

(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
2022年2月3日(03.02.2022)



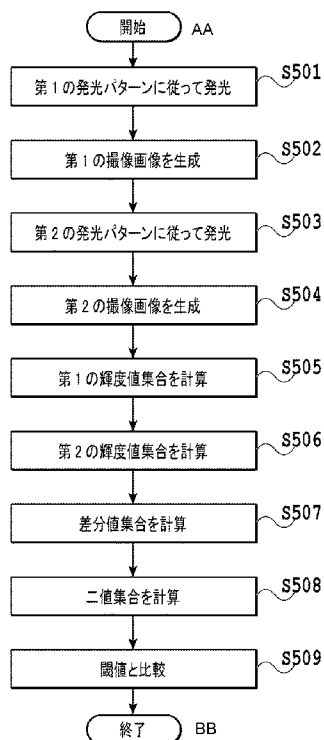
(10) 国際公開番号

WO 2022/024739 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/232 (2006.01) *G06T 7/586* (2017.01)
G06T 7/00 (2017.01) *H04N 5/225* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026194
- (22) 国際出願日: 2021年7月12日(12.07.2021)
- (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 2020-127474 2020年7月28日(28.07.2020) JP
- (71) 出願人:株式会社サイバーウェア(CYBERWARE INC.) [JP/JP]; 〒1620825 東京都新宿区神楽坂六丁目4番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 永久保 光祐(NAGAKUBO Kosuke); 〒1620825 東京都新宿区神楽坂六丁目4番地 株式会社サイバーウェア内 Tokyo (JP).
平鹿 貴文(HIRAKA Takafumi); 〒1620825 東京都新宿区神楽坂六丁目4番地 株式会社サイバーウェア内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 谷・阿部特許事務所 (TANI & ABE, P.C.); 〒1070052 東京都港区赤坂2丁目6番20号 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,

(54) Title: IMAGE DETERMINATION METHOD AND IMAGE DETERMINATION DEVICE

(54) 発明の名称: 画像判定方法および画像判定装置



S501 Emit light in accordance with first light emission pattern
S502 Generate first captured image
S503 Emit light in accordance with second light emission pattern
S504 Generate second captured image
S505 Calculate first luminance value set
S506 Calculate second luminance value set
S507 Calculate differential value set
S508 Calculate binary set
S509 Compare with threshold value
AA Start
BB End

(57) Abstract: The present invention determines whether a captured image is a real captured image or a re-captured image. A control device obtains a first captured image which is generated by capturing an image of an image capture subject illuminated in accordance with a first light emission pattern, obtains a second captured image which is generated by capturing an image of the image capture subject illuminated in accordance with a second light emission pattern, calculates a first luminance value set and a second luminance value set for the pixels in the first captured image and the second

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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)）

captured image, calculates a differential value set from the first luminance value set and the second luminance value set, and determines the luminance distribution in the differential value set.

(57) 要約：撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定する。制御装置は、第1の発光パターンに従って光が照射された撮影対象を撮影することによって生成された第1の撮像画像を取得し、第2の発光パターンに従って光が照射された撮影対象を撮影することによって生成された第2の撮像画像を取得し、第1の撮像画像および第2の撮像画像内の画素についての第1の輝度値集合および第2の輝度値集合を計算し、第1の輝度値集合と第2の輝度値集合との差分値集合を計算し、差分値集合における輝度分布を判定する。

明 細 書

発明の名称： 画像判定方法および画像判定装置

技術分野

[0001] 本開示は、画像判定方法および画像判定装置に関する。特に、本開示は、顔認証などの認証時に、人間などの実在する物体を撮影して生成された画像の代わりに、写真などを撮影して生成された画像を特定する技術に関する。

背景技術

[0002] 近年では、スマートフォンなどのコンピュータデバイスに他人が不正にログインすることを防止するために、ログイン時に生体認証を要求する技術が存在する。この生体認証の典型的な例は、顔認証である。顔認証では、ログイン時に、カメラを使用して利用者の顔を撮影して撮像画像を生成し、予め記憶された登録画像と比較する。

[0003] 顔認証は、例えば、主成分分析など、撮像画像から識別された顔の特徴および登録画像から識別された顔の特徴の共通点を分析することによって、両者が一致すると判定するアルゴリズムを使用することが多い。このようなアルゴリズムを使用する場合、写真または動画など、予め物体を撮影して生成された画像（静止画像または動画像）を更に撮影して生成された撮像画像が、登録画像と一致すると判定されることがある。

[0004] 上述したことは、悪意のある第三者が、正当な利用者から顔写真が付された所有物（運転免許証など）を不正に入手した場合、その顔写真を利用して、生体認証が要求されるいずれかのコンピュータシステムに不正ログインするおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2019／017080号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献 1 は、写真画像から顔領域の全画素について、輝度ごとに画素数（頻度）をカウントし、輝度分布の範囲を判定することによって、写真画像と実写画像とを識別する技術を開示している。特許文献 1 に記載された技術は、写真画像内の画素について、輝度ごとに画素数をカウントしているにすぎないので、例えば、高精度のカメラによって撮影された写真から生成された再撮像画像における輝度値集合は、輝度分布が大きいことがある。よって、撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定することができないことがある。

課題を解決するための手段

[0007] 一実施形態に係るコンピュータデバイスは、制御装置を含むコンピュータデバイスであって、前記制御装置は、第 1 の撮像画像を取得し、前記第 1 の撮像画像は、第 1 の発光パターンに従って光が照射された撮影対象を撮影することによって生成され、第 2 の撮像画像を取得し、前記第 2 の撮像画像は、第 2 の発光パターンに従って光が照射された前記撮影対象を撮影することによって生成され、前記第 1 の撮像画像内の画素についての第 1 の輝度値集合を計算し、前記第 2 の撮像画像内の画素についての第 2 の輝度値集合を計算し、前記第 1 の輝度値集合と第 2 の輝度値集合との差分値集合を計算し、基準輝度値に基づいて、前記差分値集合における輝度分布を判定する。

[0008] また、別の実施形態に係るシステムは、第 1 の発光パターンに従って、撮影対象に第 1 の光を照射し、第 2 の発光パターンに従って、前記撮影対象に第 2 の光を照射する発光装置と、前記第 1 の光が照射された前記撮影対象を 1 回目に撮影し、前記第 2 の光が照射された前記撮影対象を 2 回目に撮影する撮像装置と、前記 1 回目に撮影に応じて第 1 の撮像装置を生成し、前記 2 回目に撮影に応じて第 2 の撮像装置を生成し、前記第 1 の撮像画像内の画素についての第 1 の輝度値集合を計算し、前記第 2 の撮像画像内の画素についての第 2 の輝度値集合を計算し、前記第 1 の輝度値集合と第 2 の輝度値集合との差分値集合を計算し、前記差分値集合における輝度分布を判定する、制御装置と、を含む。

[0009] また、別の実施形態に係る方法は、コンピュータデバイスによって実行される方法であって、第1の撮像画像を取得するステップであって、前記第1の撮像画像は、第1の発光パターンに従って光が照射された撮影対象を撮影することによって生成される、ステップと、第2の撮像画像を取得するステップであって、前記第2の撮像画像は、第2の発光パターンに従って光が照射された前記撮影対象を撮影することによって生成される、ステップと、前記第1の撮像画像内の画素についての第1の輝度値集合を計算するステップと、前記第2の撮像画像内の画素についての第2の輝度値集合を計算するステップと、前記第1の輝度値集合と第2の輝度値集合との差分値集合を計算するステップと、前記差分値集合における輝度分布を判定するステップと、を含む。

発明の効果

[0010] 実施形態に係る画像判定システムによれば、写真などから一様に反射した光は輝度分布の小さい輝度値集合を有するので、異なる発光パターンに従って光が照射された撮影対象から2つの撮像画像の間の差分値を計算することによって、高精度に撮像画像が再撮像画像であると判定することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]コンピュータデバイスの構成例を示すブロック図である。

[図2]第1の実施形態に従った、コンピュータデバイスの論理構成の例を示すブロック図である。

[図3]実撮像画像から輝度値を計算する例を示す図である。

[図4]再撮像画像から輝度値を計算する例を示す図である。

[図5]第1の実施形態に従った、コンピュータデバイスが実行する処理の例を示すフローチャートである。

[図6]第2の実施形態に従った、コンピュータデバイスの論理構成の例を示すブロック図である。

[図7]第2の実施形態に従った、コンピュータデバイスが実行する処理の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] 以下、添付した図面を参照して、一実施形態に係る画像判定システムを詳細に説明する。画像判定システムは、例えば、顔認証において人間の顔を撮影して生成された撮像画像の代わりに、写真または動画など、予め人間の顔を撮影して生成された画像（静止画像または動画画像）を更に撮影して生成された撮像画像を特定する。画像判定システムは、例えば、顔認証を実行する前段階として、本実施形態に係る処理を実行する。

[0013] 以下、本実施形態では、写真などの画像を撮影して生成された画像を「再撮像画像」と称し、実存する人間および動物などの対象を撮影して生成された画像を「実撮像画像」と称する。また、撮影されることになる任意の物体（人間および動物など、実撮像画像の生成元の物体、ならびに静止画像または動画画像など、再撮像画像の生成元の物体を含む）を「撮影対象」と称する。

[0014] 再撮像画像を使用することによって、顔認証を実装したコンピュータシステムによって要求される認証を悪意のある第三者がなりすますことができる。本実施形態に係る画像判定システムは、このようななりすましを防止するために、撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定する。

[0015] <第1の実施形態>

まず、図1を参照して、画像判定システムの構成の例を説明する。本実施形態では、画像判定システムは、コンピュータデバイス100によって実装される。コンピュータデバイス100は、スマートフォンおよびタブレットなどの携帯型コンピュータデバイス、ラップトップ型コンピュータデバイス、ノート型コンピュータデバイス、ならびに入出ゲートで電気錠または自動ドアの開錠を行うセキュリティシステムの内蔵型コンピュータデバイスなどであってもよい。

[0016] コンピュータデバイス100は、制御装置11、メモリ12、記憶装置13、入力装置14、出力装置15、撮像装置16、および発光装置17を含む。メモリ12、記憶装置13、入力装置14、出力装置15、撮像装置1

6、および発光装置 17 はそれぞれ、内部バスを通じて制御装置 11 に結合され、制御装置 11 によって制御される。

[0017] 制御装置 11 は、プロセッサとも称され、中央処理装置（CPU）およびグラフィックプロセッシングユニット（GPU）などを含む。制御装置 11 は、上記各構成要素の制御および演算を実行する。

[0018] メモリ 12 は、制御装置 11 が処理する、コンピュータ実行可能な命令、および当該命令による演算処理後のデータなどを記憶した揮発性データ記憶装置である。メモリ 12 は、RAM（ランダムアクセスメモリ）（例えば、SRAM（スタティックRAM）およびDRAM（ダイナミックRAM））などで実装されてもよい。

[0019] 記憶装置 13 は、上述したプログラムおよび後述する閾値などを記憶した不揮発性データ記憶装置である。記憶装置 13 は、ROM（リードオンメモリ）などの不揮発性半導体メモリ、磁気記憶装置（ハードディスクドライブなど）、および光ディスクなどで実装されてもよい。なお、プログラムおよびデータベーステーブルなどのデータは、記憶装置 13 に加えまたはその代わりに、NAS（Network Attached Storage）および／またはSAN（Storage Area Network）などに記憶されてもよい。

[0020] 入力装置 14 は、ユーザがコンピュータデバイス 100 と対話する際にユーザが情報を入力することを支援する。入力装置 14 は、マウス、キーボード、およびマイクなどによって実装される。出力装置 15 も同様に、ユーザがコンピュータデバイス 100 と対話する際にユーザに情報を出力することを支援する。出力装置 15 は、ディスプレイスクリーンおよびスピーカなどによって実装される。

[0021] 撮像装置 16 は、1 つまたは複数のCCDイメージセンサまたはCMOSイメージセンサなどを含む、撮影対象を撮影するためのカメラである。撮像装置 16 が撮影して生成された画像は、再撮像画像または実撮像画像を形成する。撮像装置 16 は、高画素の画像を生成するために、より多くのイメージセンサが配列されることが望ましい。

[0022] 発光装置 17 は、撮影対象に向けて予め定められた色および／または強度を有する光を照射する。光は、いずれかの波長を有する光（可視光および赤外線などの非可視光）を含む。発光装置 17 は、例えば、図示しない LED（RGB）のアレイによって実装され、少なくとも 2 種類の光を放射する。より多くの LED が均等に配列されたアレイを発光装置 17 に設けることによって、撮影対象の全体に光が照射され、より多くの光が放射され、より鮮明な画像を生成することができる。

[0023] 本実施形態は、上述したコンピュータデバイス 100、または少なくとも制御装置 11、撮像装置 16、および発光装置 17 を含む画像判定システムによって実装される。本実施形態では、制御装置 11、撮像装置 16、および発光装置 17 が単体のコンピュータデバイス 100 において実装される例を示すが、そのような例に限定されない。例えば、撮像装置 16 および発光装置 17 はそれぞれ、単体のデバイスとして機能し、制御装置 11 を含むコンピュータデバイス 100 に結合されてもよい。

[0024] また、撮像装置 16 および発光装置 17 が結合して単体のデバイスを形成し、そのデバイスがコンピュータデバイス 100 に結合されてもよい。また、コンピュータデバイス 100 と撮像装置 16 および発光装置 17 とは、直接結合されてもよい。代わりに、コンピュータデバイス 100 と撮像装置 16 および発光装置 17 とは、ネットワークを介して接続されてもよい。この場合、コンピュータデバイス 100 は、図示しない通信装置（LAN アダプタなど）を含む。

[0025] 次に、図 2 を参照して、制御装置 11 が実装する、コンピュータデバイス 100 の論理構成（論理モジュール）の例を説明する。論理モジュールの各々は、制御装置 11 が記憶装置 13 に記憶されたプログラムを実行することによって、本実施形態に係る処理を実行する。なお、図 2 に示す論理モジュールは、例示にすぎない。

[0026] 制御装置 11 は、論理モジュールとして、発光制御部 11a、発光パターン決定部 11b、画像生成部 11c、輝度値計算部 11d、輝度値判定部 1

1 e、および閾値決定部 1 1 f を実装する。

[0027] 発光制御部 1 1 a は、発光装置 1 7 に対し、撮影対象に向けて予め定められた色および／または強度を有する光を照射するよう指示する信号を送信する。発光装置 1 7 は、発光制御部 1 1 a からの信号に従って、撮影対象に向けて光を照射する。また、発光制御部 1 1 a は、発光装置 1 7 に対し、光の発光タイミングおよび／または単位時間当たりの発光回数を指示する信号を送信する。

[0028] 発光パターン決定部 1 1 b は、発光装置 1 7 が発光する光の色および／または強度、ならびに発光タイミングおよび／または単位時間当たりの発光回数を決定する。これらの光の色、強度、および発光タイミングなどを、以下では発光パターンと称する。発光パターン決定部 1 1 b は、記憶装置 1 3 に記憶され、予め定められた発光パターンに基づいて発光パターンを決定してもよく、またはランダムに発光パターンを決定してもよい（例えば、乱数を生成し、乱数に基づいて色などを決定する）。発光パターン決定部 1 1 b が発光パターンを決定すると、発光パターンを発光制御部 1 1 a に送信する。

[0029] 画像生成部 1 1 c は、撮像装置 1 6 が撮影対象を撮像することによって生成した撮像信号を受信し、撮像信号に基づいて撮像画像を生成する。後述するように、撮像装置 1 6 は、発光装置 1 7 が撮影対象に向けて発光した状態で、撮影対象を撮影する。よって、画像生成部 1 1 c によって生成された撮像画像内の画素について計算された輝度値は、発光装置 1 7 が発光した光の色成分に対応する輝度値が加算される。

[0030] 本実施形態では、画像生成部 1 1 c は、少なくとも 2 つの撮像画像を生成する。1 つ目の撮像画像（第 1 の撮像画像）は、第 1 の発光パターンに従って、発光装置 1 7 が撮影対象に向けて照射した状態で撮影対象を撮影することによって生成される。2 つ目の撮像画像（第 2 の撮像画像）は、第 2 の発光パターンに従って、発光装置 1 7 が撮影対象に向けて照射した状態で撮影対象を撮影することによって生成される。

[0031] 輝度値計算部 1 1 d は、第 1 の撮像画像および第 2 の撮像画像のそれぞれ

に対し、画像の全領域または一部の領域（つまり、予め定められた領域、以下、「対象領域」と称する）内の画素についての輝度値集合を計算し、第1の撮像画像についての輝度値集合と第2の撮像画像についての輝度値集合との差分値（差分値集合）を計算する。また、輝度値計算部11dは、差分値集合（または、第1の輝度値集合および／もしくは第2の輝度値集合）から頬および顎などに相当する領域（特徴的領域）を判定する。更に、輝度値計算部11dは、計算した差分値集合から、予め定められた割合（例えば、計算した差分値集合の15%）の差分値（輝度値）を二値化する。

[0032] 輝度値判定部11eは、二値化した値から連結成分を判定し、その連結成分が特徴的領域に位置するかどうかを判定する。連結成分が特徴的領域に位置するかどうかの判定は、連結成分から輝度における重心位置を判定し、重心位置が特徴的領域に位置するかを判定することによって行われる。また、輝度値判定部11eは、特徴的領域に位置する連結成分が、予め定められた閾値を上回るか否かを判定する。連結成分とは、二値化した二値集合の中で、相互に連結した同一の値を有する画素の集合に相当する。輝度値判定部11eは、連結成分が閾値を上回ると判定した場合、撮像画像が再撮像画像に相当すると判定する。この場合、例えば、悪意のある第三者が、顔認証において写真などを利用してなりすましを試みていると判定する。

[0033] 閾値決定部11fは、上述した閾値を決定する。閾値決定部11fは、記憶装置13の閾値データベース11gに記憶された予め定められ閾値に基づいて閾値を決定してもよい。この閾値は、例えば、顔認証に対しては、人間の顔の凹凸などに応じて実験から得られた値であってもよく、認証を受ける個人ごとに閾値が定められてもよく、または特定の人種などの特定のグループごとに閾値が定められてもよい。

[0034] 次に、図3を参照して、輝度値計算部11dが、実存する人間（撮影対象）から生成された2つの撮像画像（実撮像画像）に対して画素値を計算する例を説明する。上述したように、画像生成部11cは、第1の発光パターンに従って、発光装置17が撮影対象に向けて照射した状態で撮影対象を撮影

することによって1つ目の撮像画像を生成する。この撮像画像を「第1の（実）撮像画像」と称する。図3に示す例では、第1の撮像画像 L_{11} は、発光装置17が赤色光を撮影対象に照射した状態で撮影対象を撮影することによって生成される。

[0035] また、画像生成部11cは、第2の発光パターンに従って、発光装置17が撮影対象に向けて照射した状態で撮影対象を撮影することによって2つ目の撮像画像を生成する。この撮像画像を「第2の（実）撮像画像」と称する。図3に示す例では、第2の撮像画像 L_{12} は、発光装置17が黒色光を撮影対象に照射した状態で撮影対象を撮影することによって生成される。

[0036] 輝度値計算部11dは、第1の撮像画像 L_{11} の対象領域内の全ての画素についての輝度値、つまり、第1の撮像画像 L_{11} についての輝度値集合を計算する。この輝度値集合を「第1の輝度値集合」と称する。また、輝度値計算部11dは、第2の撮像画像 L_{12} の対象領域内の全ての画素についての輝度値、つまり、第2の撮像画像 L_{12} についての輝度値集合を計算する。この輝度値集合を「第2の輝度値集合」と称する。

[0037] 輝度値は、式（1）に従って、各々の画素RGB値を加重平均することによって計算される。式（1）において使用される係数（Rに対する0.298912、Gに対する0.586611、およびBに対する0.114478）は、人間の眼がそのように見えるという経験則から導出されている。

$$\text{輝度値} = 0.298912 \times R + 0.586611 \times G + 0.114478 \times B$$

式（1

）

[0038] 次に、輝度値計算部11dは、第1の輝度値集合と第2の輝度値集合との差分値、つまり、実撮像画像についての各々の画素についての輝度値の差分値（差分値集合）を計算する。また、輝度値計算部11dは、差分値集合（または、第1の輝度値集合および／もしくは第2の輝度値集合）から特徴的領域を判定する。

[0039] 各々の画素についての差分値は、基本的には、第1の発光パターン（赤色光）に従って照射した光と第2の発光パターン（黒色光）に従って照射した光とのコントラストに対応する輝度値に相当するが、撮影対象に照射した光の反射特性に応じて、この輝度値は変化する。例えば、人間の顔は、凹凸を有するため、顔に照射した光は非一様に反射するので、実撮像画像（人間の顔を撮影することによって生成された）から計算された差分値集合は、様々な輝度値を有する。

[0040] 図3に、実撮像画像についての差分値集合に基づいて生成された差分値画像 D_{1L} を示す。なお、差分値画像 D_{1L} は、実際に出力装置15などに表示されるものではないが、理解を容易にするために、図3では、差分値集合に基づいて生成された画像を示している。

[0041] 図3に示すように、差分値画像 D_{1L} についての背景部分の領域は、ほとんど見えない状態である。背景は、顔の凹凸などと比較して平坦であるため、照射された光を一様に反射する。よって、実撮像画像についての差分値集合のうち背景領域に対応する差分値は、上述したコントラストに対応する輝度値と同程度の輝度値しか有さない。一方で、差分値画像 D_{1L} についての顔部分の領域は、背景部分の領域と比較して、人間の顔の形状を認識することができる。これは、顔の凹凸などに照射された光が非一様に反射するため、差分値が、上述したコントラストに対応する輝度値に加え、様々な輝度値を反映した値を有するからである。

[0042] 次に、輝度値計算部11dは、差分値集合のうち、予め定められた割合（例えば、15%）の差分値集合を、予め定められた輝度値に基づいて二値化する、つまり、二値集合を計算する。予め定められた輝度値とは、差分値集合を二値化するための基準となる輝度値（以下、「基準輝度値」と称する）であり、少なくとも第1の発光パターンに従って照射した光と第2の発光パターンに従って照射した光とのコントラストに対応する輝度値以上の値である。基準輝度値は、例えば、差分値集合の平均値または平均値よりも増減した値であってもよい。次に、輝度値判定部11eは、二値集合から連結成分

を判定し、その連結成分が特徴的領域に位置するかを判定する。

[0043] また、基準輝度値は、例えば、式（２）に従って導出されてもよい。

$$\text{基準輝度値} = (C I_1 - C I_2) + \alpha \quad \text{式（２）}$$

なお、 $C I_1 - C I_2$ により計算された値は、上述したコントラストに対応する輝度値に相当する。

[0044] $C I_1$ は、第１の発光パターン（図３の例では、赤色光）に従って、例えば、白い壁など無地かつ平坦な物体に光を照射し、その物体を撮影して生成された画像内の画素から計算された輝度値である。この輝度値は、画像内の特定の画素についての輝度値であってもよく、または特定の複数の画素についての輝度値の平均であってもよい。 $C I_1$ は、第１の発光パターンと共に、実験的な計算を通じて得られた予め定められた値であり、記憶装置１３に記憶されている。

[0045] $C I_2$ は、第２の発光パターン（図３の例では、黒色光）に従って、例えば、白い壁など無地かつ平坦な物体に光を照射し、その物体を撮影して生成された画像内の画素から計算された輝度値である。この輝度値は、画像内の特定の画素についての輝度値であってもよく、または特定の複数の画素についての輝度値の平均であってもよい。 $C I_2$ は、第１の発光パターンと共に、実験的な計算を通じて得られた予め定められた値であり、記憶装置１３に記憶されている。

[0046] α は、例えば、あらゆる人の顔を撮影することによって生成された再撮像画像から輝度値集合を計算し、その輝度値集合の平均値であってもよい。 α は、実験的な計算を通じて得られた予め定められた値である。このようにして、基準輝度値は、記憶装置１３に予め記憶されてもよい。

[0047] 図３に、実撮像画像についての二値集合から連結成分のみの画像を示した二値画像 $B I_L$ を示す。なお、二値画像 $B I_L$ は、実際に出力装置１５などに表示されるものではないが、理解を容易にするために、図３では、二値集合における連結成分のみに基づいて生成された画像を示している。

[0048] 図３に示すように、二値画像 $B I_L$ は、特徴的領域（頬および顎など）しか

認識することができない。これは、実撮像画像においては、特徴的領域内の輝度値が局所的に高く、特徴的領域および特徴的領域に近傍した領域のみが基準輝度値を上回り、基準輝度値を上回る輝度値を有する近傍した画素のみが二値画像 B_{1L} に表れるからである。つまり、撮影対象から反射した光の反射特性に応じて、上述したコントラストに対応する輝度値よりも所定の値だけ上回る輝度値を有する近傍した画素のみが二値画像 B_{1L} に表れる。

[0049] 次に、図4を参照して、輝度値計算部11dが、静止画像または動画像（撮影対象）から生成された2つの撮像画像（再撮像画像）に対して画素値を計算する例を説明する。上述したように、画像生成部11cは、第1の発光パターンに従って、発光装置17が撮影対象に向けて照射した状態で撮影対象を撮影することによって第1の（再）撮像画像を生成する。図3に示す例では、第1の撮像画像 R_{11} は、発光装置17が赤色光を撮影対象に照射した状態で撮影対象を撮影することによって生成される。

[0050] また、画像生成部11cは、第2の発光パターンに従って、発光装置17が撮影対象に向けて照射した状態で撮影対象を撮影することによって第2の（再）撮像画像を生成する。図3に示す例では、第2の撮像画像 R_{12} は、発光装置17が黒色光を撮影対象に照射した状態で撮影対象を撮影することによって生成される。

[0051] 輝度値計算部11dは、第1の撮像画像 R_{11} 内の対象領域の全ての画素についての第1の輝度値集合を計算する。また、輝度値計算部11dは、第2の撮像画像 R_{12} の対象領域内の全ての画素についての第2の輝度値集合を計算する。輝度値は、上述した式（1）に従って計算されてもよい。

[0052] 次に、輝度値計算部11dは、再撮像画像についての各々の画素についての輝度値の差分値（差分値集合）を計算する。また、輝度値計算部11dは、差分値集合（または、第1の輝度値集合および／もしくは第2の輝度値集合）から特徴的領域を判定する。図4に、再撮像画像についての輝度値の差分値集合に基づいて生成された差分値画像 D_{1R} を示す。なお、差分値画像 D_{1R} は、実際に出力装置15などに表示されるものではないが、理解を容易に

するために、図4では、差分値集合に基づいて生成された画像を示している。

[0053] 図4に示すように、差分値画像 $D I_R$ は、ほとんど見えない状態である。写真および動画などの面は、人間など実存する物体の面と比較して平坦であるため、照射された光を一様に反射する。よって、再撮像画像から計算された差分値集合は、実撮像画像から計算された差分値集合と比較して、全体的に上述したコントラストに対応する輝度値と同程度の輝度値しか有さない画素が多い（つまり、輝度分布の範囲が小さい）。

[0054] 次に、輝度値計算部11dは、差分値集合のうち、予め定められた割合（例えば、15%）の差分値集合を、基準輝度値に基づいて二値化する、つまり、二値集合を計算する。基準輝度値は、差分値集合の平均値もしくは平均値よりも増減した値であってもよく、または上述した式（2）に従って導出されてもよい。次に、輝度値判定部11eは、二値集合から連結成分を判定し、その連結成分が特徴的領域に位置するかを判定する。

[0055] 図4に、実撮像画像についての二値集合から連結成分のみの画像を示した二値画像 $B I_R$ を示す。なお、二値画像 $B I_R$ は、実際に出力装置15などに表示されるものではないが、理解を容易にするために、図4では、二値集合における連結成分のみに基づいて生成された画像を示している。

[0056] 図4に示すように、二値画像 $B I_R$ は、ほとんど見えない状態である。これは、上述したように、再撮像画像は、実撮像画像と比較して上述したコントラストに対応する輝度値と同程度の輝度値しか有さない画素が多く、上述したコントラストに対応する輝度値よりも所定の値だけ上回る輝度値を有する近傍した画素が少ないからである。

[0057] 図3に示した実撮像画像から計算された二値集合、および図4に示した再撮像画像から計算された二値集合を比較すると、実撮像画像から計算された二値集合は、再撮像画像から計算された二値集合と比較して、特徴的領域に連結成分を多く含む。これは、実撮像画像の生成元の物体（人間の顔など）は、特徴的領域に凹凸などを有し、その凹凸などに照射した光は非一様に反

射し、様々な輝度値を有することになるからである。

[0058] 図3および図4を参照して説明したように、実撮像画像から計算された二値集合は、再撮像画像から計算された二値集合と比較して、特徴的領域に連結成分を多く含む。よって、両者の特徴的領域における連結成分の数は大きく異なる。このことから、再撮像画像から計算された二値集合における連結成分の数は、実撮像画像から計算された二値集合における連結成分の数を大きく下回り、再撮像画像から計算された二値集合における連結成分の数が予め定められた閾値を下回る場合、撮像画像が再撮像画像であると判断することができる。

[0059] 本実施形態では、撮影対象に照射した光の反射特性に応じて、実撮像画像と再撮像画像との間で輝度値の差異が生じることに着目して、上述した手順によって両者の輝度値から撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定する。

[0060] なお、本実施形態では、第1の発光パターンは、赤色を有する光に対応し、第2の発光パターンは、黒色を有する光に対応するが、そのようなパターンに限定されない。第1の発光パターンおよび第2の発光パターンは、相互の光がある程度のコントラストを有するように、相互に異なる色および／または強度を有する光に対応する。

[0061] 第1の発光パターンおよび第2の発光パターンは、双方のパターンに従って放射される光のコントラストが高い方が望ましい。第1の発光パターン（第1の色および／または強度を有する光を放射する）および第2の発光パターン（第2の色および／または強度を有する光を放射する）の組み合わせは、予め定められもよい。この場合、予め定められたパターンの組み合わせが記憶装置13に記憶され、発光パターン決定部11bがその値を読み出す。

[0062] また、上述した予め定められた割合は、その値が小さいほど、2つの撮像画像について多くの画素についての差分値を計算することになる。これは、制御装置11（輝度値計算部11d）に対する計算負荷を増大させることになるが、撮像画像が再撮像画像であると判断する精度も増加する。一方、予

め定められた割合の値が大きいほど、2つの撮像画像について少ない画素についての差分値を計算することになる。これは、制御装置11（輝度値計算部11d）に対する計算負荷を減少させることになるが、撮像画像が再撮像画像であると判断する精度も低下する。

[0063] 上述した第1の発光パターンに従って撮影対象に向けて照射される光と第2の発光パターンに従って撮影対象に向けて照射される光とのコントラストが高いほど、上述した予め定められた割合が大きくても、撮像画像が再撮像画像であると判断する精度は低下しない。よって、第1の発光パターンと第2の発光パターンとの組み合わせに従って、例えば、表1に示すように、上述した割合が予め定められてもよい。表1に示す値は、実験的に得られた値であってもよい。

[0064] [表1]

パターンの組み合わせ	割合
第1の発光パターン：赤色光	15%
第2の発光パターン：黒色光	
第1の発光パターン：白色光	20%
第2の発光パターン：黒色光	
...	

[0065] また、上述した基準輝度値も、上述した第1の発光パターンに従って撮影対象に向けて照射される光と第2の発光パターンに従って撮影対象に向けて照射される光とのコントラストに応じて適切な値（上述した式（2）における $(C_{I1} - C_{I2})$ ）が定められるものである。よって、第1の発光パターンと第2の発光パターンとの組み合わせに従って、上述した基準輝度値が予め定められてもよい。

[0066] 更に、撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定するための基準となる閾値は、例えば、人間の顔の凹凸など、顔の特性に応じて値が定められるものである。よって、閾値は、認証対象となる個人ごとに予め定められることが望ましい。一方で、閾値を個人ごとに予め定めることの負荷などを考慮して、閾値は、予め定められたグループ（例えば、人間の顔を特徴

付ける人種など）に応じて統計的な値が予め定められてもよい。

[0067] 上述した閾値は、閾値データベース 11g に記憶されている。閾値が個人ごとに定められる場合、閾値と個人を特定する識別番号と共に記憶される。閾値決定部 11f は、識別番号（例えば、本実施形態が入国チェックに使用される場合、パスポート番号）に基づいて、閾値データベース 11g から対応する閾値を取得する。このケースは、認証対象となる個人が定められている場合に有効である（すなわち、1対1認証）。

[0068] 閾値が上述した特定のグループごとに定められる場合、閾値決定部 11f は、認証対象となる個人がどのグループに属するかを判定し（例えば、本実施形態が入国チェックに使用され、グループが人種ごとに定められる場合、パスポートに記載された国籍から人種を判定する）、閾値データベース 11g から人種に対応する閾値を取得する。このケースは、認証対象となる個人が定められていない場合に有効である（すなわち、1対N認証）。

[0069] 次に、図5に示すフローチャートを参照して、第1の実施形態に従った、コンピュータデバイス 100 が実行する処理の例を説明する。図5に示す処理は、制御装置 11 が記憶装置 13 に記憶されたプログラムを実行することによって実行される。

[0070] まず、制御装置 11（発光制御部 11a）の指示に基づいて、発光装置 17 は、第1のパターンに従って発光し、撮影対象に光を照射する（ステップ S501）。第1の発光パターンは、発光パターン決定部 11b によって決定され、予め定められた発光パターンであってもよい。本実施形態では、第1の発光パターンは、赤色光を放射する発光パターンである。

[0071] 次に、制御装置 11 の指示に基づいて、撮像装置 16 は、第1のパターンに従って光が照射された撮影対象を撮影し、撮像信号を制御装置 11（画像生成部 11c）に送信する。制御装置 11（画像生成部 11c）は、撮像信号に基づいて、第1の撮像画像を生成する（ステップ S502）。

[0072] 次に、制御装置 11（発光制御部 11a）の指示に基づいて、発光装置 17 は、第2のパターンに従って発光し、撮影対象に光を照射する（ステップ

S 5 0 3)。第2の発光パターンは、発光パターン決定部11bによって決定され、予め定められた発光パターンであってもよい。本実施形態では、第1の発光パターンは、黒色光を放射する発光パターンである。

[0073] 次に、制御装置11の指示に基づいて、撮像装置16は、第2のパターンに従って光が照射された撮影対象を撮影し、撮像信号を制御装置11（画像生成部11c）に送信する。制御装置11（画像生成部11c）は、撮像信号に基づいて、第2の撮像画像を生成する（ステップS 5 0 4）。

[0074] 次に、制御装置11（輝度値計算部11d）は、第1の撮像画像から第1の輝度値集合を計算し（ステップS 5 0 5）、第2の撮像画像から第2の輝度値集合を計算する（ステップS 5 0 6）。輝度値は、上述した式（1）に従って計算されてもよい。このときに、制御装置11（輝度値計算部11d）は、第1の撮像画像から、目および鼻などの特徴的領域を判定し、その領域のみの輝度値を第1の輝度値集合として計算してもよい。第2の撮像画像についても同様である。特徴的領域のみの輝度値集合を計算することによって、背景領域など、顔認証において無関係な領域について計算する処理負荷を削減することができる。

[0075] 次に、制御装置11（輝度値計算部11d）は、第1の輝度値集合および第2の輝度値集合から、輝度値の差分値（差分値集合）を計算する（ステップS 5 0 7）。このときに、制御装置11（輝度値計算部11d）は、差分値集合（または、第1の輝度値集合および／もしくは第2の輝度値集合）から特徴的領域を判定する。次に、制御装置11（輝度値計算部11d）は、差分値集合のうち、予め定められた割合の差分値集合を、基準輝度値に基づいて二値化する（二値集合を計算する）（ステップS 5 0 8）。

[0076] 次に、制御装置11（輝度値判定部11e）は、二値集合から連結成分を判定し、その連結成分が特徴的領域に位置するかどうかを判定する。そして、制御装置11（輝度値判定部11e）は、特徴的領域に位置すると判定された連結成分における画素数の合計が予め定められた閾値を下回るか否かを判定する（ステップS 5 0 9）。連結成分が特徴的領域に位置するかどうか

の判定は、連結成分から輝度における重心位置を判定し、重心位置が特徴的領域に位置するかを判定することによって行われる。連結成分について、例えば、4近傍および／または8近傍など、予め定められた数の端連結成分および／または多重連結成分における画素数の合計を計算し、その連結成分における画素数の合計が予め定められた閾値を下回るか否かを判定してもよい。

[0077] 閾値を下回ると判定した場合、撮影対象から生成された撮像画像が写真などを撮影することによって生成された再撮像画像であると判定する。予め定められた閾値は、個人または特定のグループごとに定められ、閾値決定部11fによって決定される。

[0078] ステップS508およびステップS509の処理に代えて、以下のような処理も可能である。例えば、制御装置11（輝度値計算部11d）は、差分値集合に基づいて輝度値ヒストグラムを生成し、輝度値ヒストグラムに基づいて、輝度値の変化（輝度勾配）が予め定められた閾値を下回るか否かを判定してもよい。輝度値ヒストグラムとは、差分値集合に対応する輝度値集合の分布をグラフ化したものである。輝度値ヒストグラムは、例えば、差分値集合に微分フィルタ（ソーベルフィルタ）を垂直方向および水平方向に適用することによって二乗和を計算し、エッジの大きさ（微分値の二乗和）から生成されてもよい。

[0079] 上述したように、再撮像画像における輝度値集合は、実撮像画像における輝度値集合と比較して分布範囲が小さい。このことから、再撮像画像から差分値集合は、実撮像画像から生成された差分値集合よりも輝度値の輝度勾配が小さい。よって、差分値集合における輝度の輝度勾配が閾値を下回る場合、撮影対象から生成された撮像画像が再撮像画像であると判定する。輝度勾配は、輝度値集合から、輝度値範囲、平均、および／または分散などを計算することによって判定されてもよい。

[0080] なお、制御装置11（輝度値計算部11d）は、差分値集合のうち、上述した所定の割合の輝度勾配（または、輝度勾配の平均値）を計算してもよく

、輝度勾配の大きい部分のみの輝度勾配（または、輝度勾配の平均値）を閾値と比較してもよい。

[0081] また、上述した処理に代えて、制御装置 11（輝度値計算部 11d）は、差分値集合から、頬および顎などの特定の領域にピーク値が存在するか、またはピーク値の数が予め定められた閾値を上回るか否かを判定してもよい。実撮像画像では、頬および顎などに相当する箇所が周辺領域よりも輝度が高くなり、再撮像画像と比較してピーク値が存在する。よって、このようなピーク値を判定することによって、撮像画像が再撮像画像であると判定することができる。

[0082] 上述したように、ステップ S505 およびステップ S506 のそれぞれにおいて、第 1 の撮像画像および第 2 の撮像画像から特徴的部分を判定してもよいが、ピーク値は、特徴的部分から抽出されてもよい。このようにすることによって、ピーク値を抽出する計算負荷を削減することができる。

[0083] 上述した連結成分の閾値との比較、輝度勾配の閾値との比較、およびピーク値の閾値との比較はいずれも、差分値集合における輝度分布を判定することに対応する。輝度分布を判定することによって、輝度分布が小さい撮像画像が再撮像画像であると判定することができる。

[0084] 図 5 で説明した処理によって、コンピュータデバイス 100 は、撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定し、実撮像画像であると判定した場合は、実撮像画像に基づいて顔認証を実行する。一方、再撮像画像であると判定した場合は、顔認証を実行せずに、例えば、出力装置 15 にエラーメッセージを出力する。なお、顔認証の処理については、本明細書では説明を省略する。

[0085] 以上のように、第 1 の実施形態を説明した。第 1 の実施形態では、異なる発光パターンに従って光が照射された撮影対象からの 2 つの撮像画像から計算された差分値に基づいて、撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定する。

[0086] 特許文献 1 に記載された技術は、撮像画像内の顔領域の画素について、輝

度ごとに画素数をカウントしているにすぎないので、例えば、高精度のカメラによって撮影された写真から生成された再撮像画像における輝度値集合は、輝度分布が大きいことがある。よって、撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定することができないことがある。

[0087] 本実施形態では、写真などから一様に反射した光は輝度分布の小さい輝度値集合を有するので、異なる発光パターンに従って光が照射された撮影対象から2つの撮像画像の間の差分値を計算することによって、特許文献1に記載された技術よりも高精度に撮像画像が再撮像画像であると判定することができる。

[0088] <第2の実施形態>

次に、第2の実施形態を説明する。第2の実施形態は、特に、動画像を撮影することによって生成された再撮像画像を特定する。第2の実施形態に係る画像判定システムも、コンピュータデバイス100によって実装される。コンピュータデバイス100の構成は、第1の実施形態で説明した構成と同様である。図6は、第2の実施形態における制御装置11が実装する論理モジュールの例を説明する。

[0089] 第2の実施形態でも、制御装置11は、論理モジュールとして発光制御部11a、発光パターン決定部11b、画像生成部11c、輝度値計算部11d、輝度値判定部11e、および閾値決定部11fを実装する。

[0090] 発光制御部11aは、発光装置17に対し、撮影対象に向けて予め定められた色および／または強度を有するランダムな光を照射するよう指示する信号を送信するが、第2の実施形態では、一定時間内に発光のオンおよびオフを繰り返す、つまり点滅するよう指示する。この点滅は、ランダムなタイミングで繰り返す。また、発光制御部11aは、光の色および／または強度が、一定時間内に常に変化するよう指示する。発光制御部11aの制御によって、撮影対象は、ランダムなタイミングで点滅した、異なる色および／または強度を有するランダムな光が照射される。

[0091] 画像生成部11cは、撮像装置16から撮像信号を受信するタイミングで

、発光制御部 11a に要求信号を送信する。発光制御部 11a は、要求信号に応答して、発光装置 17 が放射した光の色および強度（発光パターン）を輝度値計算部 11d に通知する。つまり、輝度値計算部 11d は、撮影対象に光が照射された状態で撮像装置 16 が撮影対象を撮影したときの光の発光パターンを認識する。なお、上述した要求信号は、撮像装置 16 が撮影対象を撮影したタイミングで撮像装置 16 から発光制御部 11a に送信されてもよい。

[0092] 第 1 の実施形態では、赤色光および黒色光など、固定した発光パターンの組み合わせで撮影対象を撮影し、第 1 の撮像画像および第 2 の撮像画像を生成している。第 2 の実施形態では、発光装置 17 が放射する光の色および／または強度が常に変化するので、可変の発光パターンの組み合わせで撮影対象を撮影し、第 1 の撮像画像および第 2 の撮像画像を生成する。

[0093] 発光パターンの組み合わせが固定されると、例えば、発光パターンの組み合わせを認識している悪意のある第三者が、再撮像画像を実撮像画像と同様の輝度値を含むように発光パターンに合わせて写真などをキャリブレーションすることによって、認証を通るおそれがある。第 2 の実施形態では、発光パターンの組み合わせが常に変化するので、上述したキャリブレーションによって写真などを加工して認証を通ることを防止することができる。

[0094] また、発光装置 17 が固定の点滅のタイミングかつ発光パターンの固定の組み合わせで光を放射する場合、その光の点滅に合わせて点滅した光を人間の顔に放射し、その人間を撮影した動画像によってなりすましを試みるようなケースも考えられる。例えば、動画像内で人間の顔に光が照射されると同じタイミングで、発光装置 17 が撮影対象に光を照射すると、その光の色によっては、第 1 の実施形態で説明した処理では認証を通るおそれがある。第 2 の実施形態では、発光装置が放射する光の点滅タイミングがランダムなので、動画像を撮影する際に、上述したような光の点滅に合わせて点滅した光を人間の顔に照射することが困難となる。

[0095] 次に、図 7 に示すフローチャートを参照して、第 2 の実施形態に従った、

コンピュータデバイス１００が実行する処理の例を説明する。図７に示す処理は、制御装置１１が記憶装置１３に記憶されたプログラムを実行することによって実行される。

[0096] まず、制御装置１１（発光制御部１１ａ）の指示に基づいて、発光装置１７は、ランダムなタイミングで点滅する、異なる色および／または強度を有するランダムな光を放射する（ステップＳ７０１）。この処理によって、発光装置１７は、第１の発光パターンに従って撮影対象に光を照射し、その後、ランダムな間隔が経過した後、第１の発光パターンに従って撮影対象に光を照射することになる。

[0097] 次に、制御装置１１の指示に基づいて、撮像装置１６は、第１の発光パターンに従って光が照射された撮影対象を撮影し、撮像信号を制御装置１１（画像生成部１１ｃ）に送信する。制御装置１１（画像生成部１１ｃ）は、撮像信号に基づいて、第１の撮像画像を生成する（ステップＳ７０２）。

[0098] 次に、制御装置１１（画像生成部１１ｃ）は、制御装置１１（発光制御部１１ａ）に要求信号を送信し、制御装置１１（発光制御部１１ａ）は、要求信号に応答して、第１の発光パターン（色および強度）を制御装置１１（輝度値計算部１１ｄ）に通知する。この処理によって、輝度値計算部１１ｄは、撮像装置１６が（第１の撮像画像を生成するための）撮影対象を撮影したときの第１の発光パターンを認識する（Ｓ７０３）。

[0099] 次に、制御装置１１の指示に基づいて、撮像装置１６は、第２のパターンに従って光が照射された撮影対象を撮影し、撮像信号を制御装置１１（画像生成部１１ｃ）に送信する。制御装置１１（画像生成部１１ｃ）は、撮像信号に基づいて、第２の撮像画像を生成する（ステップＳ７０４）。

[0100] 次に、制御装置１１（画像生成部１１ｃ）は、制御装置１１（発光制御部１１ａ）に要求信号を送信し、制御装置１１（発光制御部１１ａ）は、要求信号に応答して、第２の発光パターン（色および強度）を制御装置１１（輝度値計算部１１ｄ）に通知する。この処理によって、輝度値計算部１１ｄは、撮像装置１６が（第１の撮像画像を生成するための）撮影対象を撮影した

ときの第2の発光パターンを認識する（S705）。

[0101] 次に、制御装置11（輝度値計算部11d）は、第1の撮像画像から第1の輝度値集合を計算し（ステップS706）、第2の撮像画像から第2の輝度値集合を計算する（ステップS707）。輝度値は、上述した式（1）に従って計算されてもよい。

[0102] 次に、制御装置11（輝度値計算部11d）は、第1の輝度値集合および第2の輝度値集合から、輝度値の差分値（差分値集合）を計算する（ステップS708）。このときに、制御装置11（輝度値計算部11d）は、差分値集合（または、第1の輝度値集合および／もしくは第2の輝度値集合）から特徴的領域を判定する。次に、制御装置11（輝度値計算部11d）は、差分値集合のうち、予め定められた割合の差分値集合を、基準輝度値に基づいて二値化する（二値集合を計算する）（ステップS709）。

[0103] ステップS703およびステップS705において、輝度値計算部11dは、第1の発光パターンおよび第2の発光パターンを認識するので、それらの組み合わせに従って、上述した基準輝度値および割合を決定することができる。

[0104] 次に、制御装置11（輝度値判定部11e）は、二値集合から連結成分を判定し、その連結成分が特徴的領域に位置するかを判定する。そして、制御装置11（輝度値判定部11e）は、特徴的領域に位置すると判定された連結成分における画素数の合計が予め定められた閾値を下回るか否かを判定する（ステップS710）。閾値を下回ると判定した場合、撮影対象から生成された撮像画像が写真などを撮影することによって生成された再撮像画像であると判定する。この閾値は、第1の実施形態で説明した通りである。撮像画像が実撮像画像または再撮像画像であるかを判定した後の処理も、第1の実施形態で説明した通りである。

[0105] 第2の実施形態においても、ステップS709およびステップS710の処理に代えて、差分値集合に基づいて輝度値ヒストグラムを生成し、輝度値ヒストグラムに基づいて、輝度勾配が予め定められた閾値を下回るか否かを

判定してもよい。また、特定の領域にピーク値が存在するか、またはピーク値の数が予め定められた閾値を上回るか否かを判定してもよい。

[0106] 以上のように、第2の実施形態を説明した。第2の実施形態では、ランダムなタイミングで点滅する、ランダムな光を撮影対象に照射する。第2の実施形態によれば、固定された発光パターンの組み合わせを認識した悪意のある第三者が、パターンの組み合わせに従って動画に加工を施し、その動画で認証を通ることを防止することができる。

[0107] なお、第2の実施形態では、2つの撮像画像から差分値を計算する例を説明したが、そのような構成に限定されない。第2の実施形態では、発光装置17が、一定時間に点滅した光を撮影対象に照射するので、撮像装置16は、撮影対象を3回以上撮影してもよい。この場合、3つ以上の撮像装置が生成されることになるが、3つ以上の撮像装置のそれぞれについての輝度値集合を計算し、それらから輝度値集合を比較して、2つの輝度値集合を選択し、選択した2つの輝度値集合から差分値集合を計算してもよい。

[0108] また、第2の実施形態では、画像生成部11c（または、撮像装置16）が発光制御部11aに要求信号を送信し、発光制御部11aが発光パターンを輝度値計算部11dに通知しているが、そのような構成に限定されない。例えば、光センサなどが設けられてもよい。この場合、撮像装置16が撮影対象を撮影したことを光センサが検出し（撮像装置16が撮影対象を照射する光を検出）、また、そのときに発光装置17が撮影対象に放射した光を検出することによって、発光パターンを判定してもよい。

[0109] 更に、上述した光センサは、発光装置17がランダムなタイミングで点滅した光を放射することに対応して、発光装置17が光を放射するときの検出し、そのことを撮像装置16に通知してもよい。撮像装置16は、発光装置17からの通知に応答して、撮影対象を撮影する。このような構成によって、発光装置17がランダムなタイミングで点滅した光を放射しても、撮影対象に常に光が照射された状態で撮影対象を撮影することができる。

[0110] 上記実施形態で説明したハードウェアの構成要素は例示的なものにすぎず

、その他の構成も可能であることに留意されたい。また、上記実施形態で説明した処理の順序は、必ずしも説明した順序で実行される必要がなく、任意の順序で実行されてもよい。更に、本発明の基本的な概念から逸脱することなく、追加のステップが新たに加えられてもよい。

[0111] また、本発明の一実施形態に係る画像判定、コンピュータデバイス100によって実行されるコンピュータプログラムによって実装されるが、当該コンピュータプログラムは、非一時的記憶媒体に記憶されてもよい。非一時的記憶媒体の例は、リードオンリメモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、レジスタ、キャッシュメモリ、半導体メモリ装置、内蔵ハードディスクおよび取外可能ディスク装置などの磁気媒体、光磁気媒体、ならびにCD-ROMディスクおよびデジタル多用途ディスク（DVD）などの光学媒体などを含む。

請求の範囲

- [請求項1] 制御装置を含むコンピュータデバイスであって、前記制御装置は、
第1の撮像画像を取得し、前記第1の撮像画像は、第1の発光パターンに従って光が照射された撮影対象を撮影することによって生成され、
第2の撮像画像を取得し、前記第2の撮像画像は、第2の発光パターンに従って光が照射された前記撮影対象を撮影することによって生成され、
前記第1の撮像画像内の画素についての第1の輝度値集合を計算し、
、
前記第2の撮像画像内の画素についての第2の輝度値集合を計算し、
、
前記第1の輝度値集合と第2の輝度値集合との差分値集合を計算し、
、
前記差分値集合における輝度分布を判定する、
ように構成されていることを特徴とするコンピュータデバイス。
- [請求項2] 前記制御装置は、
基準輝度値に基づいて、前記差分値集合を二値化することによって二値集合を計算し、
前記二値集合から、連結成分を判定し、
前記連結成分が特徴的領域に位置するかどうかを判定し、
前記特徴的領域に位置する前記連結成分を予め定められた閾値と比較する、
ように更に構成されていることを特徴とする請求項1に記載のコンピュータデバイス。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記連結成分から輝度における重心位置を判定し、
前記重心位置が前記特徴的領域に位置するかどうかを判定することによって、前記連結成分が前記特徴的領域に位置するかどうかを判定する、

ことを特徴とする請求項2に記載のコンピュータデバイス。

[請求項4] 前記制御装置は、前記差分値集合から、予め定められた割合の差分値集合を二値化することによって前記二値集合を計算するように更に構成されている、ことを特徴とする請求項2に記載のコンピュータデバイス。

[請求項5] 前記予め定められた割合は、前記第1の発光パターンと前記第2の発光パターンとも組み合わせに従って定められている、ことを特徴とする請求項4に記載のコンピュータデバイス。

[請求項6] 前記制御装置は、
前記差分値集合に基づいて、輝度勾配を判定し、
前記輝度勾配を予め定められた閾値と比較する、
ように更に構成されていることを特徴とする請求項1に記載のコンピュータデバイス。

[請求項7] 前記第1の発光パターンに従って照射された光は、第1の色を有し、前記第2の発光パターンに従って照射された光は、第2の色を有する、ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載のコンピュータデバイス。

[請求項8] 前記基準輝度値は、前記第1の発光パターンに従って照射された光と、前記第2の発光パターンに従って照射された光とのコントラストに対応する輝度値を有する、ことを特徴とする請求項2乃至5のいずれか一項に記載のコンピュータデバイス。

[請求項9] 第1の発光パターンに従って、撮影対象に第1の光を照射し、第2の発光パターンに従って、前記撮影対象に第2の光を照射する発光装置と、

前記第1の光が照射された前記撮影対象を1回目に撮影し、前記第2の光が照射された前記撮影対象を2回目に撮影する撮像装置と、

前記1回目に撮影に応じて第1の撮像画像を生成し、

前記2回目に撮影に応じて第2の撮像画像を生成し、

前記第 1 の撮像画像内の画素についての第 1 の輝度値集合を計算し、
前記第 2 の撮像画像内の画素についての第 2 の輝度値集合を計算し、
前記第 1 の輝度値集合と第 2 の輝度値集合との差分値集合を計算し、
前記差分値集合における輝度分布を判定する、制御装置と、
を備えたことを特徴とするシステム。

[請求項10] 前記発光装置は、点滅した光を放射することによって、前記第 1 の発光パターンに従って前記第 1 の光を照射し、前記第 2 の発光パターンに従って前記第 2 の光を照射する、ことを特徴とする請求項 9 に記載のシステム。

[請求項11] 前記発光装置は、ランダムなタイミングで前記点滅した光を放射する、ことを特徴とする請求項 10 に記載のシステム。

[請求項12] 前記発光装置は、前記点滅した光の色および／または強度を変化させる、ことを特徴とする請求項 10 または 11 に記載のシステム。

[請求項13] コンピュータデバイスによって実行される方法であって、
第 1 の撮像画像を取得するステップであって、前記第 1 の撮像画像は、第 1 の発光パターンに従って光が照射された撮影対象を撮影することによって生成される、ステップと、
第 2 の撮像画像を取得するステップであって、前記第 2 の撮像画像は、第 2 の発光パターンに従って光が照射された前記撮影対象を撮影することによって生成される、ステップと、
前記第 1 の撮像画像内の画素についての第 1 の輝度値集合を計算するステップと、
前記第 2 の撮像画像内の画素についての第 2 の輝度値集合を計算するステップと、
前記第 1 の輝度値集合と第 2 の輝度値集合との差分値集合を計算す

るステップと、

前記差分値集合における輝度分布を判定するステップと、
を備えたことを特徴とする方法。

[請求項14]

発光装置によって、第1の発光パターンに従って、撮影対象に第1の光を照射し、第2の発光パターンに従って、前記撮影対象に第2の光を照射するステップと、

撮像装置によって、前記第1の光が照射された前記撮影対象を1回目に撮影し、前記第2の光が照射された前記撮影対象を2回目に撮影するステップと、

制御装置によって、

前記1回目に撮影に応じて第1の撮像画像を生成するステップと、

前記2回目に撮影に応じて第2の撮像画像を生成するステップと、

前記第1の撮像画像内の画素についての第1の輝度値集合を計算するステップと、

前記第2の撮像画像内の画素についての第2の輝度値集合を計算するステップと、

前記第1の輝度値集合と第2の輝度値集合との差分値集合を計算するステップと、

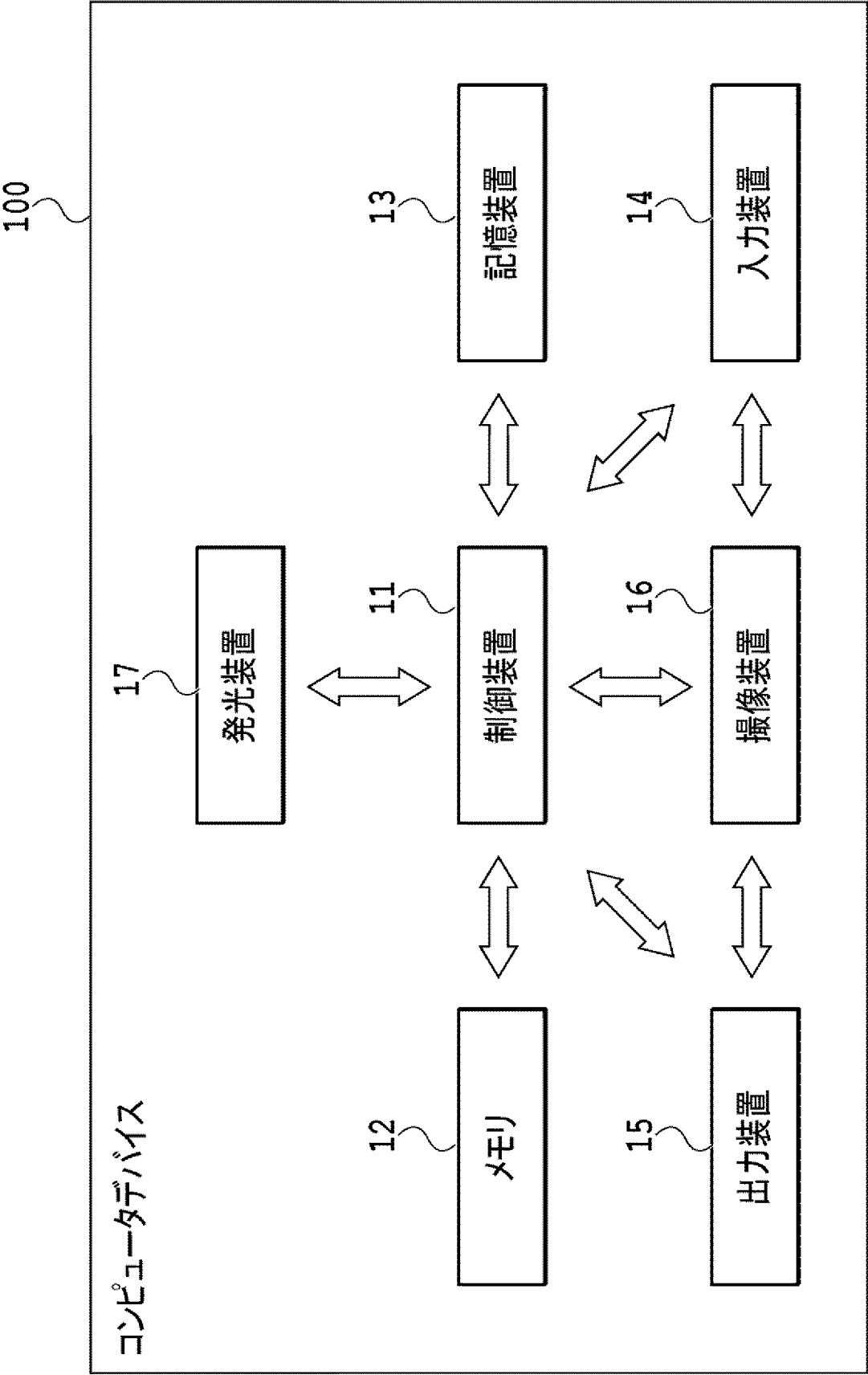
前記差分値集合における輝度分布を判定するステップと、

を備えたことを特徴とする方法。

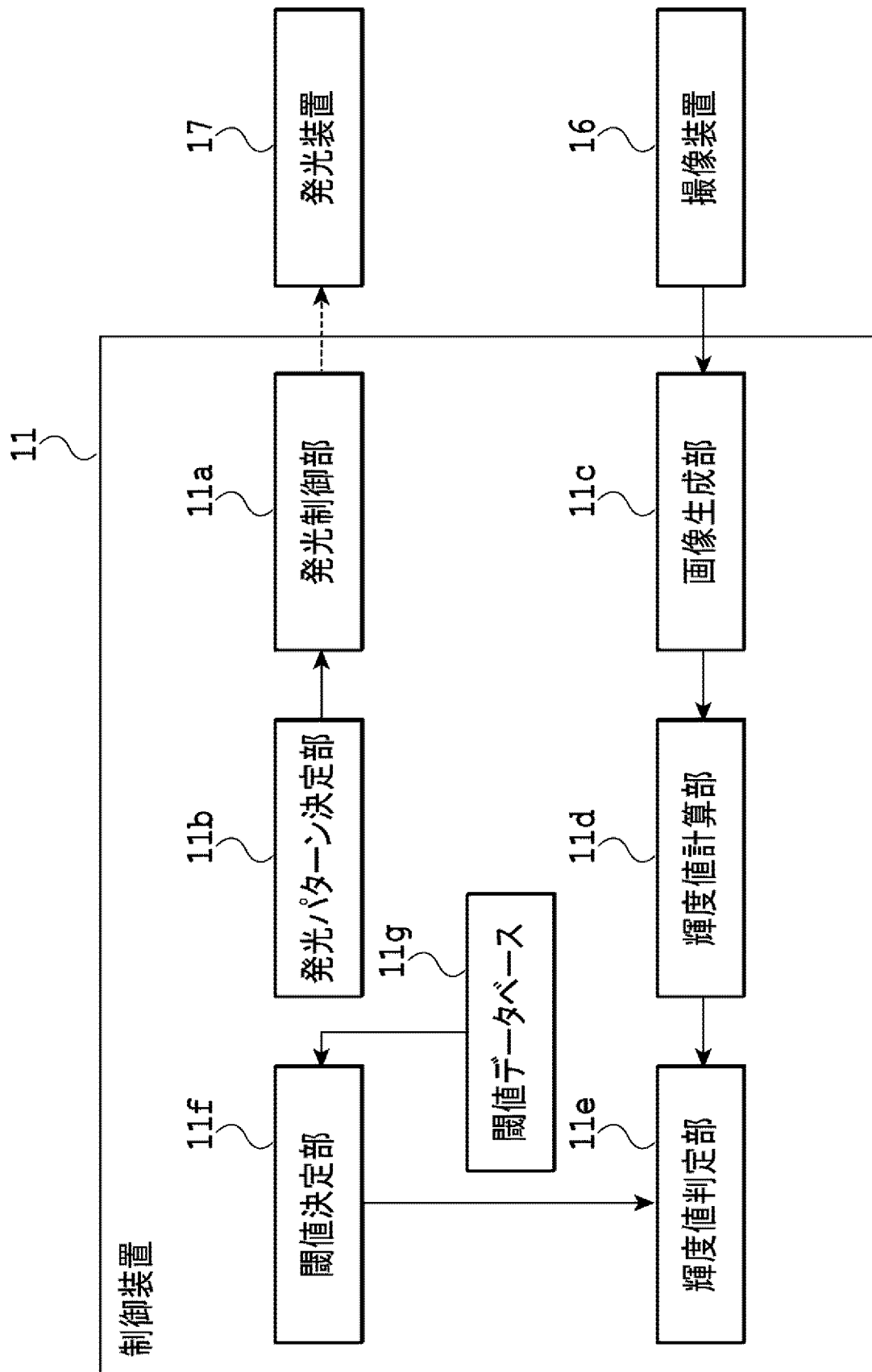
[請求項15]

コンピュータ実行可能命令を含むコンピュータプログラムであって、前記コンピュータ実行可能命令は、コンピュータデバイスによって実行されるとき、前記コンピュータデバイスに、請求項13または14に記載の方法を実行させることを特徴とするコンピュータプログラム。

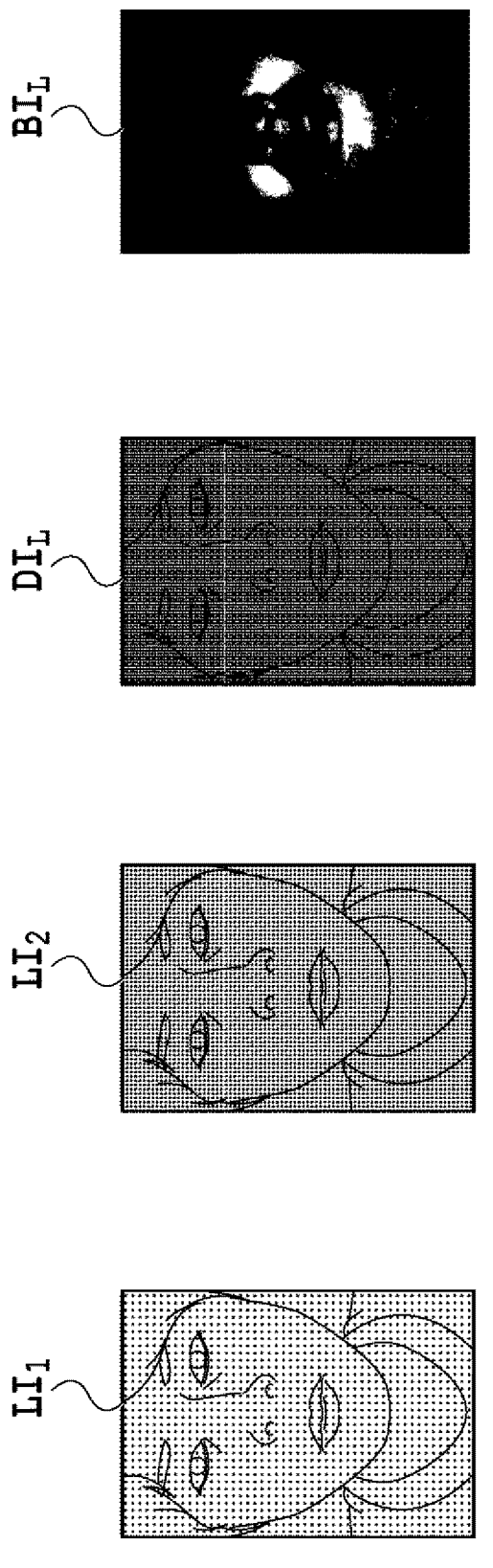
[図1]



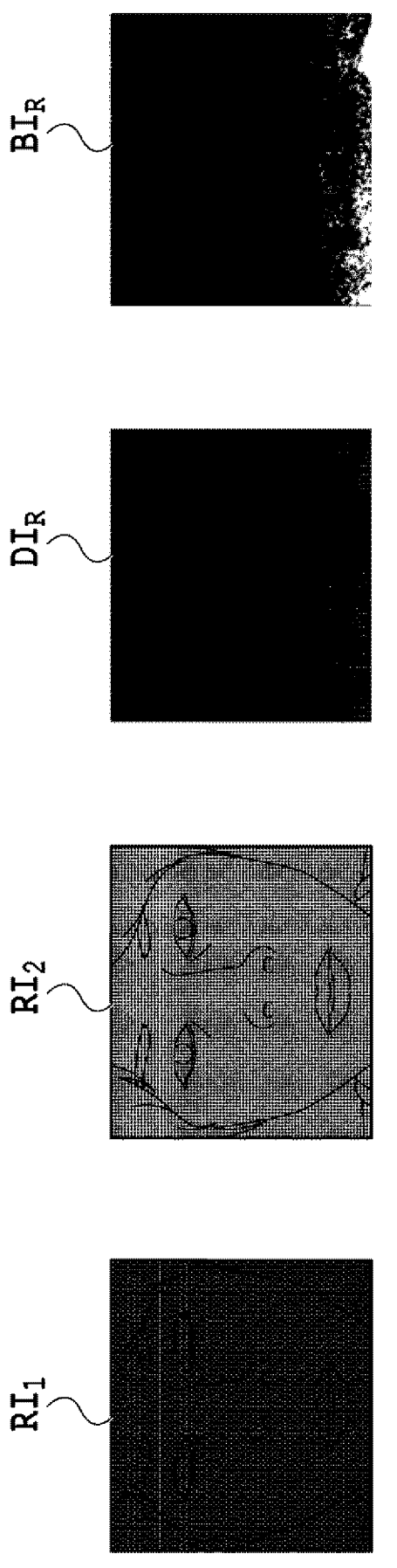
[図2]



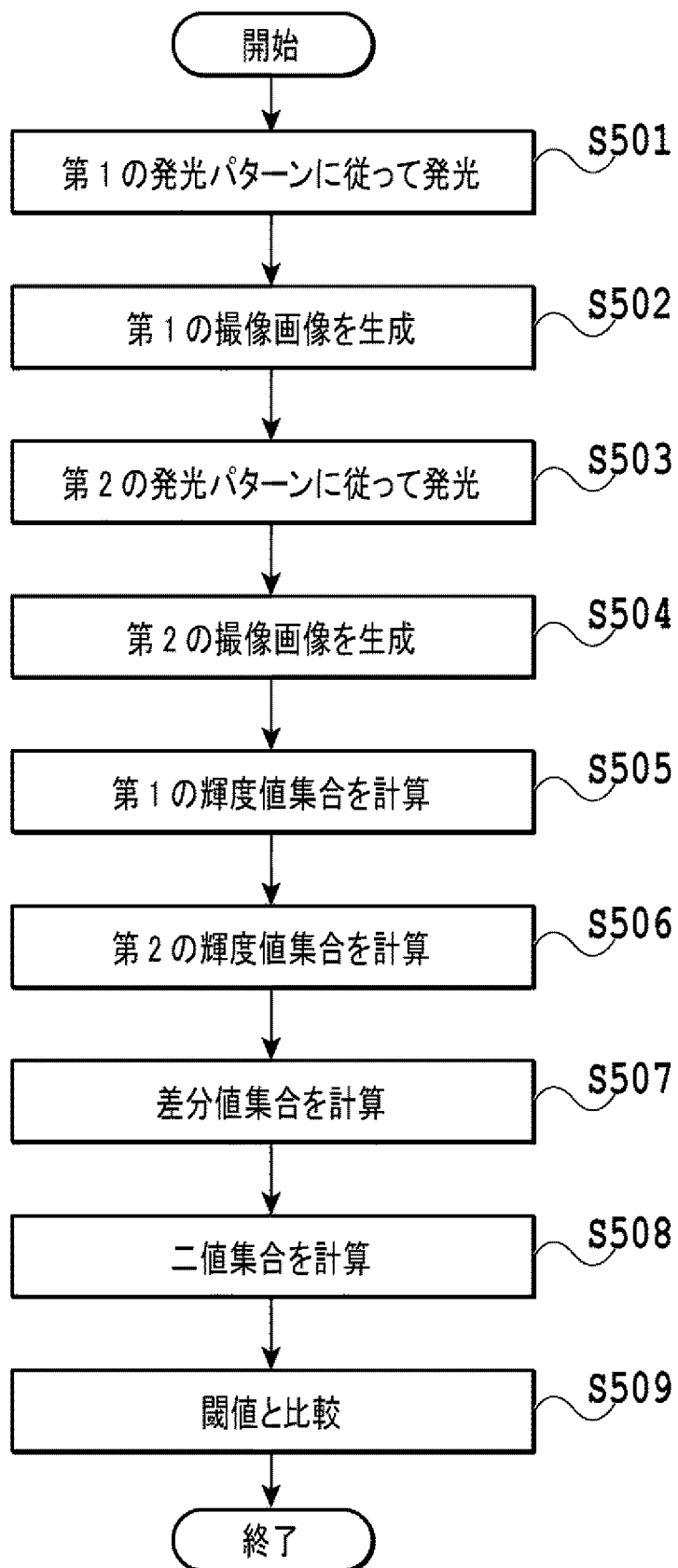
[図3]



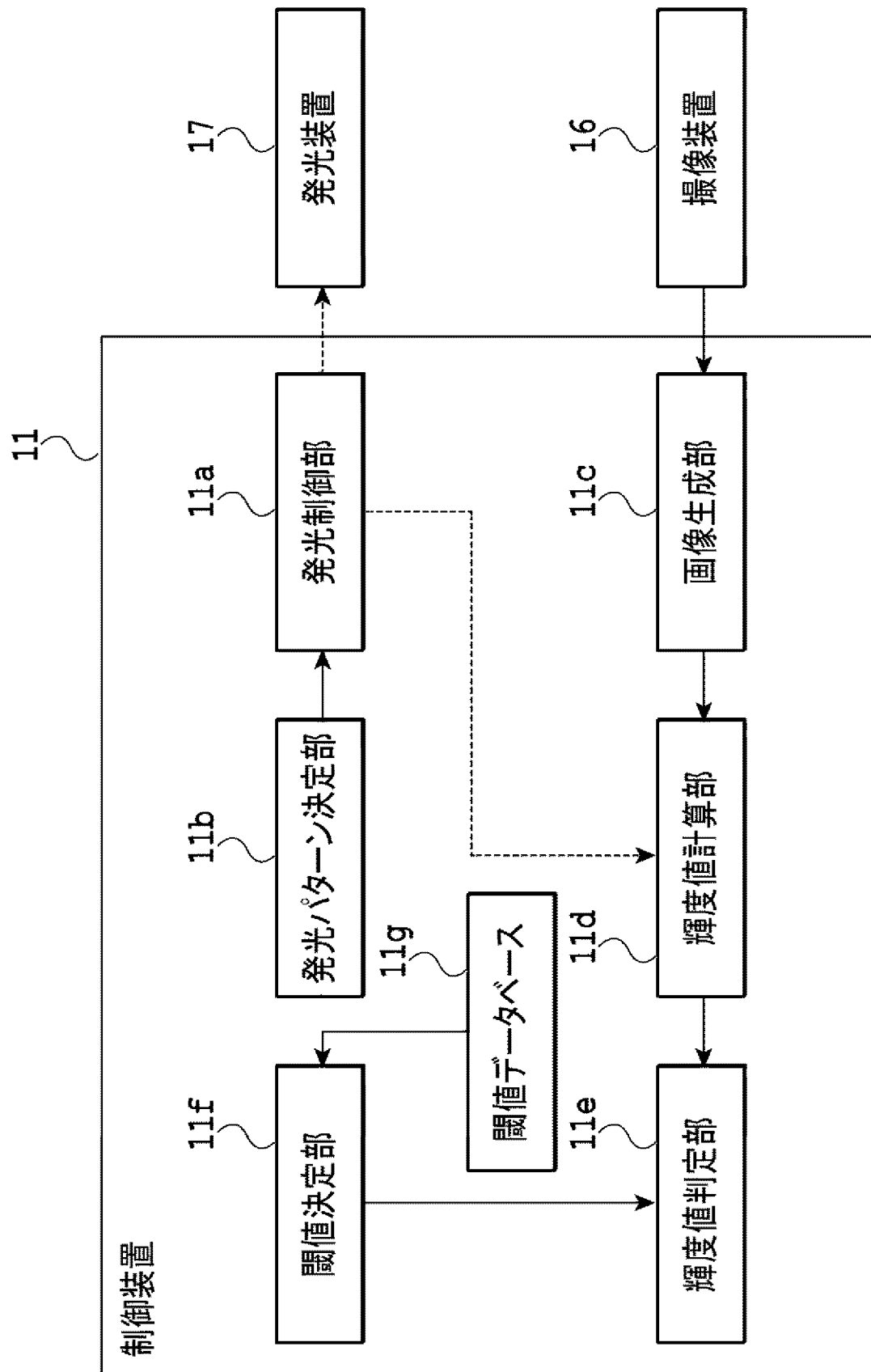
[図4]



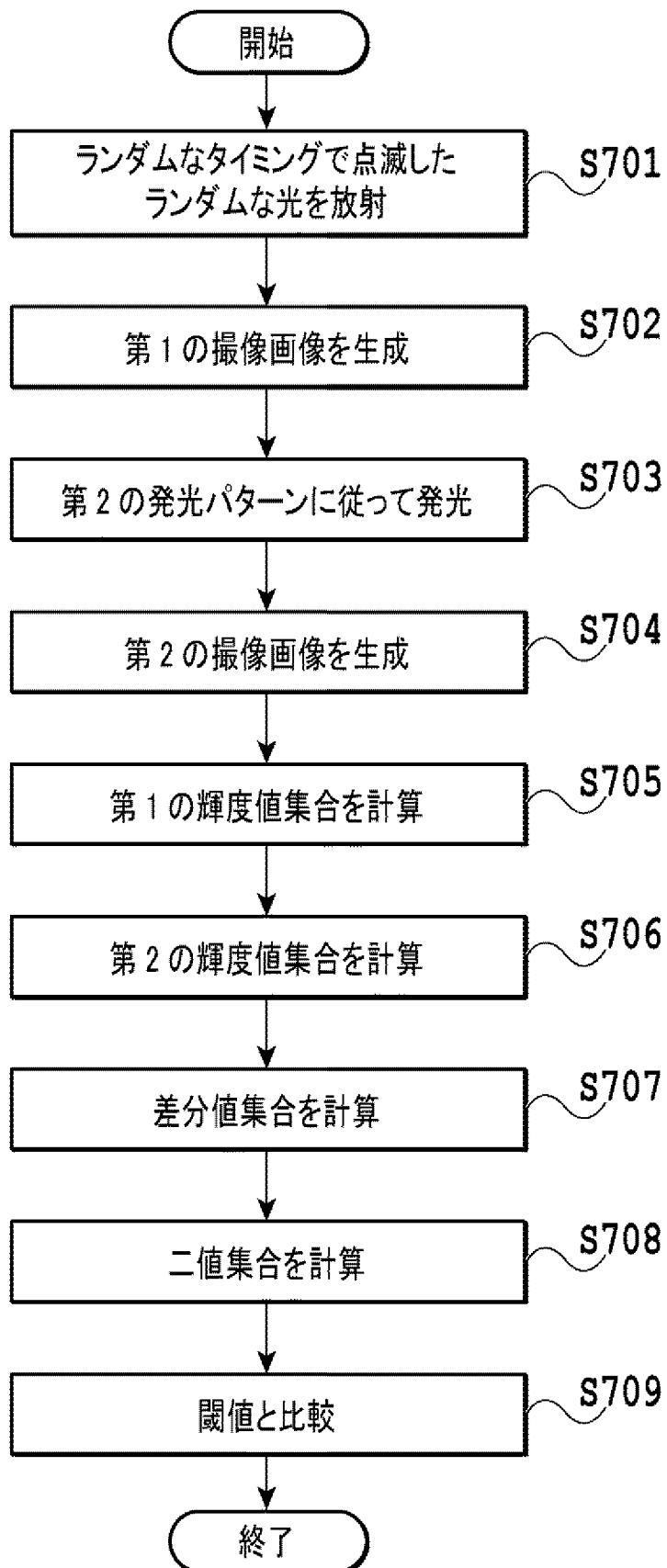
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026194

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04N 5/232**(2006.01)i; **G06T 7/00**(2017.01)i; **G06T 7/586**(2017.01)i; **H04N 5/225**(2006.01)i

FI: H04N5/232 290; G06T7/00 510B; G06T7/586; H04N5/225 600

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N5/232; G06T7/00; G06T7/586; H04N5/225

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 2006-259923 A (OMRON TATEISI ELECTRONICS CO.) 28 September 2006 (2006-09-28) paragraphs [0007], [0030]-[0045], [0054], [0057]	1, 6, 9, 13-15
Y		2, 4, 7, 10-12
A		3, 5, 8
Y	JP 2012-113687 A (HYUNDAI MOTOR CO., LTD.) 14 June 2012 (2012-06-14) paragraphs [0003], [0012]-[0013]	2, 4, 7, 10-12
Y	JP 2006-99614 A (TOSHIBA CORP.) 13 April 2006 (2006-04-13) claim 11, paragraph [0053]	11-12

☐ 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

30 September 2021

Date of mailing of the international search report

12 October 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/026194

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2006-259923	A	28 September 2006	US 2006/0210261 A1 paragraphs [0010], [0057]- [0078], [0090], [0093]	
JP	2012-113687	A	14 June 2012	US 2012/0134547 A1 paragraphs [0007], [0026]- [0027]	
JP	2006-99614	A	13 April 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 5/232(2006.01)i; G06T 7/00(2017.01)i; G06T 7/586(2017.01)i; H04N 5/225(2006.01)i FI: H04N5/232 290; G06T7/00 510B; G06T7/586; H04N5/225 600										
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）） H04N5/232; G06T7/00; G06T7/586; H04N5/225										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2021年									
日本国実用新案登録公報	1996-2021年									
日本国登録実用新案公報	1994-2021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	JP 2006-259923 A（オムロン株式会社）28.09.2006（2006-09-28） 段落0007, 0030-0045, 0054, 0057	1, 6, 9, 13-15								
Y		2, 4, 7, 10-12								
A		3, 5, 8								
Y	JP 2012-113687 A（現代自動車株式会社）14.06.2012（2012-06-14） 段落0003, 0012-0013	2, 4, 7, 10-12								
Y	JP 2006-99614 A（株式会社東芝）13.04.2006（2006-04-13） 請求項11, 段落0053	11-12								
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 30.09.2021		国際調査報告の発送日 12.10.2021								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 佐藤 直樹 5P 9562 電話番号 03-3581-1101 内線 3581								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/026194

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2006-259923	A	28.09.2006	US 2006/0210261 A1 段落0010, 0057-0078, 0090, 0093	
JP	2012-113687	A	14.06.2012	US 2012/0134547 A1 段落0007, 0026-0027	
JP	2006-99614	A	13.04.2006	(ファミリーなし)	