

(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
2020年1月9日(09.01.2020)



(10) 国際公開番号

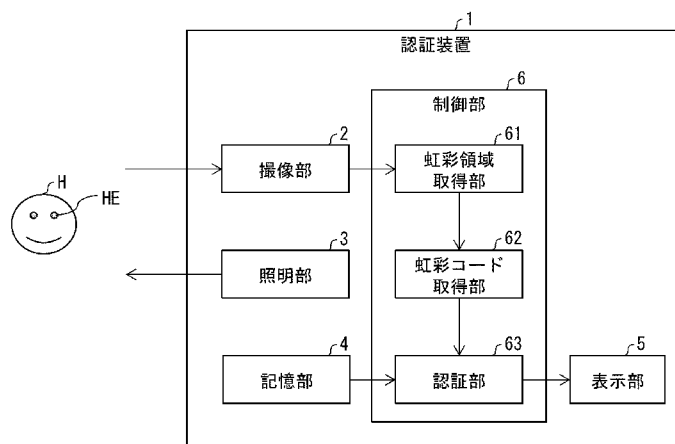
WO 2020/009126 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 1/00 (2006.01) G06T 7/00 (2017.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/026367
- (22) 国際出願日: 2019年7月2日(02.07.2019)
- (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 2018-126950 2018年7月3日(03.07.2018) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 本田 大輔(HONDA, Daisuke). 山崎 信夫(YAMAZAKI, Shinobu). 中野 貴司(NAKANO, Takashi). 玉井 幸夫(TAMAI, Yukio).
- (74) 代理人: 特許業務法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (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, 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,

(54) Title: AUTHENTICATION DEVICE AND AUTHENTICATION METHOD

(54) 発明の名称: 認証装置、及び認証方法

図 1



- 1 Authentication device
- 2 Imaging unit
- 3 Lighting unit
- 4 Storage unit
- 5 Display unit
- 6 Control unit
- 61 Iris region acquisition unit
- 62 Iris code acquisition unit
- 63 Authentication unit

(57) Abstract: The precision of iris authentication is improved using a practical method. An authentication device (1) comprises: an iris region acquisition unit (61) that adjusts the positional relationship of a lighting unit (3) and an imaging unit (2), whereby when a first reflection light and a second reflection light are projected, respectively, in the pupil region and the iris region of an image as reflected-light images, an authentication iris region is acquired with at least a part of the image of the second reflection light removed from the iris region in the image; an iris code acquisition unit (62) that



WO 2020/009126 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, 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.

- (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))

acquires an iris code using the image of the authentication iris region; and an authentication unit (63) that compares the iris code with a registration iris code registered in a storage unit (4), thereby performing iris authentication of a subject.

(57) 要約 : 現実的な手法で、虹彩認証の精度を向上させる。認証装置 (1) は、照明部 (3) と撮像部 (2) との位置関係を調整することにより、第 1 反射光と第 2 反射光とが画像における瞳孔領域及び虹彩領域にそれぞれ反射光の像として映り込むとき、画像において、虹彩領域から第 2 反射光の像の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域を取得する虹彩領域取得部 (61) と、認証虹彩領域の画像を用いて虹彩コードを取得する虹彩コード取得部 (62) と、虹彩コードと記憶部 (4) に登録されている登録虹彩コードとを照合することにより、被写体の虹彩認証を行う認証部 (63) と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 認証装置、及び認証方法

技術分野

[0001] 以下の開示は、認証装置等に関する。

背景技術

[0002] 虹彩認証を行う場合、一般に、照明光の映り込みを瞳孔領域内に収めるように眼球を撮像することで、虹彩認証の精度を向上させている。なお、特許文献1及び2には、環境光の映り込みを除去した画像を生成する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開平10-222285号公報」
特許文献2：国際公開2012/073381号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記のように照明光の映り込みを瞳孔領域内に収めた場合、虹彩領域の、瞼と虹彩領域との境界部分にも、照明光の映り込みが生じる。そのため、従来技術では、この虹彩領域への映り込みにより、虹彩認証の精度が低下してしまう。

[0005] なお、照明光の映り込みを虹彩領域の外側領域に収めるように眼球を撮像した場合、虹彩領域への映り込みは生じない。しかしながら、照明光の映り込みを虹彩領域の外側領域に収めるためには、照明装置と撮像装置との距離を十分に離す必要がある。従って、照明光の映り込みを虹彩領域の外側領域に収めることは現実的な手法ではない。

[0006] また、特許文献1及び2は、照明光の映り込みによる虹彩認証の精度の低下を抑制する技術を開示するものではない。

[0007] 本開示の一態様は、現実的な手法で、虹彩認証の精度を向上させることが

可能な認証装置を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記の課題を解決するために、本開示の一態様に係る認証装置は、対象者を照射する照明光を出射する照明部と、前記対象者の瞳孔領域及び虹彩領域を含む画像を撮像する撮像部と、前記照明部と前記撮像部との位置関係を調整することにより、前記照明光が前記対象者の角膜表面で直接反射した第1反射光と、前記対象者の瞼の縁部で反射した後、当該瞼との境界近傍における角膜表面で反射した光を少なくとも含む第2反射光とが、前記撮像部により撮像された画像における瞳孔領域及び虹彩領域にそれぞれ反射光の像として映り込むとき、前記画像において、前記虹彩領域から前記第2反射光の像の少なくとも一部を除外した領域を、虹彩認証に用いる認証虹彩領域として取得する虹彩領域取得部と、前記認証虹彩領域の画像を用いて虹彩認証を行うための虹彩コードを取得する虹彩コード取得部と、前記虹彩コード取得部により取得された前記虹彩コードと、記憶部に登録されている登録虹彩コードとを照合することにより、前記対象者の虹彩認証を行う認証部と、を備える。

[0009] また、上記の課題を解決するために、本開示の一態様に係る認証方法は、対象者を照射する照明光を出射する照明部と、前記対象者の瞳孔領域及び虹彩領域を含む画像を撮像する撮像部との位置関係を調整することにより、前記照明光が前記対象者の角膜表面で直接反射した第1反射光と、前記対象者の瞼の縁部で反射した後、当該瞼との境界近傍における角膜表面で反射した光を少なくとも含む第2反射光とが、前記撮像部により撮像された画像における瞳孔領域及び虹彩領域にそれぞれ反射光の像として映り込むとき、前記画像において、前記虹彩領域から前記第2反射光の像の少なくとも一部を除外した領域を、虹彩認証に用いる認証虹彩領域として取得する虹彩領域取得ステップと、前記認証虹彩領域の画像を用いて虹彩認証を行うための虹彩コードを取得する虹彩コード取得ステップと、前記虹彩コード取得ステップにより取得された前記虹彩コードと、記憶部に登録されている登録虹彩コード

とを照合することにより、前記対象者の虹彩認証を行う認証ステップと、を含む。

発明の効果

[0010] 本開示の一態様に係る認証装置及び認証方法によれば、現実的な手法で、虹彩認証の精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施形態1の認証装置の要部の構成例を示すブロック図である。

[図2] (a) は、撮像部が取得する画像の一例を示す図であり、(b) は、虹彩領域取得部の処理の一例を説明するための図である。

[図3]第2反射光の位置及び大きさを特定する処理の一例を説明するための図である。

[図4] (a) 及び (b) は、瞳孔領域を通る任意の画素列における輝度値の変化の一例を示すグラフである。

[図5]上記認証装置における処理の一例を示すフローチャートである。

[図6] (a) は、上記認証装置において取得した認証虹彩領域の一例を示す図であり、(b) は、比較例の認証装置において取得した虹彩領域の一例を示す図である。

[図7]上記認証装置が認証虹彩領域に基づき虹彩認証（照合）を行うことで取得したハミングディスタンスの累積確率プロットと、比較例の認証装置が虹彩領域に基づき虹彩認証（照合）を行うことで取得したハミングディスタンスの累積確率プロットとを示すグラフである。

[図8]実施形態2の認証装置の要部の構成例を示すブロック図である。

[図9]照明オン及び照明オフを時間的に連続して繰り返した場合の、第2反射光が映り込んだ位置に対応する画素の輝度値の時間変化の一例を示すグラフである。

[図10]照明オン及び照明オフの切替えタイミングと、撮像部のシャッター開閉タイミングとの関係の一例を示す図である。

[図11]上記認証装置における処理の一例を示すフローチャートである。

[図12]実施形態3の認証装置の要部の構成例を示すブロック図である。

[図13] (a) は、瞼が開いている場合に取得される画像の一例を示す図であり、(b) は、瞼がほぼ閉じている場合に取得される画像の一例を示す図である。

[図14]上記認証装置における処理の一例を示すフローチャートである。

[図15]実施形態4の認証装置の要部の構成例を示すブロック図である。

[図16] (a) は、撮像対象が生体の目である場合に取得される第1画像及び第2画像の一例を示す図であり、(b) 及び (c) は、撮像対象が印刷物である場合に取得される第1画像及び第2画像の一例を示す図であり、(d) は、撮像対象が、角膜を模したレンズが載置された印刷物である場合に取得される第1画像及び第2画像の一例を示す図である。

[図17]上記認証装置における処理の一例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

[0012] [実施形態1]

以下、本開示の一実施形態について、詳細に説明する。図1は、本実施形態の認証装置1の要部の構成例を示すブロック図である。以下に述べるように、認証装置1は、虹彩認証技術を用いて被写体Hを認証する。

[0013] このため、認証装置1による認証（照合）の対象となる被写体Hは、眼球HEを含む生体であるものとする。本実施形態では、被写体H（生体）が人（対象者）である場合を例示する。認証装置1による認証は、被写体Hの2つの眼球HEのうちの少なくとも一方（左目および右目の少なくともいずれか）に対する画像解析の結果に基づいて行われる。

[0014] <認証装置>

認証装置1は、撮像部2により撮像された、眼球HEの虹彩領域HIR（図2参照）を含む画像を用いて、虹彩認証を行うものである。認証装置1は、撮像部2（撮像装置）、照明部3（照明装置）、記憶部4、表示部5、及び制御部6を備える。

[0015] なお、認証装置1は、これらの部材の全てを一体的に備えている必要は無

い。認証装置 1 は、少なくとも制御部 6 の機能を有していればよい。つまり、撮像部 2、照明部 3、記憶部 4 及び表示部 5 の少なくともいずれかは、認証装置 1 の外部装置として実現されていても構わない。

[0016] 撮像部 2 は、被写体 H を撮像することで、被写体 H の目を含む画像を取得する画像取得部として機能する。具体的には、撮像部 2 は、制御部 6 で虹彩認証を行うために、被写体 H の眼球 H E の瞳孔領域 H P P 及び虹彩領域 H I R を含む画像を取得する。撮像部 2 は、C C D (Charge Coupled Device) 又は C M O S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を含む。撮像部 2 は、波長 7 0 0 n m 以上 1 0 0 0 n m 以下の光に波長感度を有する。この場合、虹彩領域 H I R における輝度値 (濃淡情報) を精度良く取得できる。但し、この点を考慮しなければ、波長は上記範囲に限定されない。

[0017] 照明部 3 は、被写体 H を照射する照明光を出射する。具体的には、照明部 3 は、被写体 H の目に照射される照明光の出射を制御する。より具体的には、照明部 3 は、撮像部 2 が撮像するタイミングにあわせて、被写体 H の目に照明光を出射する。つまり、照明部 3 は、眼球 H E を撮像するときに眼球 H E に照明光を照射するものである。認証装置 1 は、照明部 3 を用いることで、暗所での撮像も可能となる。また、環境光の強度が比較的高い環境 (例: 屋外) で撮像する場合に、環境光の影響を低減した状態で画像を取得できる。

[0018] 照明部 3 は、例えば、撮像部 2 の波長感度に対応した照明光を出射する。照明部 3 は、例えば 7 0 0 n m 以上 1 0 0 0 n m 以下の波長を有する照明光を出射する。また、照明部 3 は、眼球 H E (被写体 H の目) と照明部 3 との距離が 3 0 c m であるとき、眼球 H E (被写体 H の位置) での照明光の強度 (被写体 H の目元での照明光の強度) が 10 W/m^2 以上となるように、照明光の強度を調整しても構わない。この場合、認証装置 1 は、屋外においても、虹彩認証を精度良く行うことが可能な程度に鮮明な画像を取得できる。

[0019] なお、上記照明光の強度の上限値は、例えば、照明部 3 の消費電力、被写

体Hの目の安全性、及び照明部3の実現容易性を考慮して決定される。

[0020] 認証装置1は、被写体Hの目の安全性を確保するために、照明部3が被写体Hの目から所定距離の範囲内に入り込んだ（照明部3が被写体Hの目に近接した）ことを検知する近接センサ（不図示）を備えていても構わない。照明部3が被写体Hの目に近接したことを近接センサが検知した場合、照明部3は、照明光の出射を停止する。なお、照明光が出射されている状態（出射の開始を含む）を「照明オン」、照明光が出射されていない状態（出射の停止を含む）を「照明オフ」とも称する。

[0021] 記憶部4は、制御部6が実行する各種のプログラム、及び当該プログラムによって使用されるデータを格納する。当該データとしては、取得した虹彩コードの照合対象となる登録虹彩コードが挙げられる。表示部5は、制御部6による認証結果を表示する。認証装置1は、表示部5に代えて、又は表示部5に加えて、認証結果を音データとして通知するスピーカを備えていても構わない。制御部6は、認証装置1の各部を統括的に制御する。制御部6の詳細は後述する。

[0022] <撮像部と照明部との位置関係>

図2の(a)は、撮像部2が取得する画像の一例を示す図である。図2の(a)に示すように、撮像部2が取得する画像には、第1反射光RL1及び第2反射光RL2の像が映り込んでいる。なお、画像における第1反射光RL1及び第2反射光RL2の像を、単に第1反射光RL1及び第2反射光RL2とも称する。

[0023] 一般に、眼球HEにおいて照明光を反射した結果得られる反射光としては、第1反射光RL1及び第2反射光RL2の2種類が存在する。第1反射光RL1は、照明光が眼球HEに入射する角度によってその映り込む位置が変化するものであり、照明光が眼球HEの角膜表面で直接反射することにより得られる。第2反射光RL2は、上瞼EL1の直下及び下瞼EL2の直上のそれぞれに映り込むものであり、主に上瞼EL1及び下瞼EL2のそれぞれの縁部で反射した照明光が更に角膜表面で反射することにより得られる。ま

た、第2反射光RL2は、上記縁部で反射した照明光が更に虹彩で反射することにより得られる光を含み得る。換言すれば、第2反射光RL2は、上瞼EL1及び下瞼EL2の縁部で反射した後、上瞼EL1及び下瞼EL2との境界近傍における角膜表面で反射した光を少なくとも含んでいる。上瞼EL1との境界近傍における角膜表面とは、眼球HEを正面視したときの、上瞼EL1と眼球HEとの境界の近傍における角膜表面を意味する。下瞼EL2との境界近傍における角膜表面についても同様である。第2反射光RL2が、上記縁部で反射した照明光を更に角膜表面又は虹彩で反射することにより得られるのは、瞼の縁部の構造が、瞼との境界近傍における角膜表面よりも前面に突出した形状となっているために生じるものである。例えば、上瞼EL1の縁部は、庇形状となっている。

[0024] 第2反射光RL2は、上瞼EL1との境界近傍における角膜表面で反射した第2反射光RL21と、下瞼EL2との境界近傍における角膜表面で反射した第2反射光RL22と、を含む。図2の(a)に示すように、画像においては、虹彩領域HIRの、虹彩領域HIRと上瞼EL1との境界部分に映り込んだ第2反射光RL2が第2反射光RL21であり、虹彩領域HIRの、虹彩領域HIRと下瞼EL2との境界部分に映り込んだ第2反射光RL2が第2反射光RL22である。

[0025] 本実施形態では、撮像部2と照明部3との位置関係を調整することで、第1反射光RL1を瞳孔領域HPPの内部に映り込ませている。つまり、撮像部2と照明部3との位置関係は、照明光が瞳孔領域HPPに第1反射光RL1が含まれるように設定されている。第1反射光RL1を瞳孔領域HPPの内部に収めることで、虹彩領域HIRには第1反射光RL1が映り込まない。そのため、虹彩認証の精度を向上させることができる。

[0026] しかしながら、第1反射光RL1を瞳孔領域HPPの内部に収めるように撮像部2と照明部3との位置関係を調整した場合、実際には、上記境界部分のそれぞれに第2反射光RL21及びRL22が映り込んでしまう。具体的には、虹彩領域HIRの、虹彩領域HIRと上瞼EL1との境界部分であっ

て、かつ、瞳孔領域H P Pを通る、瞼の開閉方向（±Y軸方向）と平行な略直線上に、第2反射光R L 2 1が映り込む。同様に、虹彩領域H I Rの、虹彩領域H I Rと下瞼E L 2との境界部分であって、かつ、上記略直線上に、第2反射光R L 2 2が映り込む。

[0027] つまり、上記位置関係を調整することで、第1反射光R L 1と第2反射光R L 2とが、撮像部2により撮像された画像における瞳孔領域H P P及び虹彩領域H I Rにそれぞれ反射光の像として映り込む。

[0028] ここで、照明部の消費電力、及び認証装置に組み込める照明部のサイズ（モジュールサイズ）の観点から、実現できる照明光の強度には限界がある。但し、近年の照明部の開発により、実現できる照明光の強度の上限は引き上げられている。一般に、照明光の強度が高くなるほど、屋外での撮像において環境光の影響を低減できる。この観点からは、照明部3として、照明光の強度が比較的高い照明部を用いることが好ましい。しかしながら、照明光の強度を比較的高くした場合、第1反射光R L 1を瞳孔領域H P Pの内部に収めるように上記位置関係を調整したとしても、虹彩認証を行うときに無視できないほどの大きさ及び強度を有する第2反射光R L 2が虹彩領域H I Rの内部に映り込んでしまう。

[0029] そのため、認証装置1は、環境光の影響を低減可能な照明部3を用いた場合に生じる、第2反射光R L 2の映り込みの影響を除去する処理を行う。そのため、認証装置1は、制御部6（特に、虹彩領域取得部6 1）を備える。

[0030] <制御部>

図1に示すように、制御部6は、虹彩領域取得部6 1、虹彩コード取得部6 2、及び認証部6 3を備える。

[0031] 虹彩領域取得部6 1は、撮像部2が取得した画像において、虹彩領域H I Rの上記境界部分に映り込んだ第2反射光R L 2の像を除外した認証虹彩領域C H I Rを取得する。

[0032] 図2の（b）は、虹彩領域取得部6 1の処理の一例を説明するための図である。図2の（b）に示すように、例えば、虹彩領域取得部6 1は、撮像部

2が取得した画像において、第2反射光RL21の、瞼の開閉方向の幅D1と、第2反射光RL22の、瞼の開閉方向の幅D2とを算出する。虹彩領域取得部61は、上瞼EL1と眼球HEの縁部とに沿う曲線（境界線BL1）を、幅D1の分、瞳孔領域HPP側（-Y軸方向）にシフトさせる。同様に、虹彩領域取得部61は、下瞼EL2と眼球HEの縁部とに沿う曲線（境界線BL2）を、幅D2の分、瞳孔領域HPP側（+Y軸方向）にシフトさせる。

[0033] 虹彩領域取得部61は、虹彩領域HIRのうち、シフト後の境界線BL11及びBL12の内部に含まれる領域を、虹彩認証に用いる認証虹彩領域CHIR（図2の（b）の斜線部）として特定する。つまり、虹彩領域取得部61は、虹彩領域HIRから、第2反射光RL21を含む、境界線BL11の外部領域と、第2反射光RL22を含む、境界線BL12の外部領域とを除外することで、認証虹彩領域CHIRを特定する。

[0034] なお、認証虹彩領域CHIRは、虹彩領域HIRから第2反射光RL21及びRL22を除外した領域であればよい。そのため、虹彩領域取得部61は、例えば、第2反射光RL21及びRL22の大きさ及び位置を特定することで、第2反射光RL21及びRL22のみを除外した領域を、認証虹彩領域CHIRとして特定しても構わない。

[0035] また、本実施形態では、虹彩領域取得部61は、虹彩領域HIRから第2反射光RL21及びRL22の全てを除外することで、認証虹彩領域CHIRを取得しているが、これに限られない。例えば、虹彩領域取得部61は、第2反射光RL21及びRL22の何れか一方のみを除外した認証虹彩領域CHIRを取得しても構わない。この場合、除外する方の第2反射光RL21についてのみ、瞼の開閉方向の幅を算出すればよい。また、虹彩領域取得部61は、第2反射光RL21の一部及び／又は第2反射光RL22の一部を除外した認証虹彩領域CHIRを取得しても構わない。

[0036] つまり、虹彩領域取得部61は、撮像部2が取得した画像において、虹彩領域HIRから第2反射光RL2の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域

CHIRを取得すればよい。第2反射光RL2の一部を除外した場合であっても、第2反射光RL2を全く除外せずに虹彩認証を行う場合と比べ、虹彩認証の精度を向上させることができる。但し、第2反射光RL2の全てを除外した場合には、虹彩認証の精度を更に向上させることができる。

[0037] なお、撮像部2が取得した画像に基づく、幅D1及び幅D2の検出、並びに、境界線BL1及びBL2の検出は、公知の画像処理技術が用いられてよい。また、撮像部2が取得した画像に基づく、瞳孔領域HPPの大きさ及び位置の検出、並びに、第2反射光RL2の大きさ及び位置の検出についても、公知の画像処理技術が用いられてよい。制御部6によるその他の画像処理についても同様である。

[0038] 虹彩コード取得部62は、虹彩領域取得部61が取得した認証虹彩領域CHIRに基づき、虹彩認証を行うために用いられる虹彩コードを取得（作成）する。換言すれば、虹彩コード取得部62は、認証虹彩領域CHIRの画像を用いて虹彩認証を行うための虹彩コードを取得する。虹彩コード取得部62による虹彩コードの作成には、公知の手法が用いられてよい。

[0039] 認証部63は、認証虹彩領域CHIRを用いて虹彩認証を行う。具体的には、認証部63は、認証虹彩領域CHIRに基づき作成された虹彩コード（虹彩コード取得部62により取得された虹彩コード）を、記憶部4に予め登録されている登録虹彩コードと照合することで、被写体Hの虹彩認証を行う。認証部63による認証判定は、公知の手法が用いられてよい。例えば、認証部63は、登録虹彩コードと虹彩コードとのハミングディスタンス（Hamming distance）HDを算出し、当該ハミングディスタンスHDに基づいて照合を行ってよい。具体的には、認証部63は、ハミングディスタンスHDが所定のハミングディスタンス閾値HD_{th}以下である場合に、登録虹彩コードと虹彩コードとの一致度が所定範囲内であると判定する。この場合、認証部63は、被写体Hに対する虹彩認証に成功したと判定する。一方、認証部63は、上記一致度が所定範囲外である場合（ハミングディスタンスHDがハミングディスタンス閾値HD_{th}よりも大きい場合）には、虹彩認証に失敗

したと判定する。

[0040] (第1反射光及び第2反射光の位置及び大きさの特定)

虹彩領域取得部61は、画像に含まれる虹彩領域H|Rを構成する複数の画素のそれぞれの輝度値に基づき、第2反射光RL2の位置及び大きさを特定しても構わない。換言すれば、虹彩領域取得部61は、画像における虹彩領域H|Rに含まれる複数の画素のそれぞれの輝度に基づき、第2反射光RL2の像の領域を特定しても構わない。この場合、第2反射光RL2の像の領域(大きさ)を簡易に特定できる。具体的には、虹彩領域取得部61は、輝度値に基づき、第2反射光RL2の位置及び大きさを特定することで、例えば幅D1及びD2を特定する。

[0041] 一例として、虹彩領域取得部61は、上記複数の画素のうち、輝度値が所定値(例:図4の(a)に示す「TH1」)以上である画素を、第2反射光RL2を構成する画素であると判定する。虹彩領域取得部61は、例えば、画像から、瞼の開閉方向に形成される複数の画素列(図3参照)の輝度値を抽出し、当該画素列毎に所定値以上の輝度値を有する画素が存在するか否かを特定しても構わない。

[0042] 虹彩領域取得部61は、所定値以上であると判定した輝度値を有する画素のうち、虹彩領域H|Rにおける画素の集合を、第2反射光RL2の像の領域(具体的には、その大きさ及び位置)として特定する。

[0043] また、虹彩領域取得部61は、第1反射光RL1の位置及び大きさを特定することも可能である。虹彩領域取得部61は、例えば、第2反射光RL2の場合と同様、画像に含まれる瞳孔領域HPPを構成する複数の画素のそれぞれの輝度値に基づき、第1反射光RL1の位置及び大きさを特定する。換言すれば、虹彩領域取得部61は、画像における瞳孔領域HPPに含まれる複数の画素のそれぞれの輝度に基づき、第1反射光RL1の像の領域を特定しても構わない。虹彩領域取得部61は、例えば、上記所定値以上であると判定した輝度値を有する画素のうち、瞳孔領域HPPに含まれる画素の集合を、第1反射光RL1の像の領域(具体的には、その大きさ及び位置)とし

て特定する。

[0044] 但し、第1反射光RL1を特定するための所定値と、第2反射光RL2を特定するための所定値とが同じ値で有る必要は無く、互いに異なる値であっても構わない。所定値は、実験等により、第1反射光RL1及び第2反射光RL2のそれぞれを特定できる程度の大きさに設定されていればよい。

[0045] (幅D1及びD2の検出方法M1)

虹彩領域取得部61は、例えば、撮像した画像から、公知の技術で取得可能な境界線BL1及びBL2を利用せずに、幅D1又はD2を特定することができる。虹彩領域取得部61は、例えば第2反射光RL2として特定した複数の画素のうち、瞼の開閉方向において、最も離れた位置にある画素間の距離を、幅D1又はD2として算出する。

[0046] 例えば、虹彩領域取得部61は、上記所定値以上の輝度値を有する画素のうち、+Y軸方向において瞳孔領域HPPから最も近い画素を、第2反射光RL21の下端として特定する。虹彩領域取得部61は、当該画素を含む画素列において、+Y軸方向において瞳孔領域HPPから最も遠い画素(上瞼EL1に最も近い画素)を、第2反射光RL21の上端として特定する。そして、虹彩領域取得部61は、この上端と下端との距離を幅D1として算出する。

[0047] 同様に、虹彩領域取得部61は、上記所定値以上の輝度値を有する画素のうち、-Y軸方向において瞳孔領域HPPから最も近い画素を、第2反射光RL22の上端として特定する。虹彩領域取得部61は、当該画素を含む画素列において、-Y軸方向において瞳孔領域HPPから最も遠い画素(下瞼EL2に最も近い画素)を、第2反射光RL22の下端として特定する。そして、虹彩領域取得部61は、この上端と下端との距離を幅D2として算出する。

[0048] (幅D1及びD2の検出方法M2)

また、虹彩領域取得部61は、例えば、撮像した画像から、公知の技術で取得した境界線BL1及びBL2を利用して、幅D1又はD2を特定するこ

とも可能である。

[0049] 例えば、虹彩領域取得部61は、上記所定値以上の輝度値を有する画素のうち、公知の技術で取得した上瞼EL1側の境界線BL1から最も遠い画素を、第2反射光RL21の下端として特定する。そして、虹彩領域取得部61は、この下端と境界線BL1との距離を幅D1として算出する。

[0050] 同様に、虹彩領域取得部61は、上記所定値以上の輝度値を有する画素のうち、公知の技術で取得した下瞼EL2側の境界線BL2から最も遠い画素を、第2反射光RL22の上端として特定する。そして、虹彩領域取得部61は、この上端と境界線BL2との距離を幅D2として算出する。

[0051] (第1反射光及び第2反射光による輝度値の変化)

図3は、第2反射光RL2の大きさを特定する処理の一例を説明するための図である。図4の(a)及び(b)は、瞳孔領域HPPを通る任意の画素列における輝度値の変化の一例を示すグラフ(輝度値の特性)である。

[0052] なお、図4の(a)及び(b)の縦軸は輝度値であり、横軸は画素の位置である。横軸が延伸する方向は、図3に示す矢印方向と一致している。つまり、横軸の0は、図3に示す画像における最も上側の画素を示し、横軸の値が増加するほど、図3に示す画像において、上側から下側へ(-Y軸方向へ)と画素の位置が変化する。また、図4の(a)及び(b)では、光源を2つ有する照明部3を用いたときの結果を示している。そのため、図4の(a)及び(b)では、瞳孔領域HPPに対応する画素の位置で、輝度値が急激に上昇している位置が2つある。なお、第2反射光RL21及びRL22については、光源を1つ有する照明部3であっても、その両方が生じることに留意されたい。

[0053] 図3では、瞼の開閉方向に形成される画素列の一例として、画素列PLA及びPLBを示している。図3に示すように、画素列PLAは、瞳孔領域HPP及び虹彩領域HIRを通り、かつ、第1反射光RL1、第2反射光RL21及びRL22を通らない画素列である。画素列PLBは、瞳孔領域HPP及び虹彩領域HIRを通り、かつ、第1反射光RL1、第2反射光RL2

1 及び R L 2 2 を通る画素列である。

[0054] 図4の(a)に示すように、画素列 P L A の輝度値は、横軸の値が増加するにつれて（図3の画像において矢印方向に画素の位置が瞼（肌）領域、虹彩領域 H I R と変化するにつれて）低下し、瞳孔領域 H P P における略中央付近において輝度値が最小となる。横軸の値が更に増加すると、上記画素の位置が虹彩領域 H I R、瞼領域と変化する。そのため、瞳孔領域 H P P における略中央付近から横軸の値が増加するにつれて、画素列 P L A の輝度値は増加する。所定値 T H 1（第1反射光 R L 1 及び第2反射光 R L 2 と判定するための適切な輝度値の閾値）を設定した場合、図4の(a)に示すように、虹彩領域 H I R 及び瞳孔領域 H P P において所定値 T H 1 以上となる輝度値を有する画素が無い。そのため、所定値 T H 1 を設定しておくことで、虹彩領域取得部 6 1 は、画素列 P L A には、第1反射光 R L 1 及び第2反射光 R L 2 を構成する画素が存在しないと特定できる。

[0055] 一方、画素列 P L B は、虹彩領域 H I R に対応する画素の位置、及び、瞳孔領域 H P P に対応する画素の位置において、輝度値が急減に上昇している画素が存在する。第1反射光 R L 1 及び第2反射光 R L 2 を構成する画素が存在する場合、その位置において輝度値は上昇する。所定値 T H 1 を設定した場合、図4の(a)に示すように、瞳孔領域 H P P 及び虹彩領域 H I R において所定値 T H 1 以上となる輝度値を有する画素が存在する。そのため、所定値 T H 1 を設定しておくことで、虹彩領域取得部 6 1 は、画素列 P L B に、第1反射光 R L 1 及び第2反射光 R L 2 を構成する画素が存在することを特定できる。また、虹彩領域取得部 6 1 は、第1反射光 R L 1 及び第2反射光 R L 2 を構成する画素の位置を特定できる。

[0056] このように、瞼の開閉方向に形成される画素列の位置によって、第1反射光 R L 1 及び第2反射光 R L 2 が映り込んだ画素を有する場合と、映り込んだ画素を有さない場合とで、輝度値の特性は明らかに異なる。そのため、虹彩領域取得部 6 1 は、各画素の輝度値が所定値 T H 1 以上であるか否かを判定することで、画像における第1反射光 R L 1 及び第2反射光 R L 2 を容易

に特定できる。

- [0057] また、虹彩領域取得部61が輝度値を取得して、画像に含まれる画素が第2反射光RL2を構成する画素であるか否かの判定を行う領域は、画像において、境界線BL1及びBL2、並びに、瞼の開閉方向と垂直な方向における瞳孔領域HPPの最大幅を規定する2直線L1及びL2、で囲まれた領域であっても構わない。虹彩領域取得部61が輝度値を取得して、画像に含まれる画素が第1反射光RL1を構成する画素であるか否かの判定を行う領域についても、第2反射光RL2の場合と同様である。換言すれば、虹彩領域取得部61は、画像における上記領域において画素の輝度値を取得することにより、当該画素が第1反射光RL1又は第2反射光RL2の像を構成する画素であるか否かの判定を行っても構わない。この場合、上記判定を行う範囲が限定される。そのため、画像における第1反射光RL1及び第2反射光RL2の特定処理を更に簡易に行うことができる。上記瞼の開閉方向と垂直な方向はX軸方向を指す。また、上記最大幅は、例えば瞳孔径DMである。
- [0058] また、虹彩領域取得部61は、第1反射光RL1及び第2反射光RL2の特定を、以下のように行っても構わない。
- [0059] 例えば、虹彩領域取得部61は、2直線L1及びL2で挟まれた上記領域において瞼の開閉方向と垂直な方向（X軸方向）に沿って形成される複数の画素行のそれぞれについて、当該画素行を構成する画素の輝度値の平均値を算出する。各画素行の輝度値の平均値を示すグラフの一例が、図4の（a）に「画素列の平均値」として示されている。
- [0060] 虹彩領域取得部61は、画像の虹彩領域HIRにおいて、開閉方向に沿って形成される任意の画素列を構成する任意の画素の輝度値と、当該任意の画素を含む画素行に対応する輝度値の平均値との差分値を算出する。虹彩領域取得部61は、この差分値が所定値TH2（図4の（b）参照）以上である場合に、虹彩領域HIRに含まれる任意の画素については、第2反射光RL2を構成する画素であると判定する。一方、虹彩領域取得部61は、瞳孔領域HPPに含まれる任意の画素については、第1反射光RL1を構成する画

素であると判定する。

[0061] 図4の(b)は、任意の画素列を画素列P L A及び画素列P L Bとした場合に、図3の矢印方向に画素の位置を変化させた場合の、上記差分値のグラフを示す。

[0062] 画素列P L Aの場合、差分値においても輝度値が大きく上昇する画素は無い。第1反射光R L 1及び第2反射光R L 2を構成する画素であるか否かの判定を行うための所定値T H 2（第1反射光R L 1及び第2反射光R L 2と判定するための適切な輝度値の閾値）を設定した場合、所定値T H 2以上となる画素は存在しない。

[0063] 一方、画素列P L Bの場合、差分値においても、虹彩領域H I Rに対応する画素の位置、及び瞳孔領域H P Pに対応する画素の位置において、輝度値が大きく上昇する画素が存在する。つまり、所定値T H 2を設定した場合、瞳孔領域H P P及び虹彩領域H I Rにおいて所定値T H 2以上となる輝度値を有する画素が存在する。そのため、所定値T H 2を設定しておくことで、虹彩領域取得部61は、画素列P L Bに、第1反射光R L 1及び第2反射光R L 2を構成する画素が存在することを特定できる。また、虹彩領域取得部61は、第1反射光R L 1及び第2反射光R L 2を構成する画素の位置を特定できる。

[0064] なお、上述の通り、所定値T H 1及びT H 2は、第1反射光R L 1及び第2反射光R L 2を特定するための共通の閾値である必要は無い。図4の(a)及び(b)において、第1反射光R L 1及び第2反射光R L 2を特定するための所定値がそれぞれ設定されてよい。

[0065] <認証装置における処理>

次に、認証装置1における処理（認証方法）の一例について説明する。図5は、認証装置1における処理の一例を示すフローチャートである。

[0066] まず、撮像部2は、被写体Hの眼球H Eの虹彩領域H I Rを含む画像を取得する（S1；画像取得ステップ）。このとき、照明部3は、撮像部2が撮像するタイミングで、被写体Hの目に照明光を照射する。上述したように、

取得した画像においては、瞳孔領域H P Pに第1反射光R L 1が映り込み、虹彩領域H I Rに第2反射光R L 2が映り込んでいる。撮像部2は、取得した画像を、虹彩領域取得部61に出力する。

[0067] 虹彩領域取得部61は、受け取った画像を解析することで、第2反射光R L 2の像の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域C H I Rを取得する（S2；虹彩領域取得ステップ）。虹彩領域取得部61は、取得した認証虹彩領域C H I Rに関する情報（例：認証虹彩領域C H I Rを構成する各画素の濃淡情報）を、虹彩コード取得部62に出力する。虹彩コード取得部62は、取得した情報に基づき虹彩コードを作成する（S3；虹彩コード取得ステップ）。虹彩コード取得部62は、作成した虹彩コードを認証部63に出力する。

[0068] 認証部63は、記憶部4に登録されている登録虹彩コードを読み出し、受け取った虹彩コードと登録虹彩コードとの照合を行うことで、被写体Hに対する虹彩認証を行う（S4；認証ステップ）。つまり、認証部63は、認証虹彩領域C H I Rを用いた虹彩認証を行う。認証部63は、虹彩認証の結果を、表示部5を介して出力する（S5；出力ステップ）。

[0069] なお、上述の例では、1枚の画像（静止画）を撮像し、当該画像に対して虹彩認証を行う場合を例示した。但し、動画像を撮像し、当該動画像を構成するフレームに対して虹彩認証（動画認証）を行っても構わない。

[0070] 動画認証の場合、動画像の撮像によって短時間に複数枚の画像（フレーム）が取得される場合もあるため、画像取得ステップ（撮像ステップ）を継続しつつ、撮像された画像から順に、虹彩認証を画像取得ステップと同タイミングで進行させてよい。この場合、虹彩認証に成功した時点で、画像取得（動画撮像）を停止させ、認証部63に認証結果を出力させてよい。

[0071] なお、所定の撮像時間において取得された複数枚の画像（フレーム）のいずれに対しても、虹彩認証が成功しなかった場合は、虹彩認証が失敗した旨の認証結果を、認証部63に出力させてよい。

[0072] <実施例>

本実施形態の認証装置 1 において取得した認証虹彩領域 C H I R に基づき虹彩認証を行った結果と、比較例の認証装置において取得した虹彩領域 H I R に基づき虹彩認証を行った結果とを比較する。

[0073] 図 6 の (a) は、認証装置 1 において取得した認証虹彩領域 C H I R の一例を示す図であり、図 6 の (b) は、比較例の認証装置において取得した虹彩領域 H I R の一例を示す図である。

[0074] 図 6 の (a) 及び (b) に示すように、認証装置 1 においても、比較例の認証装置においても、撮像部と照明部との位置関係は、上述のように、第 1 反射光 R L 1 が瞳孔領域 H P P の内部に映り込むように設定されている。つまり、認証装置 1 が取得する画像においても、比較例の認証装置が取得する画像においても、第 1 反射光 R L 1 は、瞳孔領域 H P P には映り込んでいるが、虹彩領域 H I R には映り込んでいない。一方で、虹彩領域 H I R の上記境界部分には、第 2 反射光 R L 2 1 及び R L 2 2 が映り込んでいる。

[0075] 認証装置 1 は、上述の通り、虹彩領域取得部 6 1 により、撮像部 2 が撮像した画像から、図 6 の (a) において斜線部として示す認証虹彩領域 C H I R を取得する。つまり、虹彩領域取得部 6 1 が取得した認証虹彩領域 C H I R には、第 2 反射光 R L 2 1 及び R L 2 2 が含まれていない。

[0076] 一方、比較例の認証装置は、認証装置 1 と同様、虹彩領域取得部、虹彩コード取得部、及び認証部を備える。しかしながら、比較例の虹彩領域取得部は、撮像部が撮像した画像から、図 6 の (b) において斜線部として示す虹彩領域 H I R を取得する。つまり、比較例の虹彩領域取得部が取得した虹彩領域 H I R には、第 2 反射光 R L 2 1 及び R L 2 2 が含まれている。

[0077] 図 7 は、認証装置 1 が認証虹彩領域 C H I R に基づき虹彩認証（照合）を行うことで取得したハミングディスタンス H D の累積確率プロットと、比較例の認証装置が虹彩領域 H I R に基づき虹彩認証（照合）を行うことで取得したハミングディスタンス H D の累積確率プロットとを示すグラフである。図 7 において、縦軸は、ハミングディスタンス H D の累積確率分布を示し、横軸はハミングディスタンス H D を示す。

[0078] ここで、図7の結果は、以下の条件下で得られた。以下、認証装置1の各部には符号を付しているが、比較例の認証装置の各部には符号を付していない。

- ・撮像部2及び撮像部は、共に波長800nm以上850nm以下の光に波長感度を有する。

- ・画像取得時、被写体Hの目と認証装置1との間の直線距離、及び、被写体Hの目と比較例の認証装置との間の直線距離は、共に30cm。

- ・画像取得時、被写体Hの目元における照明光の強度は、共に15W/m²。

- ・被写体Hの片目を用いた虹彩認証。

[0079] 認証装置1では、上記の条件下において撮像された画像から、虹彩領域取得部61が認証虹彩領域CHIRを取得した(図6の(a)参照)。虹彩コード取得部62は、認証虹彩領域CHIRに基づき虹彩コードを作成した。認証部63は、作成された虹彩コードと、予め登録されている被写体H自身の登録虹彩コードとのハミングディスタンスHDを算出した。

[0080] 比較例としての認証装置では、上記の条件下において撮像された画像から、虹彩領域取得部が虹彩領域HIRを取得した(図6の(b)参照)。虹彩コード取得部は、虹彩領域HIRから虹彩コードを作成した。認証部は、作成された虹彩コードと、上記登録虹彩コード(認証装置1で用いられる登録虹彩コードと同一)とのハミングディスタンスHDを算出した。

[0081] 本実施例では、虹彩コードと照合する登録虹彩コードを、予め60個準備した。また、認証装置1及び比較例の認証装置は、登録虹彩コードと比較する虹彩コードとして、それぞれ6個の虹彩コードを取得した。認証装置1及び比較例の認証装置は、それぞれ6個の虹彩コードのうちの1個の虹彩コードについて、60個の登録虹彩コードのそれぞれとのハミングディスタンスHDを算出した。認証装置1及び比較例の認証装置は、それぞれ残りの5個についても同様にハミングディスタンスHDを算出した。つまり、認証装置1及び比較例の認証装置は、ハミングディスタンスHDの算出結果として、それぞれ360個のハミングディスタンスHDを算出した。

- [0082] 図7の結果は、認証装置1及び比較例の認証装置のそれぞれで算出されたハミングディスタンスHDを累積しながらプロットしていったものである。図中の「実施形態1」が認証装置1で算出されたハミングディスタンスHDのプロット結果を示し、図中の「比較例」が比較例の認証装置で算出されたハミングディスタンスHDのプロット結果を示す。
- [0083] ここで、虹彩コード及び登録虹彩コードは、複数のパート（例：8×128パート）からなり、各パートに、虹彩領域HIRの濃淡情報を元に0，1のいずれかの情報が格納されることで作成されている。認証部63及び認証部は、虹彩コード及び登録虹彩コードの、対応するパート同士を比較することで、格納されている情報が一致しているか否かを判定する。この判定を全パートについて行い、全パート数に対する、情報が一致していないパート数の割合を、ハミングディスタンスHDとして算出する。
- [0084] 従って、ハミングディスタンスHD=0が、虹彩コードと登録虹彩コードとが完全一致する理想的な値となる。また、本人から取得した虹彩コードと他人から取得した虹彩コードとの間でも、上記0，1の情報は50%程度一致する。そのためこの場合、ハミングディスタンスHDは0.5程度となる。つまり、ハミングディスタンスHDの値が小さいほど、認証精度が高いといえる。
- [0085] 図7に示すように、認証装置1で算出されたハミングディスタンスHDの方が、比較例の認証装置で算出されたハミングディスタンスHDよりも小さい。例えば、累積存在確率50%のハミングディスタンスHDの値は、比較例の認証装置では0.294であるのに対し、認証装置1では0.255である。そのため、認証装置1による虹彩認証の方が、比較例の場合に比べ、その認証精度が高いことが分かる。
- [0086] また、図7から、ハミングディスタンス閾値HD_{th}（認証閾値）を仮に0.28とした場合、比較例の認証装置では本人認証率が20%であるのに対し、認証装置1では90%以上の本人認証率を有することがわかる。
- [0087] なお、上記の本人認証と同様に、他人認証についても同様の検討を行った

。つまり、登録された虹彩コードの持ち主とは全く異なる他人の虹彩コードを、認証装置1及び比較例の認証装置で認証（照合）した。そして、認証装置1及び比較例の認証装置において、本人認証の検証と同様に、ハミングディスタンスHDの累積確率プロットを作成した。その結果、認証装置1、及び比較例の認証装置のいずれにおいても、累積存在確率50%のハミングディスタンスHDの値が0.45となり、ハミングディスタンスHDの累積確率プロットが略一致した。これは、認証閾値に対して他人を誤って認証してしまう確率、すなわち他人受入率が同一であることを示している。

[0088] <効果>

以上のように、認証装置1は、瞳孔領域HPPに第1反射光RL1が映り込み、虹彩領域HIRの上記境界部分に第2反射光RL2が映り込んでいる場合に、第2反射光RL2の像の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域CHIRに基づき虹彩認証を行う。これにより、認証装置1は、虹彩領域HIRへの照明光の映り込みの影響を低減した状態で虹彩認証を行うことができる。そのため、虹彩認証の精度を向上させることができる。

[0089] また、認証装置1は、第2反射光RL2の全てを除外した認証虹彩領域CHIRを取得した場合、第1反射光RL1及び第2反射光RL2が映り込んでいない虹彩認証用の虹彩領域を取得できる。そのため、認証装置1は、虹彩認証の精度を更に向上させることができる。

[0090] [実施形態2]

本開示の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。実施形態2以降の実施形態についても同様である。

[0091] <認証装置>

図8は、本実施形態の認証装置1Aの要部の構成例を示すブロック図である。図8に示すように、認証装置1Aは、画像生成部64を有する制御部6Aを備えている点で、認証装置1と異なる。

- [0092] 画像生成部64は、撮像部2が取得した画像から環境光の映り込みの少なくとも一部を除去した環境光除去画像を生成する。虹彩領域取得部61は、環境光除去画像において、第2反射光RL2の像の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域CHIRを取得する。
- [0093] 画像生成部64は、例えば、照明光が眼球HEに照射されているときに取得された第1画像の輝度値から、照明光が眼球HEに照射されていないときに取得された第2画像の輝度値を減算した差分画像を、環境光除去画像として生成する。この場合、画像生成部64は、簡易な手法で環境光除去画像を生成できる。
- [0094] 第1画像及び第2画像を取得するために、照明部3は、時間的に連続して照明オン及び照明オフを切替える。撮像部2は、この照明オン及び照明オフの切替えタイミングにあわせて眼球HEを撮像する。
- [0095] 画像生成部64は、照明オン時に取得された第1画像を構成する複数の画素のそれぞれの輝度値、及び、照明オフ時に取得された第2画像を構成する複数の画素のそれぞれの輝度値を取得する。画像生成部64は、第1画像及び第2画像において対応する画素毎に、第1画像の輝度値から第2画像の輝度値を減算する。画像生成部64は、各画素について減算した結果としての輝度値を有する画像を、差分画像として取得する。
- [0096] 図9は、照明オン及び照明オフを時間的に連続して繰り返した場合の、第2反射光RL2が映り込んだ位置に対応する画素の輝度値の時間変化の一例を示すグラフである。なお、図9では、照明オンである時間と照明オフである時間が略同一である場合を例示しているが、これらの時間が略同一である必要は無い。
- [0097] 図9に示すように、照明オンの場合、上記画素の輝度値は、以下の4つの成分から構成される。
- ・照明による映り込み成分。主に照明光が角膜表面で鏡面反射することで得られる。
 - ・照明による虹彩情報成分。照明光が虹彩で拡散反射することで得られる。

- ・環境光による映り込み成分。主に環境光が角膜表面で鏡面反射することで得られる。

- ・環境光による虹彩情報成分。環境光が虹彩で拡散反射することで得られる。

[0098] 一方、照明オフの場合、上記画素の輝度値は、環境光による映り込み成分、及び環境光による虹彩情報成分の2つの成分から構成される。そのため、上記のように第1画像と第2画像との輝度値の差分を算出することで、環境光による映り込み成分、及び環境光による虹彩情報成分を除去した環境光除去画像を取得できる。なお、照明による映り込み成分を有する第2反射光 R_L2 については、虹彩領域取得部61にて除外される。

[0099] ここで、環境光による虹彩情報成分は除去されて構わない。虹彩認証時のシチュエーション（画像を屋外で取得するのか屋内で取得するのか等）によって、環境光の強度は変化する。また、環境光の強度は、取得した画像における虹彩領域HIRの位置（つまり、虹彩領域HIRを構成する画素の位置）においても変化する。一方、照明光の強度は、所定の強度に制御されている。そのため、シチュエーションによりその強度が変化する環境光による虹彩情報成分を除去し、シチュエーションによりその強度が変化しにくい照明光による虹彩情報成分のみを残した画像を用いることで、虹彩認証を精度良く行うことができる。

[0100] 図10は、照明オン及び照明オフの切替えタイミングと、撮像部2のシャッター開閉タイミングとの関係の一例を示す図である。（i）に示すように、撮像部2は、照明オン時に第1画像を取得し、照明オフとなった後に第2画像を取得する。（i）の次の照明オン時には、（ii）に示すように、照明オンとなる前の照明オフ時に第2画像を取得し、照明オンとなった後に第1画像を取得する。

[0101] このように、画像生成部64は、照明オン及び照明オフを複数回切替えながら第1画像及び第2画像を取得していく場合、照明オン時に取得された第1画像と、その次の照明オフ時に取得された第2画像とに基づき差分画像を

生成する（図10の（i）参照）。また、画像生成部64は、照明オフ時に取得された第2画像と、その次の照明オン時に取得された第1画像とに基づき差分画像を生成しても構わない（図10の（ii）参照）。つまり、画像生成部64は、連続して取得された第1画像及び第2画像に基づき差分画像を生成する。この場合、照明オン及び照明オフ間での環境光の変化を小さくできる。また、体動の影響による対応画素の位置ずれを防止できる。そのため、画像生成部64は、環境光による成分をほとんど含まない輝度値を有する差分画像を生成できる。

[0102] また、画像生成部64は、複数の第1画像及び第2画像の組に基づき複数の差分画像を生成し、これらの差分画像の輝度値を積算した画像を環境光除去画像としても構わない。この場合、例えば、画像生成部64は、図10の（iii）に示すように、（i）で生成した差分画像と、（ii）で取得した差分画像との輝度値を積算した画像を生成する。次に、画像生成部64は、この画像の輝度値と、（ii）の次のタイミングで取得した第1画像及び第2画像に基づき生成した差分画像の輝度値とを積算した画像を生成する。この積算を繰り返した結果生成された画像を、環境光除去画像とする。

[0103] また、撮像部2の絞りが固定であって、かつ、照明オン時のシャッター開閉時間と、照明オフ時のシャッター開閉時間が同一であれば、シャッター開閉時間は任意に設定可能である。この条件を満たしていれば、（i）及び（ii）に示すシャッター開時間に設定されていても構わないし、（iv）に示すシャッター開時間に設定されていても構わない。

[0104] なお、環境光の映り込みの少なくとも一部を除去した環境光除去画像を生成できるのであれば、画像生成部64は、連続して取得された第1画像及び第2画像に基づき差分画像を生成しなくても構わない。また、照明オン及び照明オフの切替えが1度（取得する第1画像及び第2画像の組が1組）であっても構わない。また、差分画像を環境光除去画像として生成する技術としては、公知の様々な手法を採用できる（例：特許文献1又は2に開示の技術）。

[0105] <認証装置における処理>

次に、認証装置 1 A における処理の一例について説明する。図 1 1 は、認証装置 1 A における処理の一例を示すフローチャートである。

[0106] まず、撮像部 2 は、虹彩領域 H I R を含む画像として、照明オン時に第 1 画像を取得すると共に、照明オフ時に第 2 画像を取得する (S 1 1 ; 画像取得ステップ)。撮像部 2 は、取得した画像を、画像生成部 6 4 に出力する。

[0107] 画像生成部 6 4 は、受け取った第 1 画像及び第 2 画像に基づき、環境光除去画像を生成する (S 1 2 ; 画像生成ステップ)。例えば、画像生成部 6 4 は、第 1 画像の輝度値から第 2 画像の輝度値を減算した差分画像を、環境光除去画像として生成する。画像生成部 6 4 は、生成した環境光除去画像を虹彩領域取得部 6 1 に出力する。

[0108] 虹彩領域取得部 6 1 は、受け取った環境光除去画像を解析することで、第 2 反射光 R L 2 の像の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域 C H I R を取得する (S 1 3 ; 虹彩領域取得ステップ)。以降、実施形態 1 で説明した S 3 ~ S 5 の処理が行われる。

[0109] <効果>

環境光の強度が比較的高い環境 (例 : 屋外) において認証装置を用いる場合、角膜表面で反射した環境光が虹彩情報に含まれることで、虹彩認証の精度が低下してしまう。つまり、虹彩領域に環境光の映り込みが生じている場合、照明光の映り込みと同様、虹彩認証の精度が低下してしまう。

[0110] 認証装置 1 A は、環境光の映り込みの少なくとも一部を除去した環境光除去画像から認証虹彩領域 C H I R を取得することで、環境光の映り込みの影響を低減した状態で虹彩認証を行うことができる。そのため、虹彩認証の精度を向上させることができる。また、認証装置 1 A は、環境光の映り込みの全てを除去した環境光除去画像を生成した場合には、虹彩認証の精度を更に向上させることができる。

[0111] [実施形態 3]

本実施形態では、認証装置 1 B の構成及び処理について説明する。

[0112] <認証装置>

図12は、本実施形態の認証装置1Bの要部の構成例を示すブロック図である。図12に示すように、認証装置1Bは、画像判定部65を有する制御部6Bを備えている点で、認証装置1と異なる。

[0113] 画像判定部65は、撮像部2が撮像した画像に含まれる虹彩領域H|Rの大きさに基づき、画像が虹彩認証を行うための画像として適切であるか否かを判定する。画像を取得したとしても、画像に虹彩領域H|Rがほとんど含まれていないような場合には、虹彩認証の結果は「失敗(NG)」となる。つまり、瞼の開度(開き具合)が比較的低い場合には、虹彩認証を行うための画像としては不適であるといえる。そこで、虹彩認証を行うための画像として適切である画像を取得すべく、画像判定部65により当該画像としての適否を判定する。

[0114] 図13の(a)は、瞼が開いている場合に取得される画像の一例を示す図であり、図13の(b)は、瞼がほぼ閉じている(完全には閉じていない)場合に取得される画像の一例を示す図である。瞼が少しでも開いている場合(つまり、瞼が完全に閉じている場合を除き)、角膜が露出した状態となる。そのため、瞼が完全に閉じていなければ、図13の(a)及び(b)に示すように、瞳孔領域HPPから見て上下方向(±Y軸方向)の位置であって、かつ、上瞼EL1の直下及び下瞼EL2の直上のそれぞれには、第2反射光RL21及びRL22が映り込む。つまり、瞼の開度を特定するために、画像に含まれる上瞼EL1近傍の第2反射光RL21の像と下瞼EL2近傍の第2反射光RL22の像との間の距離を用いることができる。

[0115] この場合、画像判定部65は、上記距離が所定距離(基準開度)以上であるか否かを判定することで、虹彩認証を行うための画像として適切であるか否かを判定する。具体的には、上記距離が所定距離以上であれば、虹彩認証を行うための画像として適切であり、所定距離未満であれば、当該画像として不適切であると判定する。なお、所定距離は、例えば実験等により、虹彩認証を行うことができる程度の距離に設定されていればよい。

- [0116] 例えば、図13の(a)では、画像判定部65は、算出した距離D11が所定距離以上であると判定する。一方、図13の(b)では、画像判定部65は、算出した距離D12が所定距離未満であると判定する。
- [0117] 画像判定部65は、上記距離が所定距離以上である場合、取得した画像を用いて虹彩認証を行うことができるため、虹彩領域取得部61に、当該画像において認証虹彩領域CHIRを取得させる。一方、画像判定部65は、上記距離が所定距離未満であると判定した場合、取得した画像を用いて虹彩認証を行ったとしてもその結果は「失敗(NG)」となるため、画像の再取得を被写体Hに促す。例えば、画像判定部65は、画像の再取得を要求する表示を表示部5に行わせる。被写体Hは、この表示により、撮像部2を操作することで、撮像部2に虹彩領域HIRを含む画像を再取得させる。この場合、虹彩認証を行う画像として不適切な画像を用いて虹彩コードを作成し、当該虹彩コードを用いて虹彩認証を行った後に画像を再取得する場合に比べ、認証時間を短縮できる。
- [0118] なお、完全に瞼が閉じている場合には角膜が露出していない。そのため、画像判定部65は、画像において、第2反射光RL21及びRL22の映り込みを特定できない。従って、画像判定部65は、画像において第2反射光RL21及びRL22の映り込みを特定できなかった場合には、目を閉じた状態で取得した画像であると推定し、当該画像が虹彩認証を行うための画像として不適切であると判定する。
- [0119] また、上記距離の算出は、虹彩領域取得部61で第2反射光RL21及びRL22の大きさの算出と共に行われても構わない。この場合、虹彩領域取得部61が画像判定部65の機能を有していても構わない。
- [0120] また、撮像環境によって距離が変化しない指標によって、上記所定距離を規定しても構わない。つまり、上記指標の大きさに対応付けて上記所定距離が設定されていても構わない。上記指標としては、例えば、目尻と目頭との距離、又は、虹彩領域HIRの直径(虹彩径)が挙げられる。瞳孔領域HPPの直径(瞳孔径DM)は、環境光に含まれる可視光の照度に依存して変化

するため、上記指標には適さない。

[0121] <認証装置における処理>

次に、認証装置 1 B における処理の一例について説明する。図 1 4 は、認証装置 1 B における処理の一例を示すフローチャートである。

[0122] まず、撮像部 2 は、虹彩領域 H I R を含む画像を取得する (S 1 ; 画像取得ステップ)。撮像部 2 は、取得した画像を、画像判定部 6 5 に出力する。

[0123] 画像判定部 6 5 は、受け取った画像に映り込んだ第 2 反射光 R L 2 1 及び R L 2 2 の位置を特定することで、第 2 反射光 R L 2 1 及び R L 2 2 の間の距離を算出する (S 2 1 ; 距離算出ステップ)。画像判定部 6 5 は、算出した距離が所定距離以上であるか否かを判定する (S 2 2 ; 距離判定ステップ)。

[0124] 画像判定部 6 5 は、算出した距離が所定距離以上であると判定した場合 (S 2 2 で Y E S)、取得された画像が虹彩認証を行うための画像として適切であると判定する。この場合、画像判定部 6 5 は、虹彩領域取得部 6 1 に、認証虹彩領域 C H I R を取得するよう指示する。これにより、実施形態 1 で説明した S 2 ~ S 5 の処理が行われる。

[0125] 一方、算出した距離が所定距離未満であると判定した場合 (S 2 2 で N O)、画像判定部 6 5 は、取得された画像が虹彩認証を行うための画像として不適切であると判定する。この場合、画像判定部 6 5 は、画像の取得回数が所定回数以上であるか否かを判定する (S 2 3 ; 回数判定ステップ)。

[0126] 取得回数が所定回数未満であると判定した場合 (S 2 3 で N O)、画像判定部 6 5 は、画像の再取得を促す表示を、表示部 5 を介して行う。これにより、撮像部 2 は、被写体 H の操作を受けて、虹彩領域 H I R を含む画像を再取得する (S 2 4 ; 画像再取得ステップ)。その後、S 2 1 へと移行する。一方、取得回数が所定回数以上であると判定した場合 (S 2 3 で Y E S)、画像判定部 6 5 は、認証部 6 3 にその旨を通知する。認証部 6 3 は、S 5 において、この通知を受けると、虹彩認証を行うことができない (虹彩認証が失敗した) と判定し、当該判定結果を、表示部 5 を介して出力する。

[0127] なお、動画像の場合、S 2 2でN Oとなった場合には、次のフレームに対してS 2 2の処理が行われる。所定のフレーム数の分、S 2 2の処理を行ってもなおS 2 2でN Oとなった場合には、虹彩認証が失敗した旨の認証結果を、認証部6 3に出力させる。一方、S 2 2でY E Sの場合には、静止画と同様、S 2～S 5の処理が行われる。また、動画像の場合、虹彩認証に成功したタイミング、又は、予め設定された認証時間（例：1 0秒間）を経過したタイミングで、画像取得（動画撮像）を停止しても構わない。

[0128] <効果>

以上のように、認証装置1 Bは、取得した画像が、虹彩認証を行うための画像であるか否かを、簡易な手法で正確に判定できる。そのため、認証装置1 Bは、瞼が十分に開いていない画像を用いて虹彩認証を行うことを防止できる。また、当該画像を用いて作成した虹彩コードを、登録虹彩コードとして登録することを防止できる。また、認証装置1 Bは、虹彩認証を行うための画像として不適切な画像を用いて認証を行うことが無い。そのため、虹彩認証に要する時間を短縮できる。

[0129] なお、公知の技術を用いて境界線B L 1及びB L 2を検出することで、瞼の開度を算出することもできる。しかし、瞼には睫毛が存在するため、睫毛の影響を受けて境界線B L 1及びB L 2の検出が不安定となり得る。具体的には、境界線B L 1及びB L 2が、実際の瞼の境界よりも外側にあるものとして誤検出してしまう傾向がある。この場合、瞼の開度が実際よりも大きいと誤判定してしまう結果、実際には瞼が閉じ気味であるにもかかわらず、瞼の開度が虹彩認証を行う上で適した開度であると誤判定してしまうことになる。

[0130] 一方、認証装置1 Bは、第2反射光R L 2 1及びR L 2 2の間の距離を用いて、瞼の開度が虹彩認証を行うのに適した開度であるか否かの判定を行う。そのため、睫毛の影響を受けることなく、当該判定を正確に行うことができる。つまり、認証装置1 Bは、虹彩認証を行うための画像であるか否かを、正確に判定できる。また、認証装置1 Bは、睫毛の影響を受けた画像を用

いて虹彩認証を行うことが無い。つまり、無駄な虹彩認証を行うことがないので、虹彩認証に要する時間を短縮できる。

[0131] 〔実施形態4〕

本実施形態では、認証装置1Cの構成及び処理について説明する。

[0132] <認証装置>

図15は、本実施形態の認証装置1Cの要部の構成例を示すブロック図である。図15に示すように、認証装置1Cは、偽造判定部66を有する制御部6Cを備えている点で、認証装置1と異なる。

[0133] 偽造判定部66は、眼球の写真等の印刷物を用いて他人になりすまし、虹彩認証をすり抜ける不正行為を抑止する目的として、撮像対象が偽造物であるか否かを判定する。具体的には、偽造判定部66は、照明オン時に取得された第1画像と、照明オフ時に取得された第2画像とを比較することで、撮像対象が偽造物であるか否かを判定する。

[0134] 生体の眼球HEを撮像した場合、第1画像には第1反射光RL1が含まれるが、第2画像には第1反射光RL1は含まれない。そのため、偽造判定部66は、第1画像に第1反射光RL1が含まれているにも関わらず、第2画像に第1反射光RL1が含まれていないと判定した場合に、撮像対象が偽造物ではないと判定しても構わない。この判定手法を、判定手法MAと称する。

[0135] また、生体の眼球HEを撮像した場合、第1画像には、第1反射光RL1だけでなく第2反射光RL2も含まれる。そのため、偽造判定部66は、第1画像に第1反射光RL1及び第2反射光RL2が含まれているにも関わらず、第2画像に第1反射光RL1及び第2反射光RL2が含まれていないと判定した場合に、撮像対象が偽造物ではないと判定しても構わない。この判定手法を、判定手法MBと称する。判定手法MBの場合、偽造の判定精度を向上させることができる。

[0136] 偽造判定部66は、例えば、第1画像と第2画像との差分画像を生成することで、第1画像及び第2画像のそれぞれに、第1反射光RL1及び／又は

第2反射光RL2が含まれているか否かを判定する。差分画像を生成した場合、実施形態2で述べたように環境光の影響を排除できるため、環境光の映り込みによる虹彩認証の誤判定を回避できる。なお、画像における第1反射光RL1及び／又は第2反射光RL2の特定手法は、実施形態1で述べた手法を用いることができる。

[0137] 偽造判定部66は、撮像対象が偽造物ではないと判定した場合には、虹彩領域取得部61に、取得した画像において認証虹彩領域CHIRを取得させる。一方、偽造判定部66は、撮像対象が偽造物であると判定した場合には、表示部5を介して、画像を再取得するよう被写体Hに促しても構わない。また、撮像対象が偽造物である場合、画像の再取得を促すことなく、認証部63は、虹彩認証に失敗したことを、表示部5を介して出力しても構わない。

[0138] 図16の(a)は、撮像対象が生体の目である場合に取得される第1画像及び第2画像の一例を示す図である。図16の(b)及び(c)は、撮像対象が印刷物である場合に取得される第1画像及び第2画像の一例を示す図である。図16の(d)は、撮像対象が、角膜を模したレンズ(例:コンタクトレンズ)が載置された印刷物である場合に取得される第1画像及び第2画像の一例を示す図である。

[0139] 図16の(a)に示すように、撮像対象が生体の目である場合、照明オン時に取得される第1画像には、第1反射光RL1及び第2反射光RL2が含まれるが、照明オフ時に取得される第2画像には、第1反射光RL1及び第2反射光RL2が両方とも含まれない。

[0140] 一方、撮像対象が眼球の写真等の印刷物である場合、第1画像と第2画像との間で変化が生じない。例えば、図16の(b)に示すように、第1反射光RL1及び第2反射光RL2が映り込んでいない眼球画像を印刷した偽造物の場合、第1画像及び第2画像のいずれにも、第1反射光RL1及び第2反射光RL2は存在しない。また、図16の(c)に示すように、第1反射光RL1及び第2反射光RL2が映り込んだ眼球画像を印刷した偽造物の場

合、第1画像及び第2画像のいずれにも、第1反射光RL1及び第2反射光RL2が存在する。

[0141] 図16の(a)～(c)を参照すれば、撮像対象が偽造物であるか否かを判定する場合、偽造判定部66は上記判定手法MAを用いれば良い。また、偽造判定部66は、第1画像に第1反射光RL1及び第2反射光RL2が無いことを特定した時点で、撮像対象が偽造物であると判定しても構わない。また、偽造判定部66は、第1画像と第2画像との間で変化が生じていれば撮像対象が偽造物ではないと判定し、変化が生じていなければ撮像対象が偽造物であると判定しても構わない。

[0142] 一方、印刷物上にレンズを載置した偽造物の場合、照明オン時には、レンズ表面で照明光が鏡面反射するため、第1反射光RL1は生じる。しかしながら、印刷物上には生体の瞼に相当する物が存在しない。そのため、主に瞼の縁部で反射した照明光が更に角膜表面で反射することにより得られる第2反射光RL2が生じることはない。従って、図16の(d)に示すように、第1画像には、第1反射光RL1が存在するが、第2反射光RL2は存在しない。一方、第2画像には、第1反射光RL1及び第2反射光RL2のいずれも存在しない。

[0143] そのため、図16の(a)及び(d)を参照すれば、レンズが載置された印刷物の場合、図16の(b)及び(c)の場合に用いた判定手法MA等を用いても、撮像対象が偽造物であるか否かを判定することはできない。レンズが載置された印刷物も偽造物であると判定するためには、偽造判定部66は、判定手法MBを用いればよい。この場合、第2反射光RL2の有無も判定材料とするため、レンズが載置された印刷物も偽造物であると判定できる。また、偽造判定部66は、第1画像に第2反射光RL2が無いことを特定した時点で、撮像対象が偽造物であると判定しても構わない。

[0144] ここで、図16の(a)の場合(撮像対象が偽造物でない(生体の目である)場合)、第1画像には第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像が両方とも含まれ、第2画像には第1反射光RL1の像及び第2反射光RL

2の像が両方とも含まれない。そのため、図16の(a)の場合の差分画像には、第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像が両方とも含まれることとなる。一方、図16の(b)及び(c)の場合(撮像対象が偽造物(印刷物)である場合)、第1画像及び第2画像において変化が生じないため、差分画像には、第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像が両方とも含まれない。また、図16の(d)の場合には(撮像対象が、印刷物上にレンズを載置した偽造物である場合)、第1画像に第1反射光RL1の像のみが含まれるが、第2画像には第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像が両方とも含まれない。そのため、差分画像には第1反射光RL1の像のみが含まれる。

[0145] そのため、偽造判定部66は、差分画像において、第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像の少なくとも一方が含まれていない場合に、撮像対象が偽造物であると判定しても構わない。つまりこの場合、偽造判定部66は、差分画像に第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像の両方が含まれている場合に、撮像対象が偽造物では無いと判定する。一方で、偽造判定部66は、それ以外の場合(差分画像に、(1)第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像が両方とも含まれていない、又は(2)第1反射光RL1の像及び第2反射光RL2の像の何れかが含まれていない場合)に、撮像対象が偽造物であると判定する。

[0146] <認証装置における処理>

次に、認証装置1Cにおける処理の一例について説明する。図17は、認証装置1Cにおける処理の一例を示すフローチャートである。

[0147] まず、撮像部2は、虹彩領域HIRを含む画像として、照明オン時に第1画像を取得すると共に、照明オフ時に第2画像を取得する(S11;画像取得ステップ)。撮像部2は、取得した第1画像及び第2画像を、偽造判定部66に出力する。

[0148] 偽造判定部66は、受け取った第1画像と第2画像とを比較する(S31;比較ステップ)。これにより、撮像対象が偽造物であるか否かを判定する

(S 3 2 ; 偽造判定ステップ)。偽造判定部 6 6 は、例えば、第 1 画像及び第 2 画像、又は差分画像における、第 1 反射光 R L 1 及び第 2 反射光 R L 2 の有無を判定することで、撮像対象が偽造物であるか否かを判定する。

[0149] 偽造判定部 6 6 は、撮像対象が偽造物ではないと判定した場合 (S 3 2 で N O)、虹彩領域取得部 6 1 に、認証虹彩領域 C H I R を取得するよう指示する。これにより、実施形態 1 で説明した S 2 ~ S 5 の処理が行われる。

[0150] 一方、偽造判定部 6 6 が、撮像対象が偽造物であると判定した場合 (S 3 2 で Y E S)、S 2 3 及び S 2 4 の処理が行われる。但し、偽造判定部 6 6 は、偽造物であると判定した場合には、即座に虹彩認証できないと判定しても構わない。具体的には、S 3 2 で Y E S の場合、S 2 3 及び S 2 4 を行わず S 5 に移行する。この場合、偽造判定部 6 6 は、撮像対象が偽造物である旨の通知を認証部 6 3 に行う。認証部 6 3 は、S 5 において、この通知を受けると、虹彩認証を行うことができない (虹彩認証が失敗した) と判定し、当該判定結果を、表示部 5 を介して出力する。認証部 6 3 は、撮像対象が偽造物である旨の出力を行っても構わない。

[0151] なお、動画像の場合、S 3 2 で Y E S となった場合には、次のフレームに対して S 3 2 の処理が行われる。所定のフレーム数の分、S 3 2 の処理を行ってもなお S 3 2 で Y E S となった場合には、虹彩認証が失敗した旨の認証結果を、認証部 6 3 に出力させる。一方、S 3 2 で N O の場合には、静止画と同様、S 2 ~ S 5 の処理が行われる。また、動画像の場合、虹彩認証に成功したタイミング、又は、予め設定された認証時間 (例 : 1 0 秒間) を経過したタイミングで、画像取得 (動画撮像) を停止しても構わない。また、偽造物であると判定されたタイミングで、画像取得 (動画撮像) を停止しても構わない。この場合、1 回目の偽造物であるとの判定タイミングで停止しても構わないし、偽造物であると複数回判定された後のタイミングで停止しても構わない。

[0152] <効果>

以上のように、認証装置 1 C は、撮像対象が偽造物であるか否かの判定を

行うことで、本人になりすました他人が偽造物を用いて虹彩認証を行った場合に、本人ではないと判定できる。また、認証装置 1 C は、第 1 画像と第 2 画像との比較といった簡易な手法で、上記判定を行うことができる。

[0153] [ソフトウェアによる実現例]

認証装置 1、1 A、1 B 及び 1 C の制御ブロック（特に制御部 6、6 A、6 B 及び 6 C の各部）は、集積回路（IC チップ）等に形成された論理回路（ハードウェア）によって実現してもよいし、ソフトウェアによって実現してもよい。

[0154] 後者の場合、認証装置 1 は、各機能を実現するソフトウェアであるプログラムの命令を実行するコンピュータを備えている。このコンピュータは、例えば少なくとも 1 つのプロセッサ（制御装置）を備えていると共に、上記プログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な少なくとも 1 つの記録媒体を備えている。そして、上記コンピュータにおいて、上記プロセッサが上記プログラムを上記記録媒体から読み取って実行することにより、本開示の目的が達成される。上記プロセッサとしては、例えば CPU（Central Processing Unit）を用いることができる。上記記録媒体としては、「一時的でない有形の媒体」、例えば、ROM（Read Only Memory）等の他、テープ、ディスク、カード、半導体メモリ、プログラマブルな論理回路などを用いることができる。また、上記プログラムを展開する RAM（Random Access Memory）などをさらに備えていてもよい。また、上記プログラムは、該プログラムを伝送可能な任意の伝送媒体（通信ネットワークや放送波等）を介して上記コンピュータに供給されてもよい。なお、本開示の一態様は、上記プログラムが電子的な伝送によって具現化された、搬送波に埋め込まれたデータ信号の形態でも実現され得る。

[本発明の別表現]

本開示の一態様に係る認証装置は、撮像部により撮像された、眼球の虹彩領域を含む画像を用いて、虹彩認証を行う認証装置であって、前記画像に、

(1) 前記眼球を撮像するときに前記眼球に照射された照明光を、前記眼球

の瞳孔領域において反射した第1反射光と、(2)前記照明光を、前記虹彩領域の、前記虹彩領域と瞼との境界部分において反射した第2反射光と、が映り込んでいるとき、前記画像において、前記第2反射光の像の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域を取得する虹彩領域取得部と、前記認証虹彩領域を用いて虹彩認証を行う認証部と、を備えても構わない。

また、本開示の一態様に係る認証方法は、撮像部により撮像された、眼球の虹彩領域を含む画像を用いて、虹彩認証を行う認証方法であって、前記画像に、(1)前記眼球を撮像するときに前記眼球に照射された照明光を、前記眼球の瞳孔領域において反射した第1反射光と、(2)前記照明光を、前記虹彩領域の、前記虹彩領域と瞼との境界部分において反射した第2反射光と、が映り込んでいるとき、前記画像において、前記第2反射光の像の少なくとも一部を除外した認証虹彩領域を取得する虹彩領域取得ステップと、前記認証虹彩領域を用いて虹彩認証を行う認証ステップと、を含んでも構わない。

〔関連出願の相互参照〕

本出願は、2018年7月3日に出願された日本国特許出願：特願2018-126950に対して優先権の利益を主張するものであり、それを参照することにより、その内容の全てが本書に含まれる。

[0155] 〔付記事項〕

本開示は上述した各実施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て得られる実施形態についても本開示の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

符号の説明

- [0156] 1、1 A、1 B、1 C 認証装置
2 撮像部
3 照明部

- 4 記憶部
- 6 1 虹彩領域取得部
- 6 2 虹彩コード取得部
- 6 3 認証部
- 6 4 画像生成部
- 6 5 画像判定部
- 6 6 偽造判定部
- B L 1、B L 2 境界線
- C H I R 認証虹彩領域
- D M 瞳孔径（最大幅）
- E L 1 上瞼（瞼）
- E L 2 下瞼（瞼）
- H I R 虹彩領域
- H P P 瞳孔領域
- L 1、L 2 直線
- R L 1 第1反射光
- R L 2 第2反射光
- H 被写体（対象者）

請求の範囲

- [請求項1] 対象者を照射する照明光を出射する照明部と、
前記対象者の瞳孔領域及び虹彩領域を含む画像を撮像する撮像部と、
、
前記照明部と前記撮像部との位置関係を調整することにより、前記照明光が前記対象者の角膜表面で直接反射した第1反射光と、前記対象者の瞼の縁部で反射した後、当該瞼との境界近傍における角膜表面で反射した光を少なくとも含む第2反射光とが、前記撮像部により撮像された画像における瞳孔領域及び虹彩領域にそれぞれ反射光の像として映り込むとき、
前記画像において、前記虹彩領域から前記第2反射光の像の少なくとも一部を除外した領域を、虹彩認証に用いる認証虹彩領域として取得する虹彩領域取得部と、
前記認証虹彩領域の画像を用いて虹彩認証を行うための虹彩コードを取得する虹彩コード取得部と、
前記虹彩コード取得部により取得された前記虹彩コードと、記憶部に登録されている登録虹彩コードとを照合することにより、前記対象者の虹彩認証を行う認証部と、を備える、認証装置。
- [請求項2] 前記虹彩領域取得部は、前記画像における虹彩領域に含まれる複数の画素のそれぞれの輝度値に基づき、前記第2反射光の像の領域を特定する、請求項1に記載の認証装置。
- [請求項3] 前記虹彩領域取得部は、前記画像における前記虹彩領域と前記瞼との境界線、及び、前記瞼の開閉方向と垂直な方向における前記瞳孔領域の最大幅を規定する2直線、で囲まれた領域において、前記画素の輝度値を取得することにより、当該画素が前記第2反射光の像を構成する画素であるか否かの判定を行う、請求項2に記載の認証装置。
- [請求項4] 前記画像から環境光の映り込みの少なくとも一部を除去した環境光除去画像を生成する画像生成部を備え、

前記虹彩領域取得部は、前記環境光除去画像において前記第2反射光の像の少なくとも一部を除外した前記認証虹彩領域を取得する、請求項1から3の何れか1項に記載の認証装置。

[請求項5] 前記画像生成部は、前記照明光が前記対象者に照射されているときに撮像された第1画像の輝度値から、前記照明光が前記対象者に照射されていないときに撮像された第2画像の輝度値を減算した差分画像を、前記環境光除去画像として生成する、請求項4に記載の認証装置。

[請求項6] 前記画像に映り込んでいる、上瞼近傍の前記第2反射光の像と下瞼近傍の前記第2反射光の像との距離に基づき、前記画像が虹彩認証を行うための画像として適切であるか否かを判定する画像判定部を備える、請求項1から5の何れか1項に記載の認証装置。

[請求項7] 前記照明光が照射されているときに撮像された第1画像と、前記照明光が照射されていないときに撮像された第2画像との差分画像において、前記第1反射光の像及び前記第2反射光の像の少なくとも一方が含まれていない場合に、前記撮像部の撮像対象が偽造物であると判定する偽造判定部を備える、請求項1から6の何れか1項に記載の認証装置。

[請求項8] 前記対象者の位置での前記照明光の強度は、前記対象者と前記照明部との距離が30cmであるとき、 $10\text{W}/\text{m}^2$ 以上である、請求項1から7の何れか1項に記載の認証装置。

[請求項9] 対象者を照射する照明光を出射する照明部と、前記対象者の瞳孔領域及び虹彩領域を含む画像を撮像する撮像部との位置関係を調整することにより、前記照明光が前記対象者の角膜表面で直接反射した第1反射光と、前記対象者の瞼の縁部で反射した後、当該瞼との境界近傍における角膜表面で反射した光を少なくとも含む第2反射光とが、前記撮像部により撮像された画像における瞳孔領域及び虹彩領域にそれぞれ反射光の像として映り込むとき、

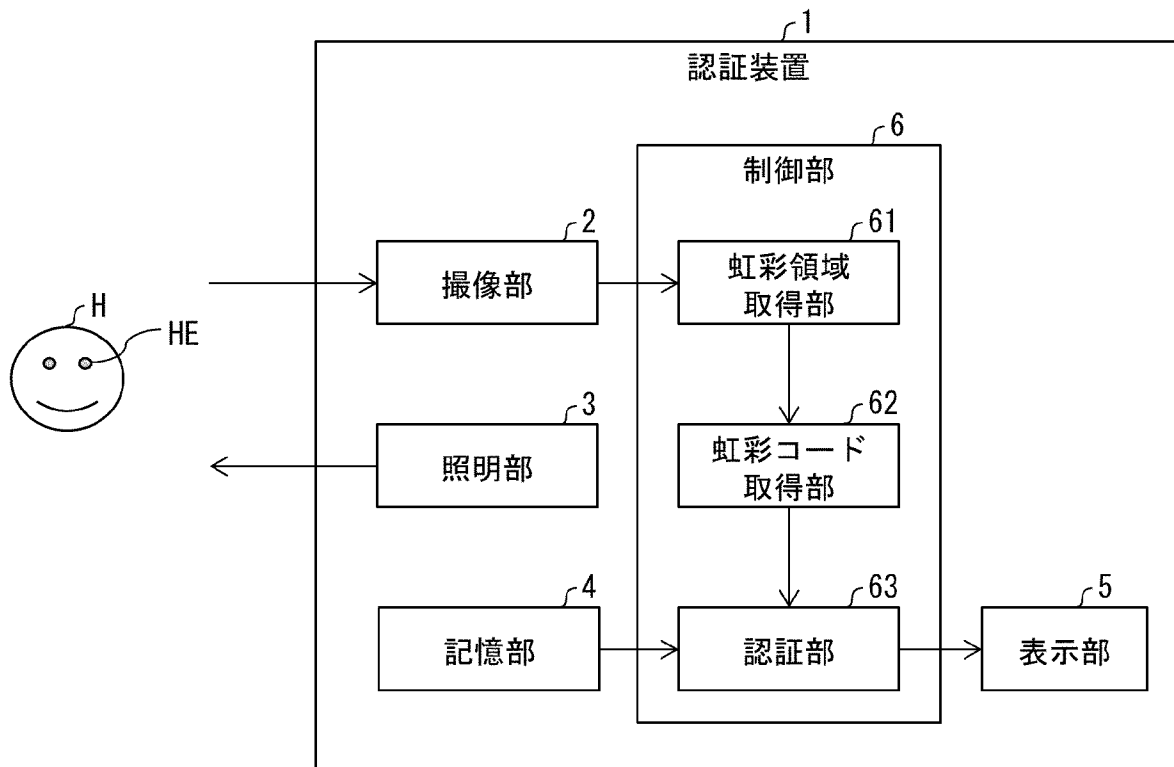
前記画像において、前記虹彩領域から前記第2反射光の像の少なくとも一部を除外した領域を、虹彩認証に用いる認証虹彩領域として取得する虹彩領域取得ステップと、

前記認証虹彩領域の画像を用いて虹彩認証を行うための虹彩コードを取得する虹彩コード取得ステップと、

前記虹彩コード取得ステップにより取得された前記虹彩コードと、記憶部に登録されている登録虹彩コードとを照合することにより、前記対象者の虹彩認証を行う認証ステップと、を含む、認証方法。

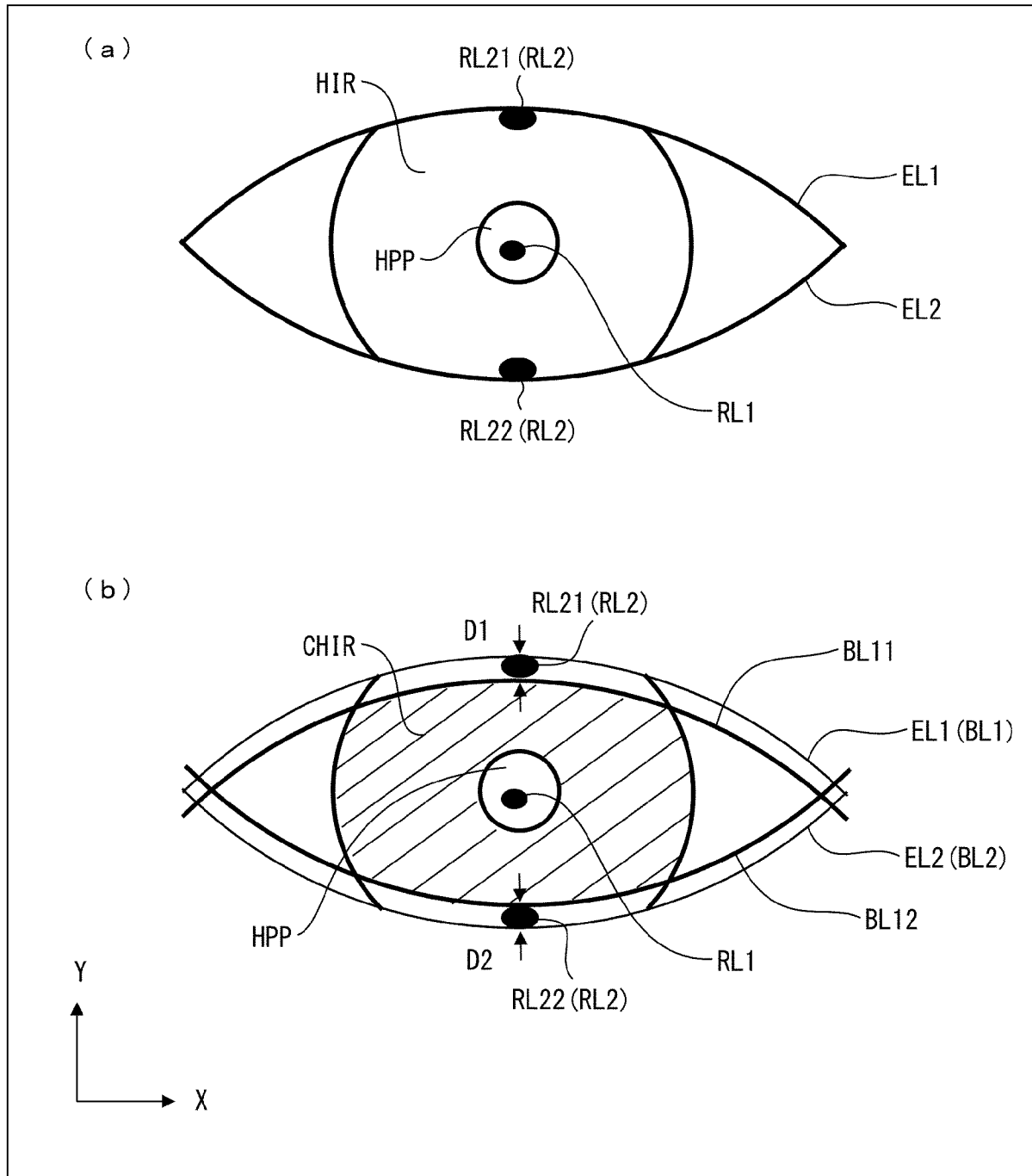
[図1]

図 1

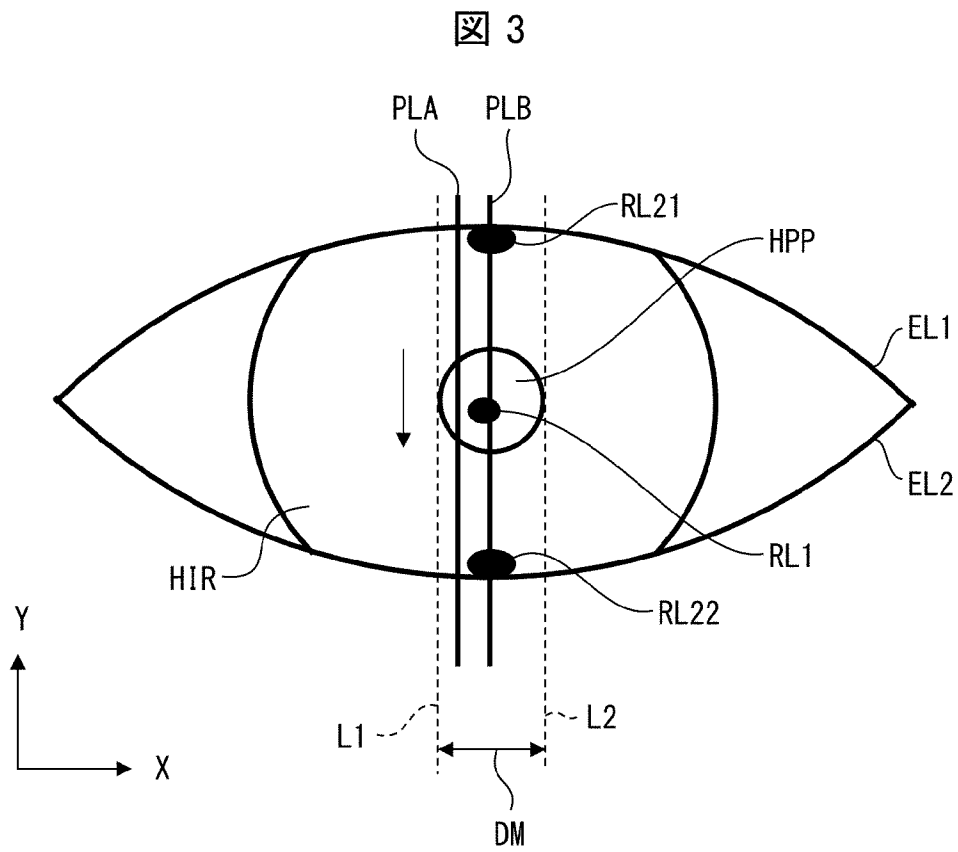


[図2]

図 2

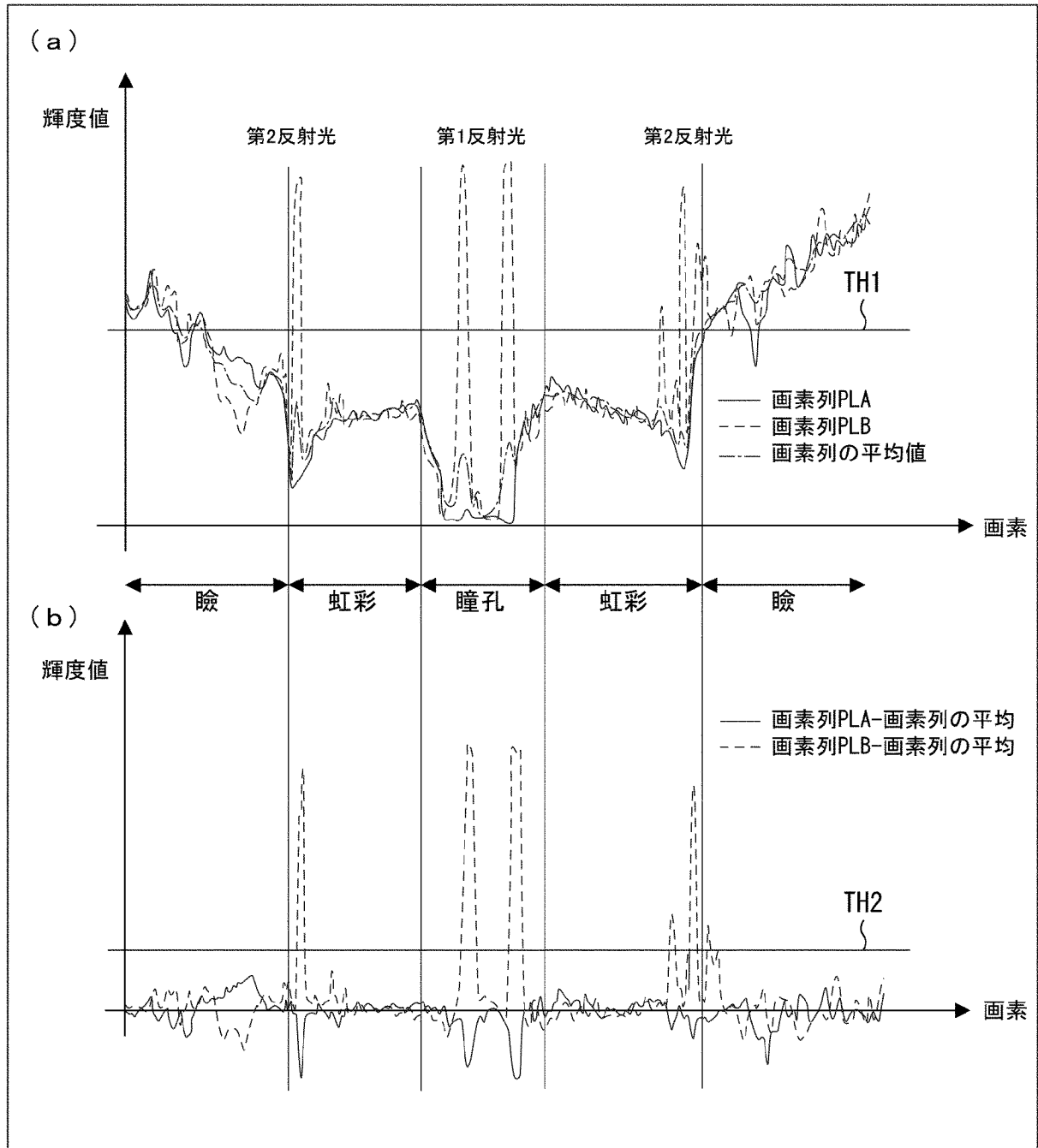


[図3]



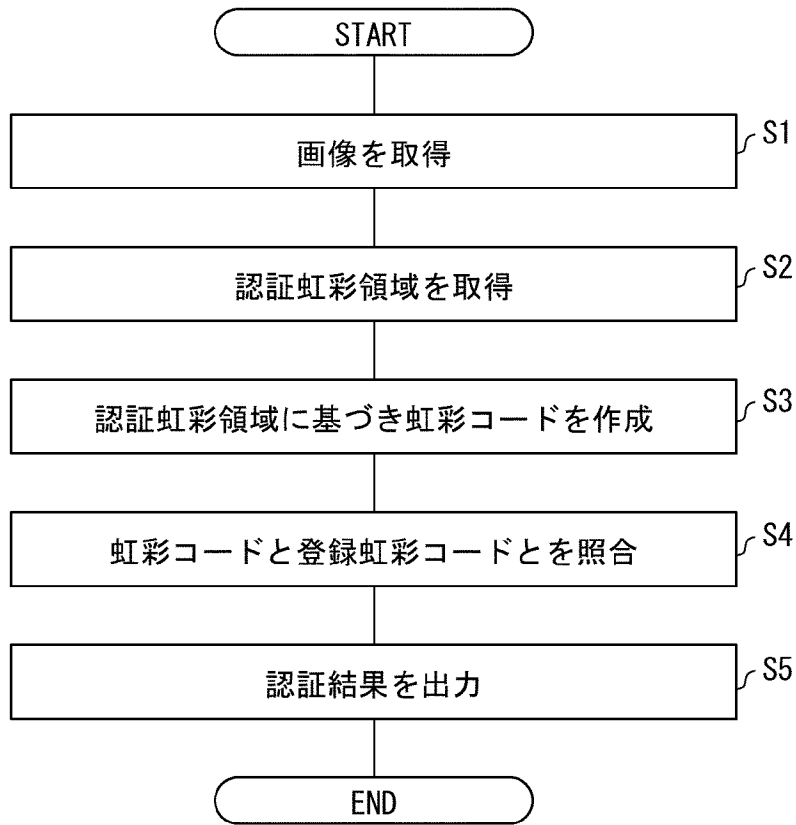
[図4]

図 4



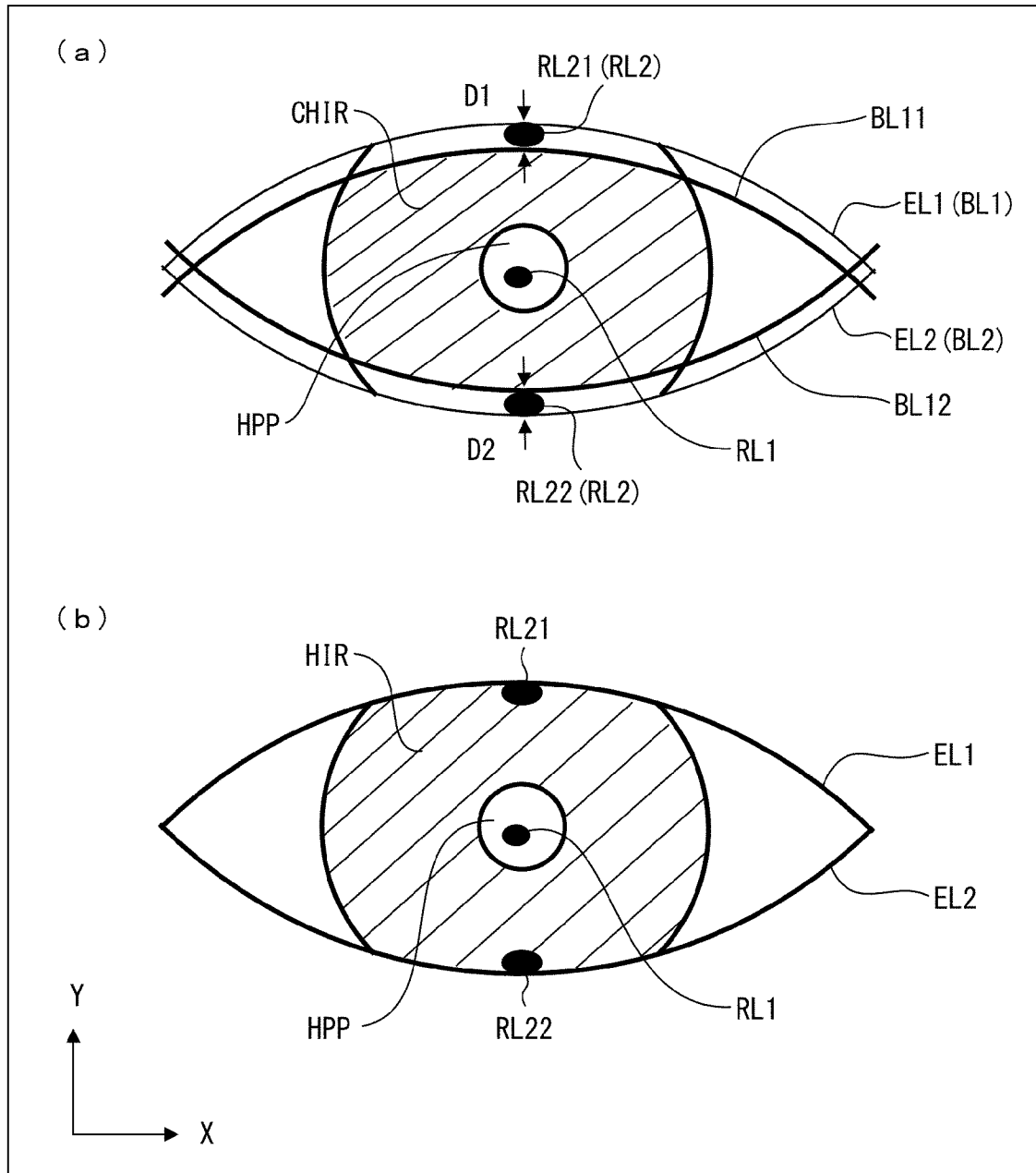
[図5]

図 5



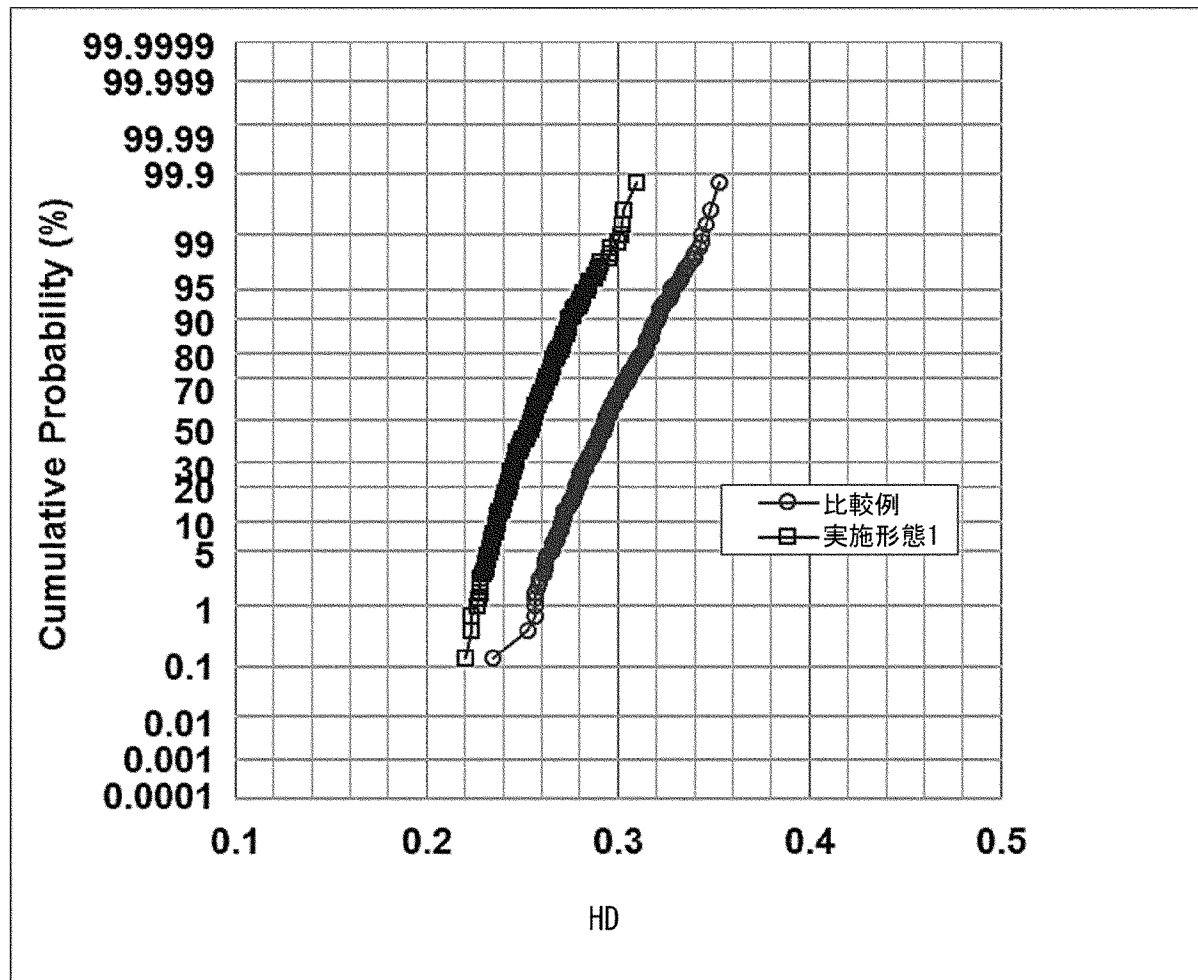
[図6]

図 6



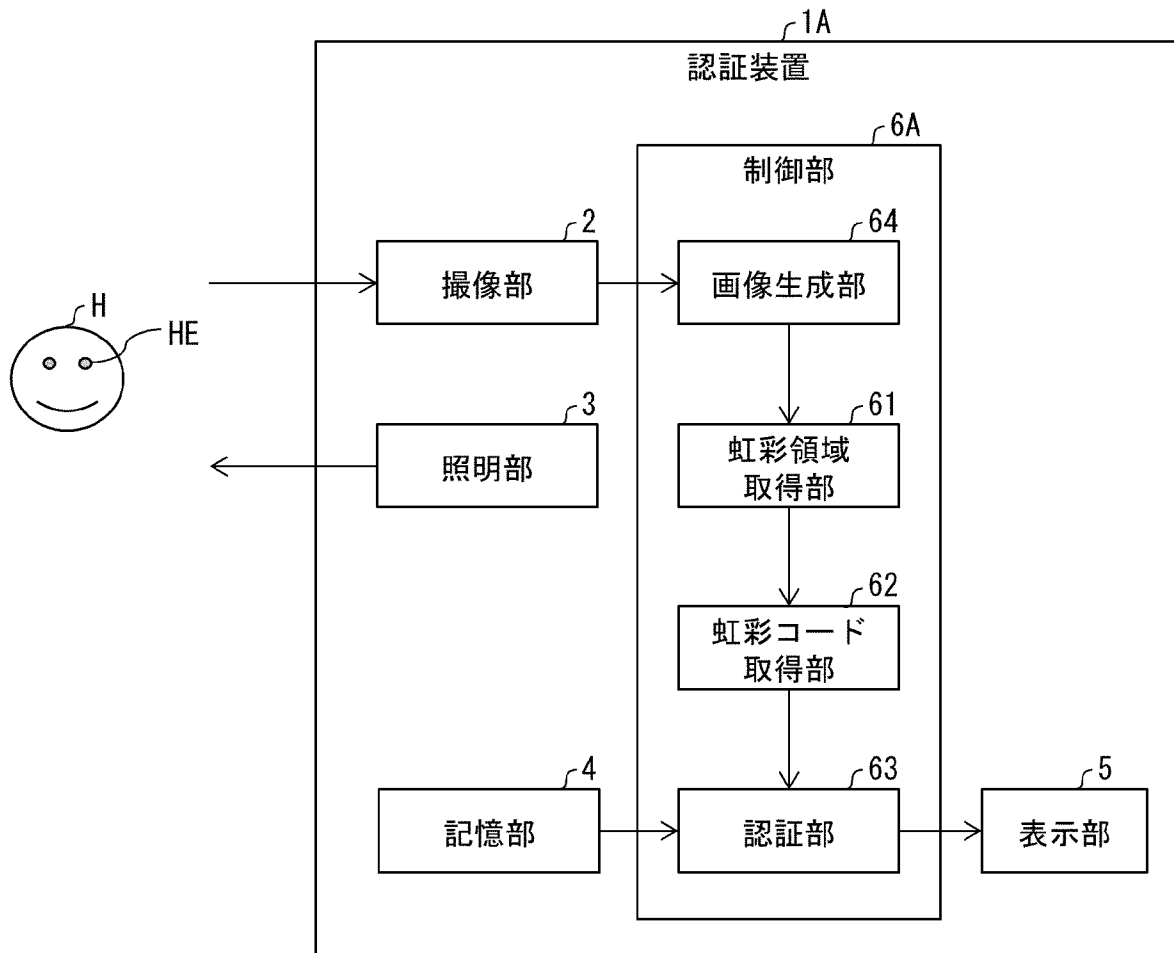
[図7]

図 7

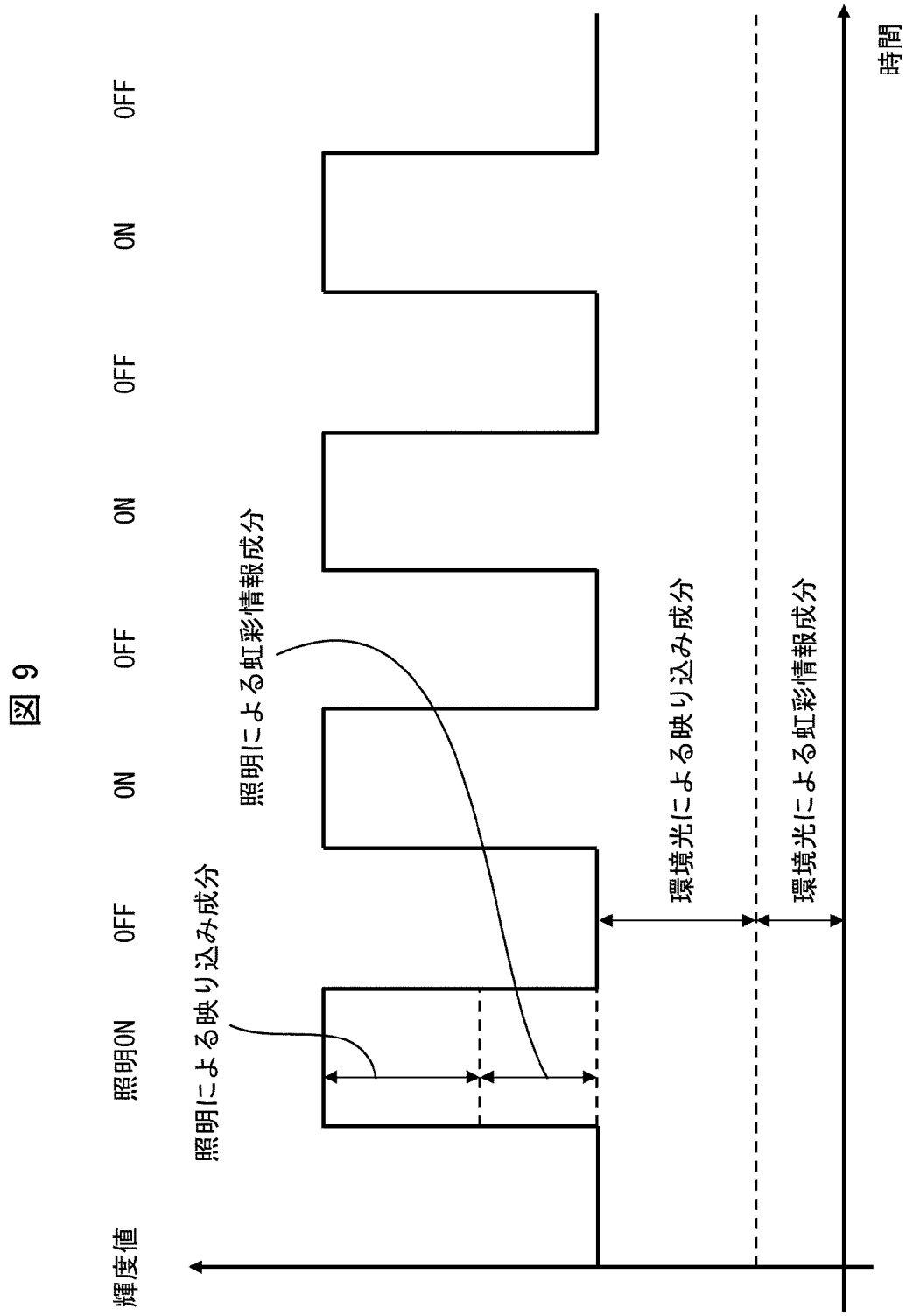


[図8]

図 8

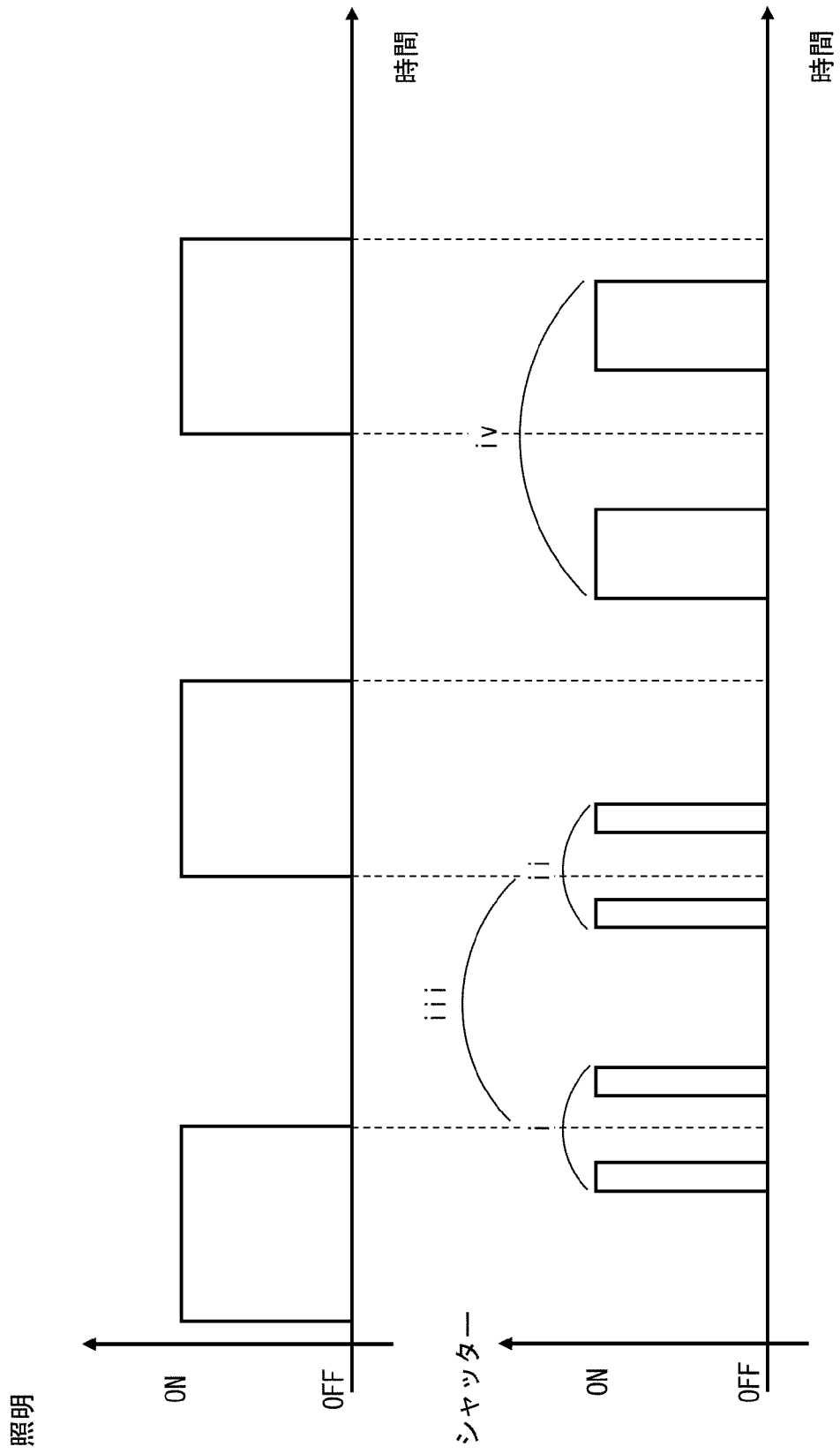


[図9]



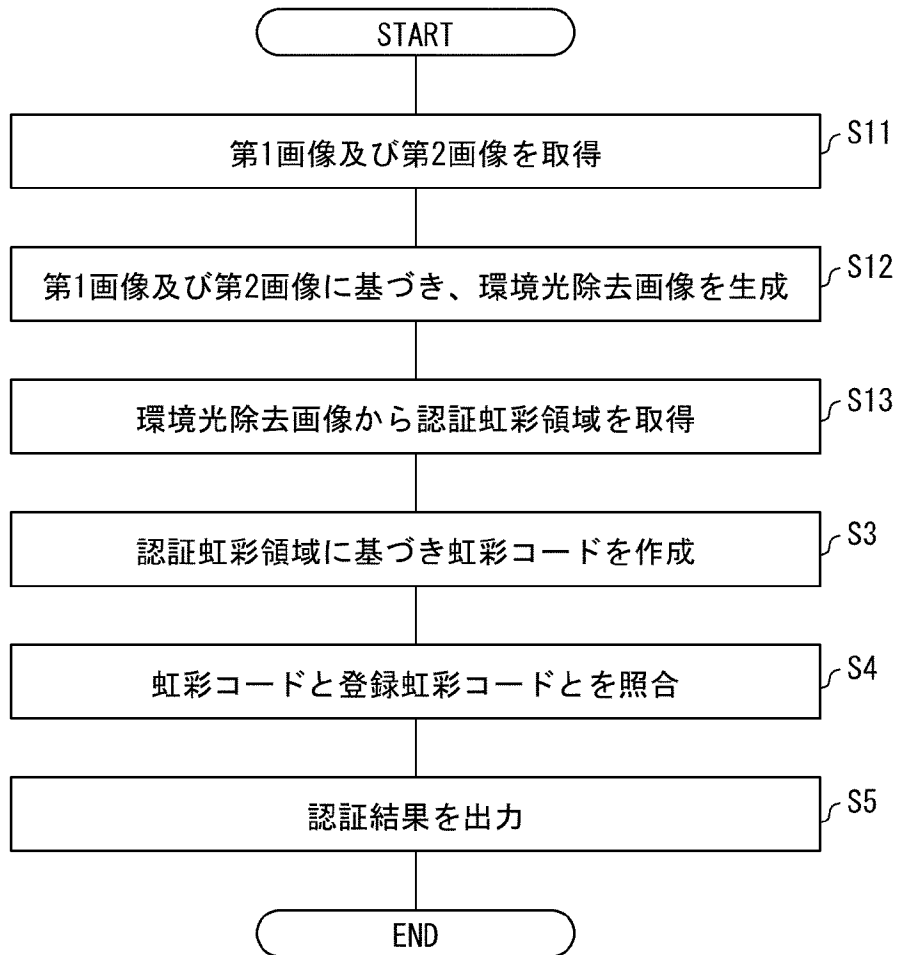
[図10]

図 10



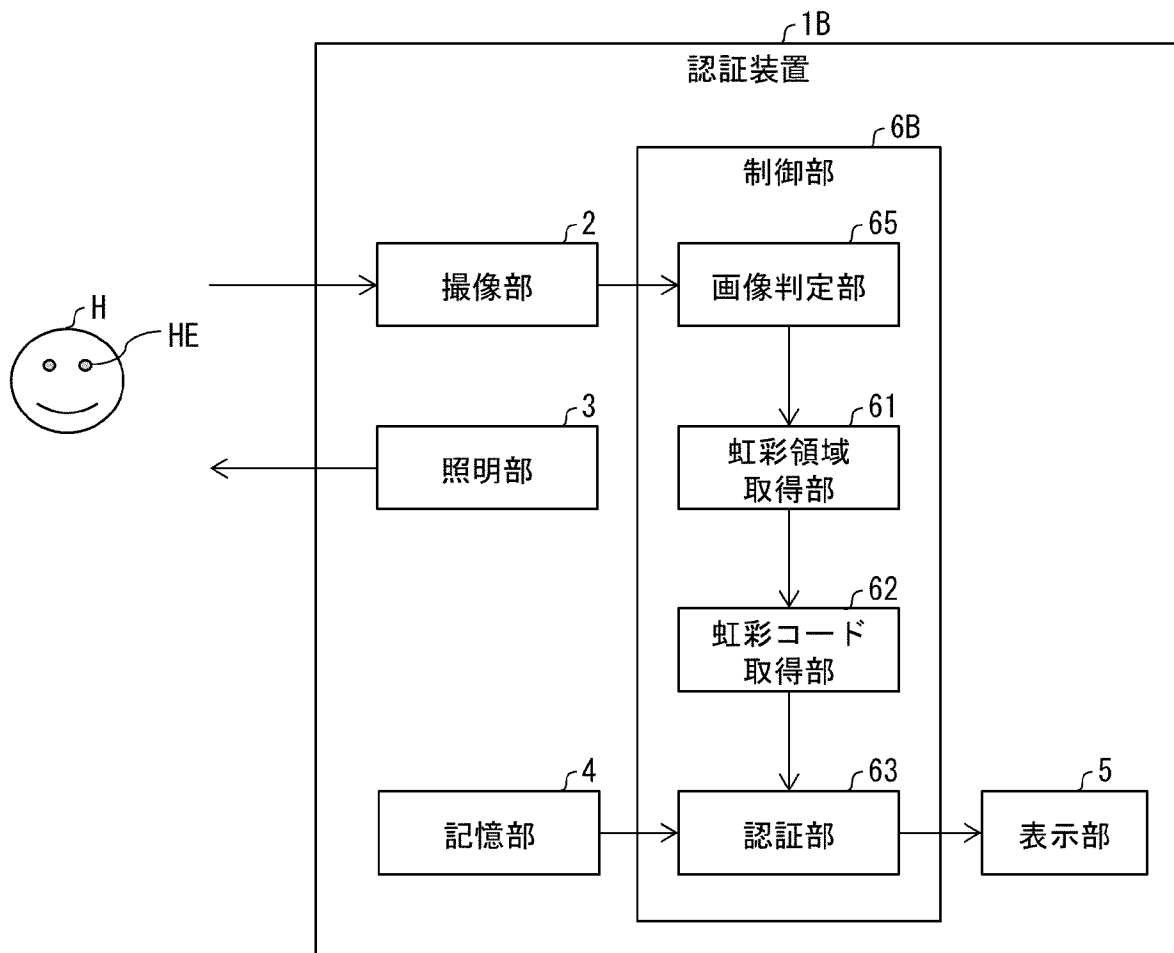
[図11]

図 11



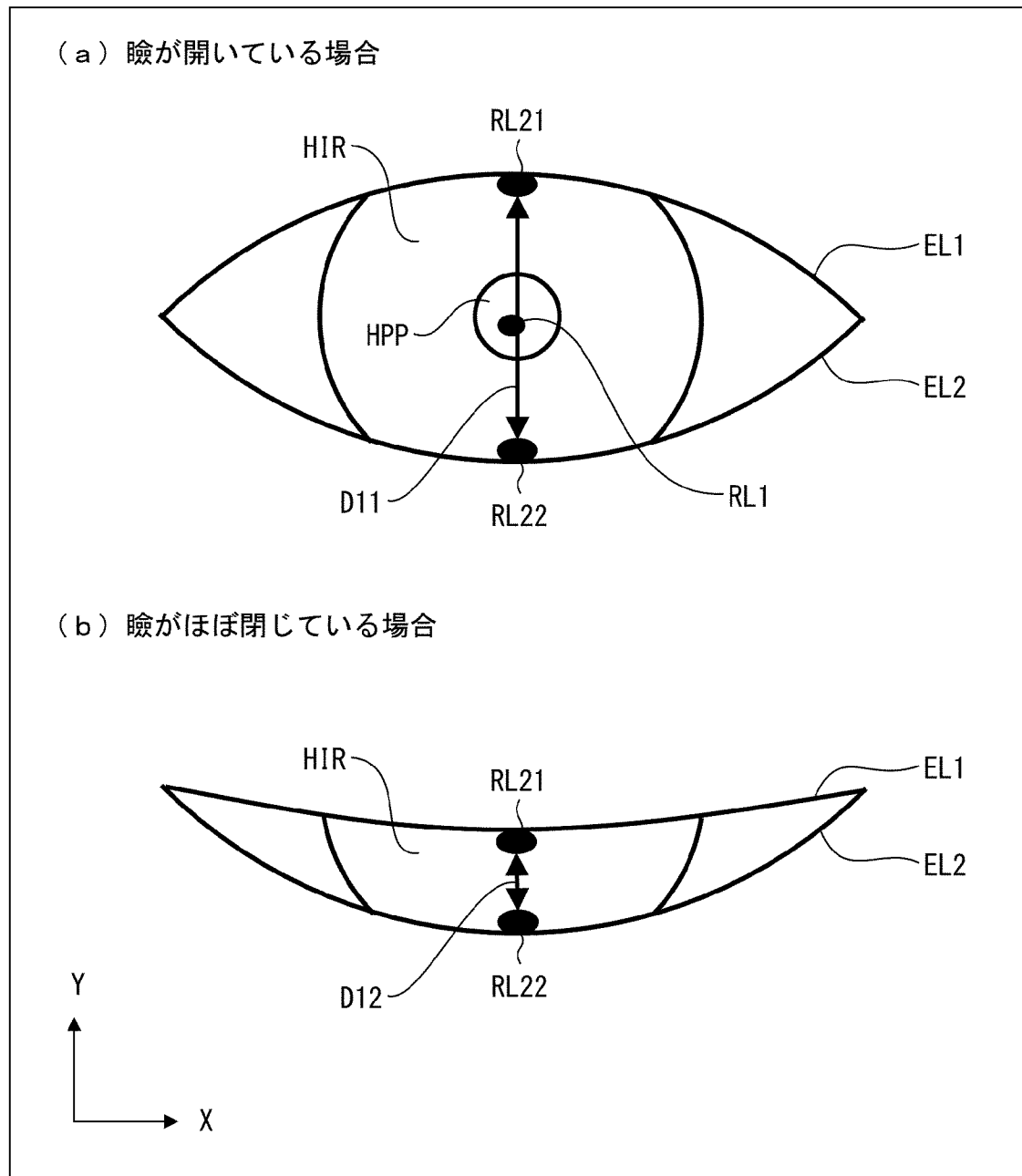
[図12]

図 12



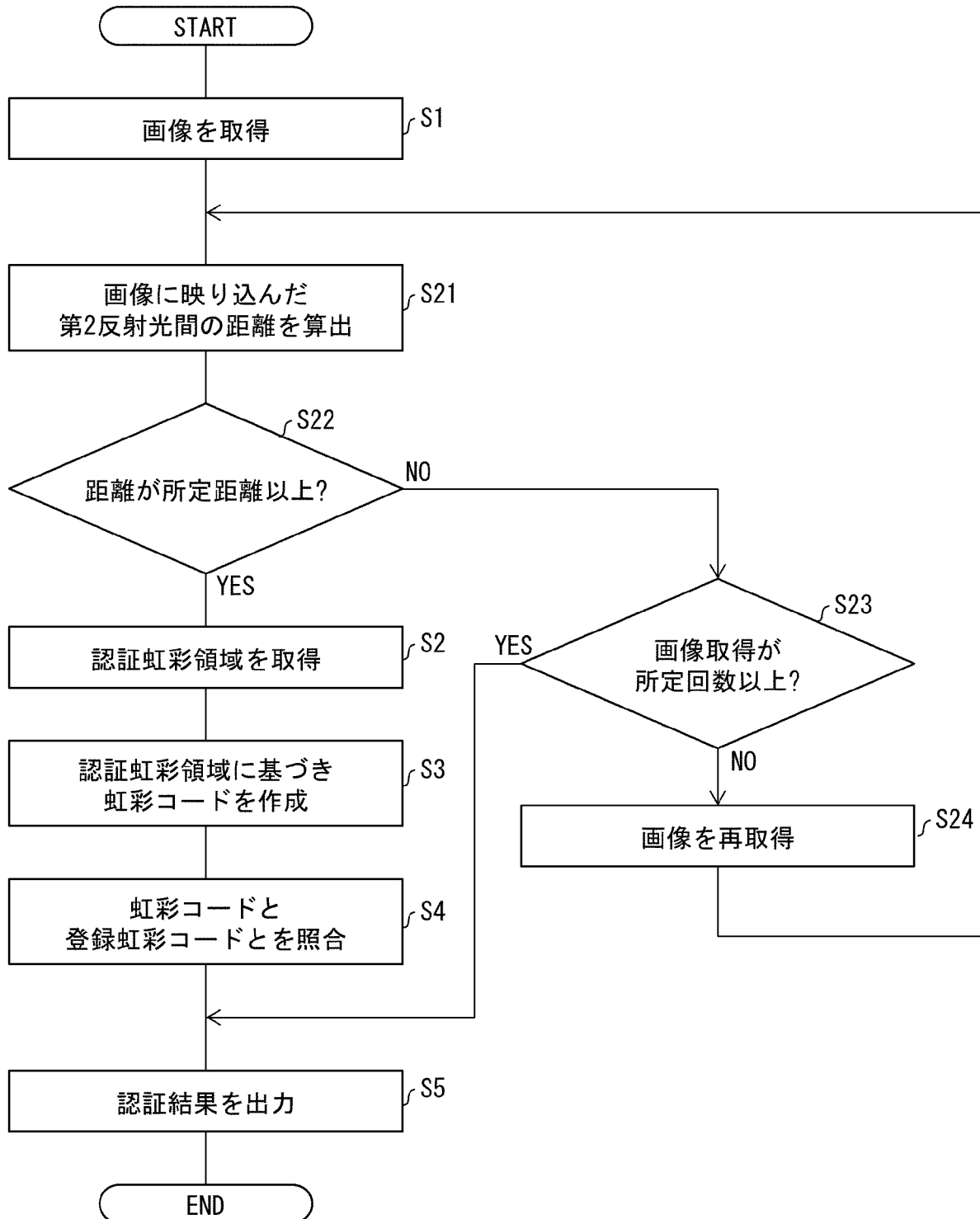
[図13]

図 13



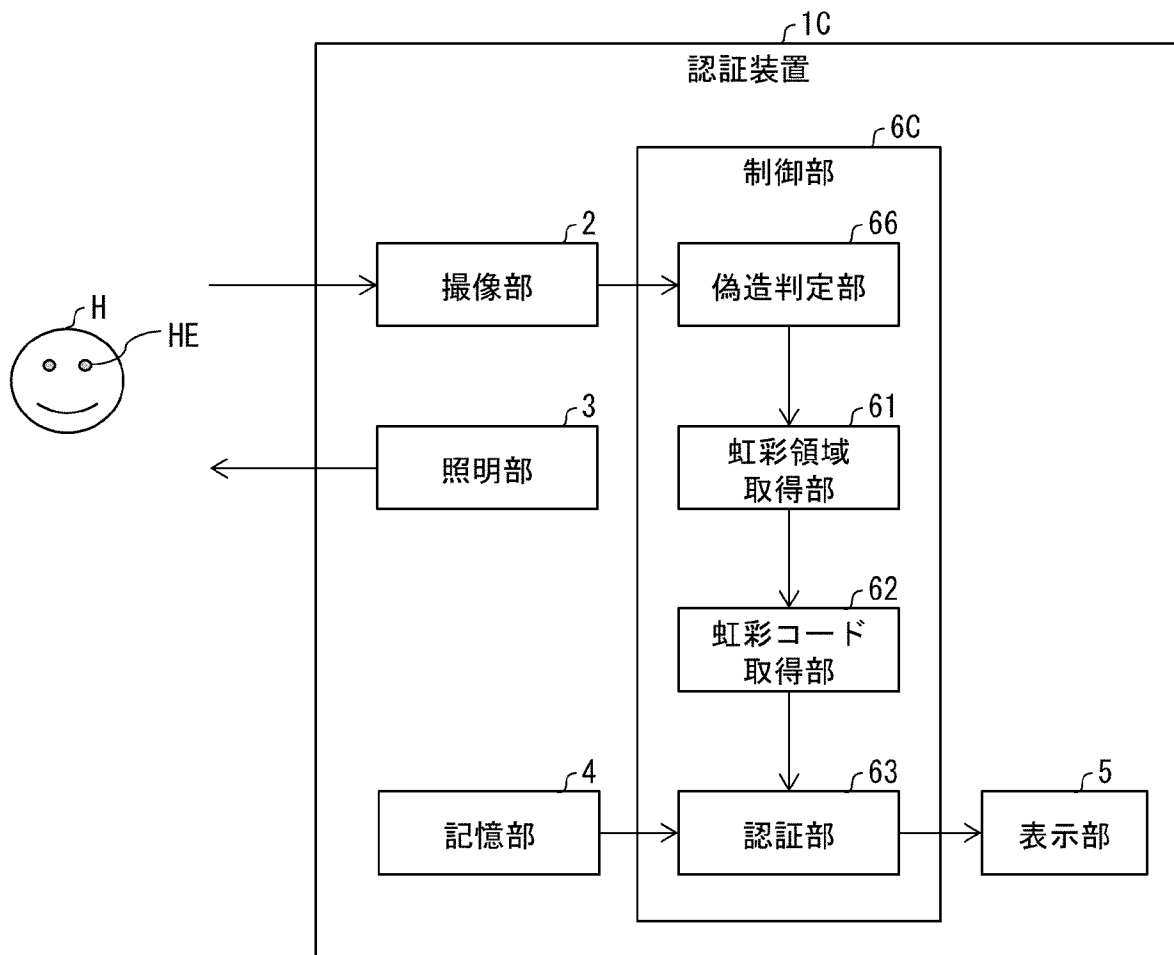
[図14]

図 14



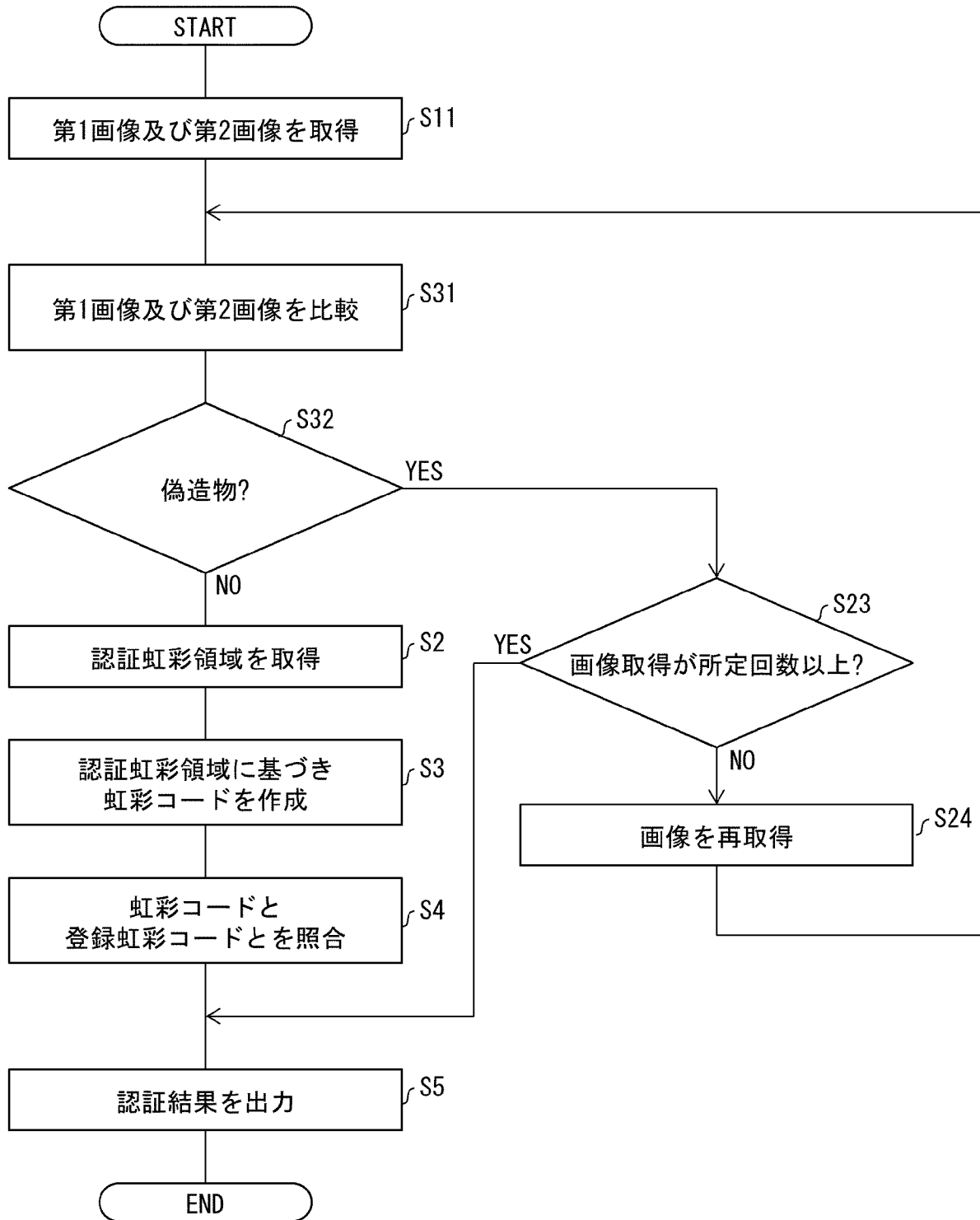
[図15]

図 15



[図17]

図 17



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/026367

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06T1/00 (2006.01) 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. G06T1/00, G06T7/00

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.
X Y A	JP 2017-530476 A (PRINCETON IDENTITY, INC.) 12 October 2017, claim 1, paragraphs [0039], [0041], [0049] & US 2017/0251366 A1, paragraphs [0061], [0063], [0071], claim 1 & WO 2016/049273 A1 & EP 3198913 A1 & KR 10-2017-0093108 A	1, 9 2, 4-5, 8 3, 6-7

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
24 September 2019 (24.09.2019)

Date of mailing of the international search report
01 October 2019 (01.10.2019)

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/JP2019/026367

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2006-512126 A (NEWCASTLE-UPON-TYNE HOSPITALS NHS TRUST) 13 April 2006, claim 2, paragraph [0016] & US 2006/0109422 A2, paragraphs [0050]-[0051] & WO 2004/058056 A1 & EP 1587414 A1	2, 4-5, 8 6
Y	JP 9-305765 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 28 November 1997, abstract (Family: none)	4-5, 8
A	JP 2004-110621 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 08 April 2004, paragraphs [0002], [0036] (Family: none)	7
A	JP 2004-206444 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 22 July 2004, entire text (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. G06T1/00(2006.01)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. G06T1/00, G06T7/00

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
X Y A	JP 2017-530476 A（プリンストン・アイデンティティ・ インコーポレーテッド）2017.10.12, [請求項1], 段落 [0039], [0041], [0049] & US 2017/0251366 A1, 段落[0061], [0063], [0071], [請求項1] & WO 2016/049273 A1 & EP 3198913 A1 & KR 10-2017-0093108 A	1,9 2,4-5,8 3,6-7

☑ 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

24.09.2019

国際調査報告の発送日

01.10.2019

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）

▲広▼島 明芳

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

5H

9853

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 A	JP 2006-512126 A (ニューキャッスルーアプオンータイム ホスピタルズ エヌエイチエス トラスト) 2006. 04. 13, [請求項2], 段落 [0016] & US 2006/0109422 A1, 段落[0050]-[0051] & WO 2004/058056 A1 & EP 1587414 A1	2, 4-5, 8 6
Y	JP 9-305765 A (沖電気工業株式会社) 1997. 11. 28, [要約] (ファミリーなし)	4-5, 8
A	JP 2004-110621 A (松下電器産業株式会社) 2004. 04. 08, 段落 [0002], [0036] (ファミリーなし)	7
A	JP 2004-206444 A (松下電器産業株式会社) 2004. 07. 22, 全文 (ファミリーなし)	1-9