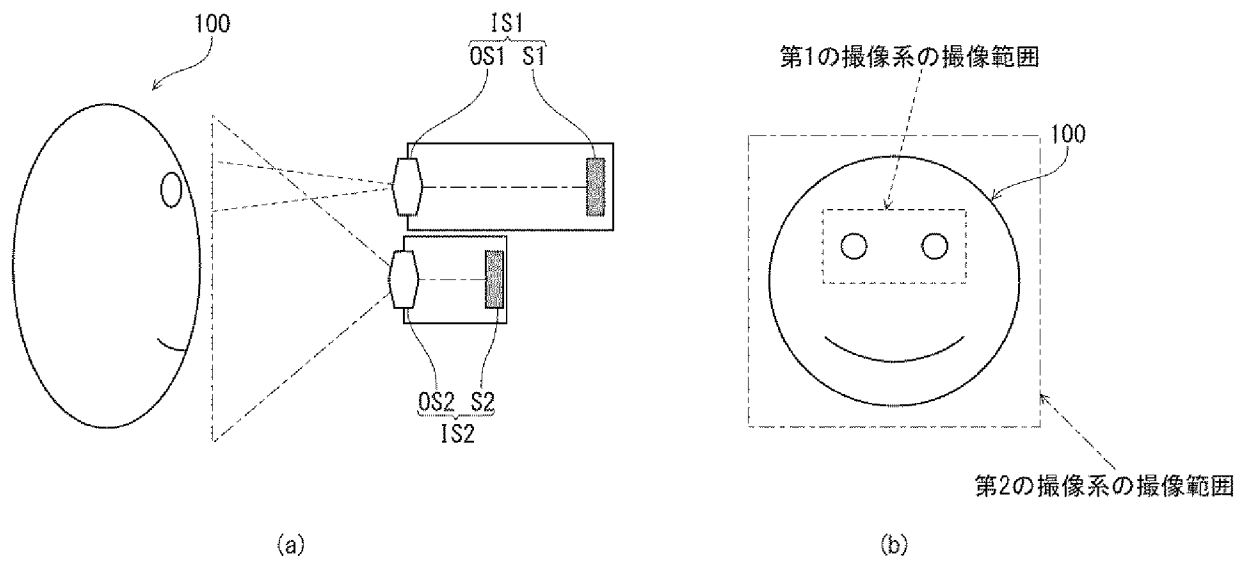


FIG. 5

[図6]

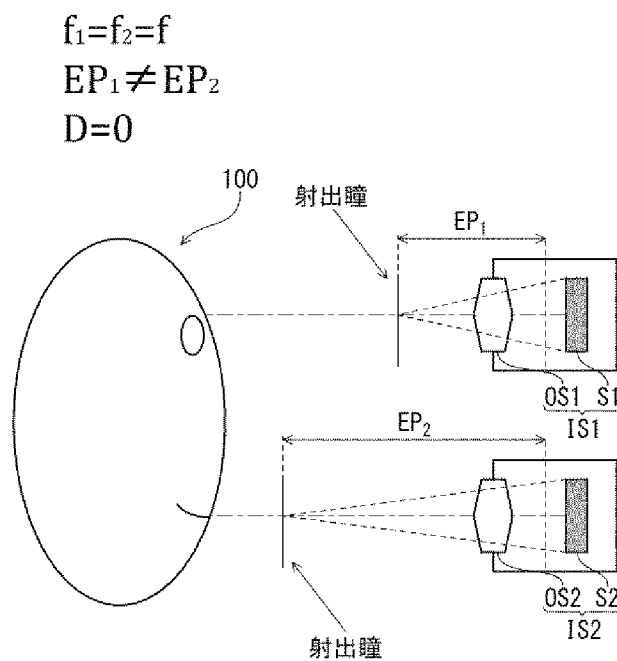


FIG. 6

[図7]

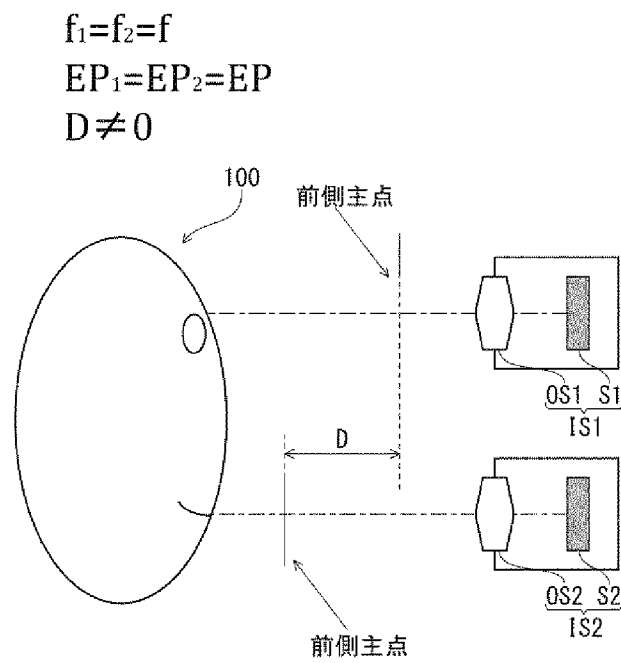


FIG. 7

[図8]

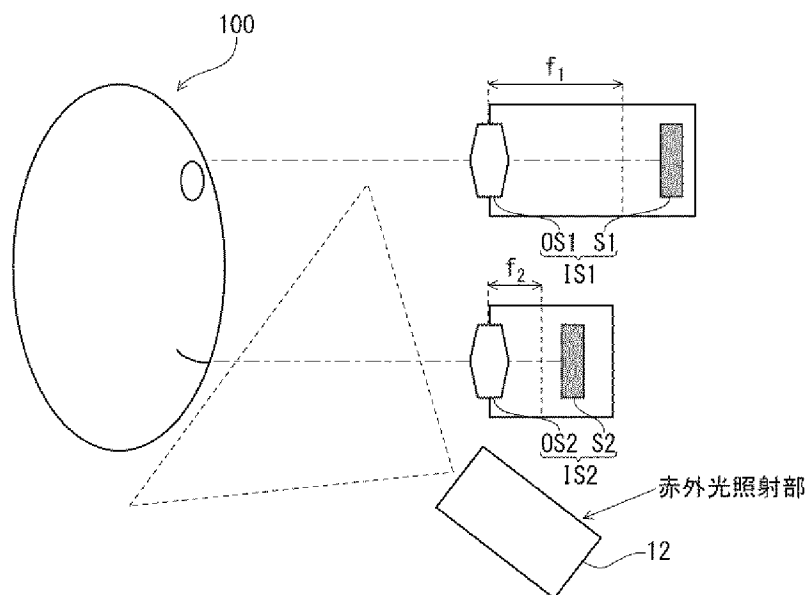


FIG. 8

[図9]

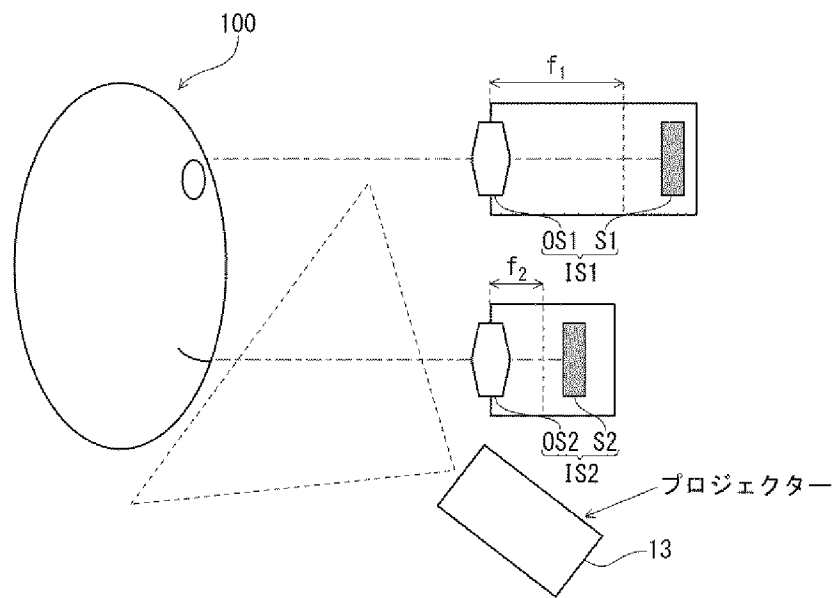


FIG. 9

[図10]

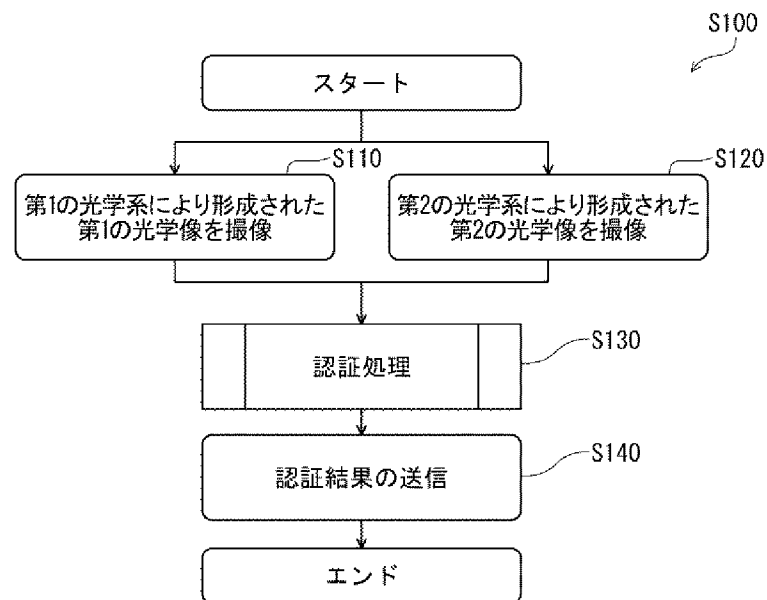


FIG. 10

[図11]

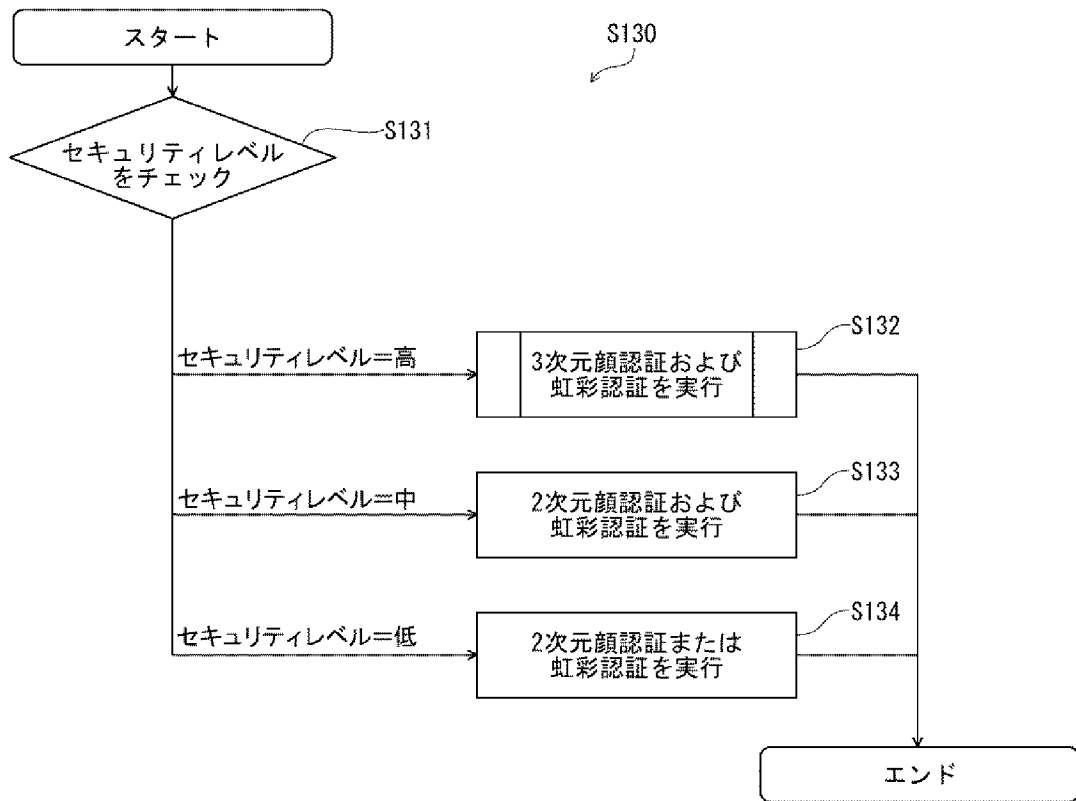


FIG. 11

[図12]

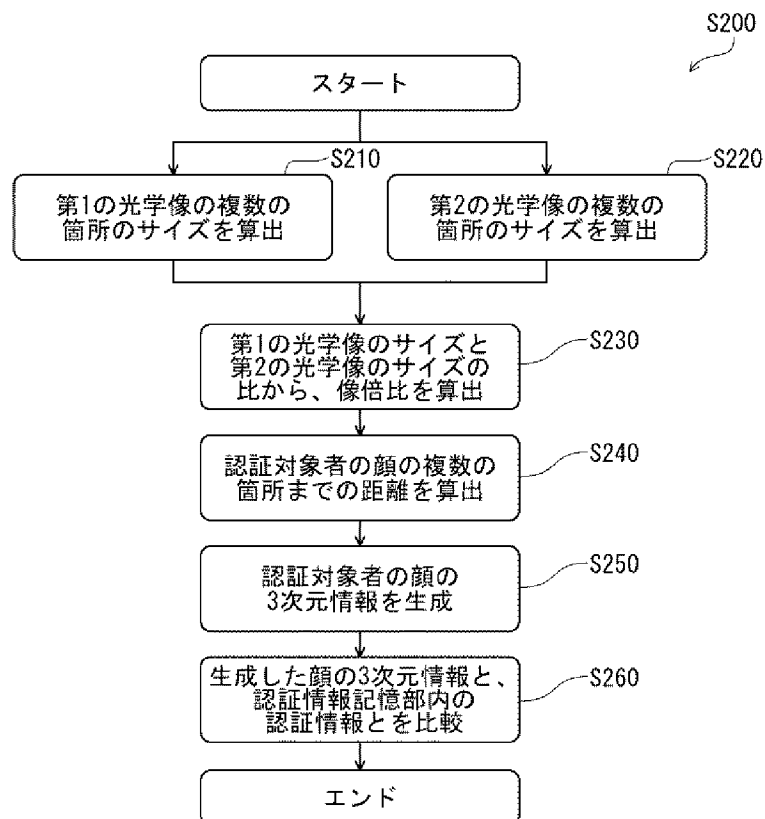


FIG. 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/046475

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T7/55 (2017.01) i, G06T7/00 (2017.01) 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)

Int.Cl. G06T7/55, G06T7/00, G01C3/06

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y A	JP 2013-250856 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 12 December 2013, paragraphs [0048]-[0067] (Family: none)	1, 4-9 2-3
Y A	JP 3-200007 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 02 September 1991, page 2, lower left column, line 1 to page 4, upper left column, line 16 (Family: none)	1, 4-9 2-3



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
13 March 2019 (13.03.2019)Date of mailing of the international search report
26 March 2019 (26.03.2019)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/046475

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-338236 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 14 December 2006, paragraphs [0005], [0006] & US 2009/0278658 A1, paragraphs [0005], [0006] & CN 101185101 A	7-9
Y	WO 2009/016846 A1 (PANASONIC CORP.) 05 February 2009, paragraphs [0030]-[0042], fig. 2, 5 (Family: none)	7-9
A	JP 2001-141422 A (FUJI PHOTO FILM CO., LTD.) 25 May 2001, paragraphs [0062]-[0071] (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G06T7/55(2017.01)i, G06T7/00(2017.01)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. G06T7/55, G06T7/00, G01C3/06

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
Y A	JP 2013-250856 A（三菱電機株式会社）2013.12.12, 段落〔0048〕－〔0067〕（ファミリーなし）	1, 4-9 2-3
Y A	JP 3-200007 A（日本電信電話株式会社）1991.09.02, 第2頁左下欄第1行－第4頁左上欄第16行（ファミリーなし）	1, 4-9 2-3

☒ 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

「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
「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
「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）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.03.2019

国際調査報告の発送日

26.03.2019

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）

板垣 有紀

5 C

4452

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

C (続き) . 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
Y	JP 2006-338236 A (松下電器産業株式会社) 2006. 12. 14, 段落 [0 0 0 5]、[0 0 0 6] & US 2009/0278658 A1, 段落 [0 0 0 5]、[0 0 0 6] & CN 101185101 A	7-9
Y	WO 2009/016846 A1 (パナソニック株式会社) 2009. 02. 05, 段落 [0 0 3 0] - [0 0 4 2]、図 2、5 (ファミリーなし)	7-9
A	JP 2001-141422 A (富士写真フイルム株式会社) 2001. 05. 25, 段落 [0 0 6 2] - [0 0 7 1] (ファミリーなし)	1-9