

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-129175
(P2020-129175A)

(43) 公開日 令和2年8月27日(2020.8.27)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	400H	4C038
G06T	7/00	(2017.01)	G06T	7/00	510D	5B043
G06T	7/521	(2017.01)	G06T	7/00	510F	5B047
G06T	7/70	(2017.01)	G06T	7/521		5L096
A61B	5/1171	(2016.01)	G06T	7/70	A	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-20422 (P2019-20422)
(22) 出願日 平成31年2月7日(2019.2.7)

(71) 出願人 516317182
O F I L M. J a p a n 株式会社
東京都中央区築地1-12-22
(74) 代理人 100104547
弁理士 栗林 三男
(74) 代理人 100206612
弁理士 新田 修博
(74) 代理人 100209749
弁理士 栗林 和輝
(72) 発明者 酒本 章人
東京都中央区築地1-12-22 O-F
I L M. J a p a n 株式会社内
Fターム(参考) 4C038 VA07 VB04 VC01 VC05

最終頁に続く

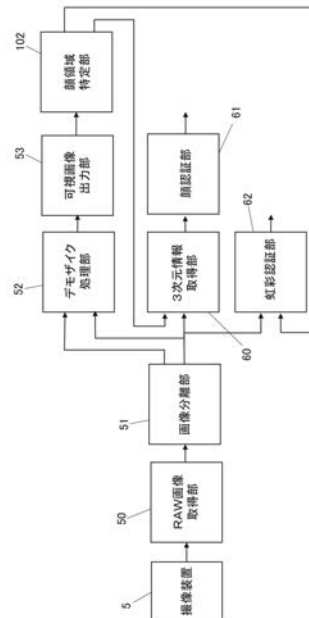
(54) 【発明の名称】 3次元情報生成装置、生体認証装置および3次元画像生成装置

(57) 【要約】

【課題】 撮像装置で撮像された画像に基づいて3次元情報を得る計算の負担を軽減できる3次元情報生成装置、生体認証装置および3次元画像生成装置を提供する。

【解決手段】 3次元情報生成装置本発明、生体認証装置または3次元画像生成装置は、近赤外の光学パターンを照射する投影装置3と、近赤外の光を受光可能な撮像装置5と、撮像装置5により撮像される撮像対象の画像に基づいて顔の器官を検出して顔の領域を特定する顔領域特定部102と、光学パターンを照射した状態で撮像装置5により撮像される撮像対象の近赤外画像のうち、顔領域特定部102により特定された顔の領域に対応する部分についての3次元情報を生成する3次元情報取得部60と、を備える。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

近赤外の光学パターンを照射する投影装置と、
近赤外の光を受光可能な撮像装置と、
前記撮像装置により撮像される撮像対象の画像に基づいて顔の器官を検出して顔の領域を特定する顔領域特定部と、
前記光学パターンを照射した状態で前記撮像装置により撮像される撮像対象の近赤外画像のうち、前記顔領域特定部により特定された前記顔の領域に対応する部分についての 3次元情報を生成する 3次元情報取得部と、を備えることを特徴とする 3次元情報生成装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の 3次元情報生成装置と、虹彩認証部と、を備え、
前記顔領域特定部は、前記検出において目の位置を特定し、
前記虹彩認証部は、前記近赤外画像と、前記顔領域特定部により特定される前記目の位置の情報とに基づいて前記近赤外画像に写る目についての虹彩の情報を取得することを特徴とする生体認証装置。

【請求項 3】

前記虹彩認証部は、空間フィルタ処理によって前記近赤外画像の撮像時に照射された前記光学パターンの影響を除去して、虹彩の認証を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の生体認証装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の 3次元情報生成装置または請求項 2 もしくは 3 に記載の生体認証装置と、
3次元画像を生成する 3次元画像生成部と、
前記 3次元画像生成部で生成された前記 3次元画像を通信相手に送信する送信部と、を備え、
前記撮像装置は、可視光を受光可能であり、
前記 3次元画像生成部は、前記 3次元情報取得部により生成された前記 3次元情報と、前記撮像装置により撮像される可視画像とに基づいて前記 3次元画像を生成することを特徴とする 3次元画像生成装置。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、3次元情報生成装置、生体認証装置および3次元画像生成装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般に、近赤外光を利用して顔認証や虹彩認証を行う生体認証装置が知られている。このような生体認証装置においては、近赤外光を顔に向かって照射投影し、専用カメラで撮影して画像処理することによって特徴量を抽出し、予め登録された個人の特徴量と比較することで認証を行う。

40

【0003】

近年では、スマートフォン等のモバイル機器においても、カメラを用いた虹彩認証や顔認証等の生体認証が採用されている。顔認証あるいは虹彩認証には、それぞれ独自の照明投影装置、撮像装置および認証アルゴリズムが用いられており、認証精度の高精度化によって本人受け入れ率、他人排除率を高める努力がなされている。

【0004】

また、画像から物体の形状を解析する方法としては、例えば、特許文献 1 に記載のサンプリングモアレ法などが知られている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

50

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 1 - 1 7 4 8 7 4 号公報

【 非特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 非特許文献 1 】 Cesar D.Perciante et al., "Wrapping-free phase retrieval with applications to interferometry, 3D-shape profiling, and deflectometry", Applied Optics/Vol.54, No.10/1 April 2015.

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

10

ところで、投影装置からの赤外光を投射した状態で撮像装置によって撮像される画像について、画像の全範囲について3次元情報を取得する場合、投影装置からの赤外光が届かない部分があったり、大きく位相のずれた部分からの情報があったりすることにより、3次元情報を取得するための計算が収束し難い場合等があり、当該計算において誤差が大きくなってしまったり、収束するまでの計算回数が増加してしまったりするおそれがある。

【 0 0 0 8 】

本発明は、前記事情に鑑みてなされたもので、撮像装置で撮像された画像に基づいて3次元情報を得る計算の負担を軽減できる3次元情報生成装置、生体認証装置および3次元画像生成装置を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

20

【 0 0 0 9 】

前記目的を達成するために、本発明の3次元情報生成装置は、

近赤外の光学パターンを照射する投影装置と、

近赤外の光を受光可能な撮像装置と、

前記撮像装置により撮像される撮像対象の画像に基づいて顔の器官を検出して顔の領域を特定する顔領域特定部と、

前記光学パターンを照射した状態で前記撮像装置により撮像される撮像対象の近赤外画像のうち、前記顔領域特定部により特定された前記顔の領域に対応する部分についての3次元情報を生成する3次元情報取得部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

30

このような構成によれば、顔領域特定部は、撮像装置により撮像される画像について、顔の領域を特定し、3次元情報取得部は、撮像装置により撮像される近赤外画像のうち、顔領域特定部により特定される顔の領域に対応する部分についての3次元情報を生成する。すなわち、3次元情報取得部は、撮像装置により撮像される近赤外画像に基づいて3次元情報を生成する際に、顔の領域部分についてのみ計算を行えばよく、顔の領域外の部分（例えば、背景部分等）については、計算を行う必要がない。したがって、3次元情報を生成するための計算において、顔の領域外の部分の影響を除去することができ、当該計算における収束を早めたり、解を安定させたりすることができ、当該計算の負担を軽減することができる。

【 0 0 1 1 】

40

なお、顔領域特定部が顔の領域を特定するのに用いる画像は、近赤外画像でもよく可視光の画像（可視画像）であってもよい。すなわち、撮像装置は、近赤外の光を受光可能であれば、可視光を受光可能であってもよく、可視光を受光不可能であってもよい。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の生体認証装置は、前記3次元情報生成装置と、虹彩認証部と、を備え、

前記顔領域特定部は、前記検出において目の位置を特定し、

前記虹彩認証部は、前記近赤外画像と、前記顔領域特定部により特定される前記目の位置の情報とに基づいて前記近赤外画像に写る目についての虹彩の情報を取得することとしてもよい。

【 0 0 1 3 】

50

このような構成によれば、虹彩認証部は、近赤外画像に写る目についての虹彩の情報を取得する場合に、顔領域特定部により特定される目の位置の情報に基づいて虹彩の情報を取得する。このため、虹彩の情報を取得するための計算においては、目の部分についてのみ計算を行えばよく、当該計算についての処理負担を軽減できる。特に、3次元情報を取得するための光学パターンが、撮像対象としての人の目の部分にも照射されるような構成の場合、虹彩認証をするための虹彩情報の取得にあたって、当該光学パターンの影響を除去することが望ましいが、当該除去に係る計算をする場合でも、計算する範囲を狭めることができるので、計算についての処理負担を軽減することができる。

【0014】

また、本発明の前記構成において、前記虹彩認証部は、空間フィルタ処理によって前記近赤外画像の撮像時に照射された前記光学パターンの影響を除去して、虹彩の認証を行うこととしてもよい。

10

【0015】

このような構成によれば、虹彩認証部は、空間フィルタ処理によって近赤外画像の撮像時に照射された光学パターンの影響を除去して虹彩の認証を行うので、虹彩認証の精度を高めることができる。

【0016】

また、本発明の3次元画像生成装置は、前記3次元情報生成装置または前記生体認証装置と、

3次元画像を生成する3次元画像生成部と、

20

前記3次元画像生成部で生成された前記3次元画像を通信相手に送信する送信部と、を備え、

前記撮像装置は、可視光を受光可能であり、

前記3次元画像生成部は、前記3次元情報取得部により生成された前記3次元情報と、前記撮像装置により撮像される可視画像とに基づいて前記3次元画像を生成すること特徴とする。

【0017】

このような構成によれば、3次元画像生成部は、3次元情報取得部により生成された3次元情報に基づいて3次元画像を生成する。ここで、3次元情報取得部により生成される3次元情報は、顔の領域に対応する部分についての3次元情報なので、撮像装置により撮像される画像のうち、背景に相当する部分等の情報は含まない。したがって、3次元画像生成部で生成される3次元画像にも、撮像装置により撮像される背景等の情報は含まれない。このため、通信相手に、背景等に関する情報が送られることがない。また、3次元画像生成部は、3次元情報と可視画像とに基づいて3次元画像を生成するので、3次元情報に基づいて立体的な形状を作り出すとともに、可視画像に基づいて色付け等を行うことができる。したがって、撮像対象としての人の顔を再現した3次元画像(アバター)を生成することができる。このように、本構成によれば、アバターを生成し、背景情報を含まないアバターの情報のみを通信相手に送信することができるので、3次元画像生成装置のユーザーのプライバシーは保護しつつ、当該ユーザーと通信相手のユーザーとのコミュニケーションを可能とすることができる。

30

40

【発明の効果】

【0018】

本発明の3次元情報生成装置、生体認証装置または3次元画像生成装置によれば、撮像装置で撮像された画像に基づいて3次元情報を得る計算の負担を軽減できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る生体認証装置を示す分解斜視図である。

【図2】同、光学フィルタを示す図である。

【図3】同、カラーフィルタの配列パターンを説明するための図である。

【図4】同、生体認証装置のブロック図である。

50

- 【図 5】同、位相情報の取得に係る処理を説明するための図である。
- 【図 6】同、位相情報の取得に係る処理を説明するための図である。
- 【図 7】同、位相情報の取得に係る処理を説明するための図である。
- 【図 8】同、生体認証装置が行う処理を説明するための図である。
- 【図 9】同、位相情報から 3 次元情報を得る際の、反復法における反復回数と誤差との関係を説明するための図である
- 【図 10】本発明の第 2 の実施の形態に係るフォトマスクの画素を示す分解斜視図である。
- 【図 11】本発明の第 3 の実施の形態に係る生体認証装置のブロック図である。
- 【図 12】同、顔の領域を特定して 3 次元情報を取得する処理を説明するための図である 10
- 【図 13】同、目の位置を特定して虹彩認証を行う処理を説明するための図である。
- 【図 14】本発明の第 4 の実施の形態に係る 3 次元画像生成装置のブロック図である。
- 【図 15】同、3 次元の顔画像を生成する処理を説明するための図である。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0020】
- 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。
- 【0021】
- (第 1 の実施の形態)
- 図 1 に示すように、本実施の形態の生体認証装置 1 は、近赤外の光学パターンを照射する投影装置 3 と、当該近赤外光を受光可能な撮像装置 5 とを備えている。なお、近赤外とは、約 800 ~ 2500 nm の波長帯域をいう。 20
- 【0022】
- 投影装置 3 は、撮像装置 5 による撮影の対象物（以下、単に対象物と呼ぶ）に対して所定の光学パターンを照射する。また、撮像装置 5 は投影装置 3 から光学パターンが投射された対象物（光学パターンの反射像）を撮影する。そして、生体認証装置 1 は、撮像装置 5 により撮影された画像に基づいて、顔認証および虹彩認証を行う。本実施の形態の生体認証装置 1 においては、投影装置 3 は、人の顔や目に所定の光学パターンを照射し、撮像装置 5 は、この光学パターンが照射された人の顔や目を撮影する。ただし、撮影の対象物はこれに限られず、他の撮影対象物の画像に基づいて生体認証を行うこととしてもよい。 30
- 【0023】
- 投影装置 3 は、回路基板 10 と、近赤外 LED 11 と、ビーム整形レンズ 12 と、ブラケット 13 と、フォトマスク 14 と、フォーカスアクチュエータ（VCM）15 と、投影レンズ 16 とを備えている。
- 【0024】
- 近赤外 LED 11 は、近赤外の光を出射する光源であり、回路基板 10 に実装されている。近赤外 LED 11 からの光は、ビーム整形レンズ 12 で整形され、フォトマスク 14 を通過し、投影レンズ 16 を介して投影装置 3 から出射される。
- 【0025】
- フォトマスク 14 は、図 2 に示すように、顔認証用の光学パターンを生成する第一透過領域 14 a と、虹彩認証用の光学パターンを生成する第二透過領域 14 b とを有している。換言すると、フォトマスク 14 は、顔の 3 次元情報を取得するための光学パターンを生成する第一透過領域 14 a と、虹彩の情報を取得するための光学パターンを生成する第二透過領域 14 b とを有している。また、フォトマスク 14 は、ブラケット 13 に支持され、回路基板 10 やビーム整形レンズ 12、投影レンズ 16 等に対する位置決めがされている。 40
- 【0026】
- 第一透過領域 14 a は、対象物に対して光を格子状に照射可能に形成されている。具体的には、第一透過領域 14 a は、一方向（縦方向）に長いスリット状に形成された光を透過させる光透過部 20（図 2 に白色で図示）が、当該一方向に交差する方向（横方向）に 50

等間隔に並べて形成されている。換言すると、第一透過領域 14 a には、光透過部 20 が格子状に配置されている。このため、第一透過領域 14 a を透過した近赤外 LED 11 からの光は、格子状の光学パターンとなり対象物に向かう。

なお、第一透過領域 14 a は、格子状の光学パターンを生成するものでなくてもよく、対象物の 3 次元情報を取得可能にする光学パターンを生成できればよい。例えば、光学パターンは、複数のドットで構成されるパターンであってもよい。また、本実施の形態においては、第一透過領域 14 a が生成する光学パターンは、対象物である人の顔に対して縦縞を投影するようになっているが、対象物に対して、斜めの縞や横縞を投影するように構成されていてもよい。

【0027】

第二透過領域 14 b は、対象物の所定部位に対して光を略一様に照射可能に形成されている。具体的には、第二透過領域 14 b は、例えば、目に対して光を照射するための領域となっている。第二透過領域 14 b は、第一透過領域 14 a の一部を横断するようにして光透過部 20 が配置されることにより形成されている。換言すると、第二透過領域 14 b は、第一透過領域 14 a の一部を開口させるようにして形成されている。このため、第二透過領域 14 b を透過した近赤外 LED 11 からの光は、対象物の所定部位を略一様に照らすように対象物に向かう。

なお、第二透過領域 14 b は、図 2 に示すように、一つのまとまった領域であってもよく、例えば、図 2 に示す第二透過領域 14 b の左右方向中央部に格子状のパターン（第一透過領域 14 a）が形成され、二つの領域に分かれて構成されていてもよい。すなわち、例えば、第二透過領域 14 b は、両目に対して光を照射する 1 つの光透過部 20 によって構成されていてもよく（図 8 の近赤外画像 70 参照）、それぞれの目に対して光を照射する 2 つの光透過部によって構成されていてもよい（図 5 の近赤外画像 70 参照）。また、第二透過領域 14 b は、対象物の所定部位に対して光を略一様に照射可能にするものでなくてもよい。すなわち、本実施の形態においては、虹彩認証を容易に行うために略一様に光を照射可能にするよう形成されているが、虹彩認証に係る処理に合わせて、当該処理に適した光学パターンを照射可能にするよう形成されていけばよい。

【0028】

本実施の形態のフォトマスク 14 は、ガラス板にエッチングを施すことにより、光を通す部分（光透過部 20：図 2 に白色で図示）と光を通さない部分（光非透過部 21：図 2 に黒色で図示）とが作られ、これにより第一透過領域 14 a と第二透過領域 14 b とが形成されている。換言すると、フォトマスク 14 は、3 次元情報を取得可能にする光学パターンを生成する第一透過領域 14 a と、虹彩情報を取得可能にする光学パターンを生成する第二透過領域 14 b とが同一平面内に配置されている。

なお、フォトマスク 14 は、前述の所定の光学パターンを生成可能になっていれば、その材質はガラスに限られず、製法もエッチングに限られない。また、光を通さない部分とは、光を完全に遮断するものでなくてもよく、光を通す部分に比べて相対的に、対象物に投射される光が少なくなるものであればよい。

【0029】

フォトマスク 14 を通過し、所定のパターン状となった近赤外 LED 11 からの光は、投影レンズ 16 を介して投影装置 3 から出射される。投影レンズ 16 では、対象物に投射される光学パターンの焦点を調整する。フォーカスアクチュエータ 15 は、投影レンズ 16 をフォトマスク 14 に近づく方向（対象物から遠ざかる方向）に動かしたり、フォトマスク 14 から遠ざかる方向（対象物に近づく方向）に動かしたりすることにより、投影装置 3 から出射される光の焦点の調整をする。

【0030】

撮像装置 5 は、可視光および近赤外光を受光して撮影することが可能になっている。また、撮像装置 5 は、投影装置 3 から出射され、対象物に当たって反射された光学パターンを受光して撮影可能に配置されている。撮像装置 5 は、図 1 に示すように、回路基板 30 と、イメージセンサ 31 と、ブラケット 32 と、光学フィルタ 33 と、フォーカスアクチ

10

20

30

40

50

ュエータ34と、撮像レンズ35とを備えている。

【0031】

イメージセンサ31は、回路基板30に実装されている。イメージセンサ31には、撮像レンズ35および光学フィルタ33を介して光が入光する。そして、イメージセンサ31がこの光を電気信号に変換する。

【0032】

撮像レンズ35は、撮像装置5に入光しイメージセンサ31に向かう光の焦点を調整する。フォーカスアクチュエータ34は、撮像レンズ35をイメージセンサ31に近づく方向（対象物から遠ざかる方向）に動かしたり、イメージセンサ31から遠ざかる方向（対象物に近づく方向）に動かしたりすることにより、撮像装置5に入光する光の焦点の調整をする。また、光学フィルタ33は、例えば、ショートパスフィルタやバンドパスフィルタ等であり、顔認証や虹彩認証に不必要な所定の波長の光を遮るフィルタとなっている。また、光学フィルタ33は、ブラケット32に支持され、回路基板30およびイメージセンサ31に対する位置決めがされている。

10

【0033】

イメージセンサ31は、近赤外画像と可視画像が撮影可能なRGB-IRセンサとなっている。イメージセンサ31は、図3に示すカラーフィルタ31aを有している。そして、イメージセンサ31では、カラーフィルタ31aを介して受光素子に光が届くようになっている。また、カラーフィルタ31aは、赤R、緑G、青B、赤外IRの4種類の領域を有している。そして、これら4種類の領域は、図3に示す配列で配置されている。具体的には、4種類の領域がそれぞれ同様の割合で配置されており、各領域は、等間隔で配置されている。

20

なお、カラーフィルタ31aの4種類の領域の配列は、図3に示すものに限られず、他の配列のカラーフィルタを用いてもよい。ただし、可視光の各色の領域とIRの領域との両方を含むことが好ましい。

【0034】

カラーフィルタ31aの可視光の各色の領域（赤R、緑G、青B）は、各色に対応した波長帯域の光を透過する。また、可視光の各色の領域は、赤外の波長帯域の光も透過する。また、赤外IRの領域は、近赤外の波長帯域の光を透過する。このため、イメージセンサ31は、可視光に基づいた可視画像と、近赤外光に基づいた近赤外画像とを撮影可能になっている。

30

【0035】

なお、投影装置3の回路基板10と、撮像装置5の回路基板30とは、1つの基板となってもよい。また、回路基板10と回路基板30とが同一の平面内に配置されるように配置してもよい。また、投影装置3の対象物側の面（前面）と、撮像装置5の対象物側の面（前面）とが同一の平面内に配置されるようにしてもよい。また、投影装置3と撮像装置5とは、互いの軸が平行な状態で、互いに隣接して配置されていてもよい。また、投影装置3と撮像装置5とは、それぞれ別体のモジュールではなく、一体化された1つのモジュールとなってもよい。

【0036】

次に、生体認証装置1で行う処理について説明する。なお、この処理は、例えば、イメージセンサ31や、回路基板30または他の基板に実装されている各種のプロセッサ、あるいはROMやRAM等の情報記憶媒体等のハードウェアや、ROM等に予め記憶されている所定のプログラムからなるソフトウェア等により実現される。また、全ての処理を同一の回路において行う必要はなく、各処理を行う回路が異なってもよい。また、一つの処理を複数の回路で行うこととしてもよい。

40

【0037】

また、生体認証に必要な、個人を特定し認証するための情報としての本人情報は、予め登録されているものとする。本実施の形態においては、本人情報として、顔の三次元情報と虹彩の情報とが登録されている。そして、生体認証装置1で取得される顔の三次元情報

50

と予め登録されている顔の三次元情報とを比較するとともに、生体認証装置 1 で取得される虹彩の情報と予め登録されている虹彩の情報とを比較することにより、認証を行う。

なお、予め登録されている本人情報は、生体認証装置 1 内の情報記憶媒体に記憶されていてもよく、生体認証装置 1 とネットワークを介して接続されるサーバ等の情報記憶媒体に記憶されていてもよい。

【0038】

図 4 に生体認証装置 1 のブロック図を示す。

生体認証装置 1 は、RAW 画像取得部 50 と、画像分離部 51 と、デモザイク処理部 52 と、可視画像出力部 53 と、三次元情報取得部（位相情報算出部）60 と、顔認証部 61 と、虹彩認証部 62 とを備えている。

10

【0039】

RAW 画像取得部 50 は、イメージセンサ 31 で撮影された RAW 画像（RAW データ）を取得する。次に、画像分離部 51 は、RAW 画像取得部 50 が取得した RAW データの RGB 成分（可視光成分）と IR 成分（赤外成分）とを分離する。

【0040】

そして、後段では画像分離部 51 から出力される RGB 成分と IR 成分との両方あるいはいずれか一方に基づいて、可視画像（RGB 画像：可視光に基づく画像）を生成する処理と、三次元情報（三次元画像）を抽出して顔認証を行う処理と、虹彩情報（虹彩画像）を抽出して虹彩認証を行う処理を実行する。

【0041】

20

まず、可視画像を生成する処理について説明する。

デモザイク処理部 52 は、画像分離部 51 から出力される RGB 成分に基づいてデモザイク処理を行い可視画像（RGB 画像）を生成する。また、前述のように、カラーフィルタ 31a の可視光の各色の領域は、赤外の波長帯域の光も透過するようになっているため、デモザイク処理を行う際に、画像分離部 51 から出力される IR 成分に基づいて、可視光の各色の領域を介して混ざり込む IR 成分を除去する処理も行う。そして、デモザイク処理部 52 で生成された可視画像を可視画像出力部 53 が出力する。

【0042】

次に、三次元情報を抽出する処理について図 5 を参照しながら説明する。この処理は、三次元情報取得部 60 で行われる。

30

第一透過領域 14a は、縦縞の格子状の光学パターン（格子パターン）を生成し、この格子パターンが投影装置 3 から投影されるものとする。このとき、対象物としての人の顔に投影装置 3 から格子パターンを投影し、イメージセンサ 31 で撮影して、画像分離部 51 で RGB 成分と IR 成分とを分離することにより得られる近赤外画像 70（近赤外光に基づく画像）は、図 5 あるいは図 8 に示すものようになる。なお、このように格子パターンを投影して得られる近赤外画像 70 を格子画像 70 と呼ぶこととする。また、格子画像 70 に含まれる格子パターンの格子の像を格子像と呼ぶこととする。

【0043】

このとき得られる格子画像 70 の輝度について、格子パターンの格子（縞模様）に交差する方向（例えば、図 5 に示す線 A 部分）における輝度プロファイル（輝度情報 a）は、

40

下記の式（1）で表される。ここで、輝度情報 a は、格子像に相当する。

【0044】

【数 1】

$$I(x, y) = A(x, y) + B(x, y)\cos(\omega x + \varphi(x, y)) \quad \dots(1)$$

$A(x, y)$:背景の明るさ

$B(x, y)$:格子パターンの輝度振幅

ω :基本格子パターン(搬送波:キャリア)の空間周波数

$\varphi(x, y)$:被検物の高さに起因する格子パターンの位相

【0045】

10

3次元情報取得部60は、得られた格子画像に対して下記の処理を行う。

まず、画像の輝度情報aの微分(差分)を取って、局所的な極値(極大および極小)(局所最大値および局所最小値)を求める。次いで、求めた極値に基づいて、輝度情報aの上側包絡線bおよび下側包絡線cを算出する。次いで、bとcとの差分値で規格化し、式(1)における $A(x, y)$ および $B(x, y)$ を実効的に消去し、式(2)に示す格子パターンだけの信号dを得る。

【0046】

【数 2】

$$I'(x, y) = \cos(\omega x + \varphi(x, y)) \quad \dots(2)$$

20

【0047】

次いで、信号dに、格子パターンの搬送波に相当する $\cos(x)$ 、 $-\sin(x)$ をそれぞれ乗じて変形すると、次の式(3)、式(4)のようになる。

【0048】

【数 3】

$$\begin{aligned} I_c(x, y) &= I'(x, y) \cdot \cos(\omega x) \\ &= \frac{1}{2} \{ \cos(\varphi(x, y)) + \cos(2\omega x + \varphi(x, y)) \} \quad \dots(3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_s(x, y) &= -I'(x, y) \cdot \sin(\omega x) \\ &= -\frac{1}{2} \{ \sin(\varphi(x, y)) - \sin(2\omega x + \varphi(x, y)) \} \quad \dots(4) \end{aligned}$$

30

【0049】

I_c 、 I_s 共に右辺第2項は振動項であるため、1周期の積分あるいは平均化をすることの変化が小さいところではほぼゼロになり、第1項の平均値が残る。すなわち、式(5)、式(6)のようになる。

【0050】

【数 4】

$$C = \int I_c(x, y) dx = \frac{1}{N} \sum_n I_c(x, y) \cong \overline{\cos(\varphi(x, y))} \quad \dots(5)$$

40

$$S = \int I_s(x, y) dx = \frac{1}{N} \sum_n I_s(x, y) \cong \overline{\sin(\varphi(x, y))} \quad \dots(6)$$

【0051】

なお、式(5)、式(6)における積分、加算は、それぞれxの一周期分の積分および加算を行うものであり、上線は1周期分の平均を表すものとする。

【0052】

すなわち、式(3)のように $I'(x, y) \times \cos(x)$ の演算を行うと、図6に

50

示すように で振動する搬送波にモアレ縞（格子パターンの縦縞）に相当する基準線の変動が表れる。このとき、図 6 に示す区間 e で積分（平均化）を行うと搬送波を消去でき、モアレ縞 f のみを取り出すことができる。なお、上下の包絡線を検出して、その中間値を f とすることとしてもよい。

【 0 0 5 3 】

式（ 5 ）と式（ 6 ）の結果から、式（ 7 ）に示すように、被検知物（対象物）の高さに起因する格子パターンの位相が得られる。換言すると、顔の高さに相当する位相情報が得られる。

【 0 0 5 4 】

【 数 5 】

$$\tan^{-1}\left(\frac{\sin(\varphi(x,y))}{\cos(\varphi(x,y))}\right) = \varphi(x,y) \quad \dots(7)$$

10

【 0 0 5 5 】

そして、3次元情報取得部 60 は、こうして得られた位相情報に基づいて、位相差画像 76 を生成する（図 7、図 8 参照）。さらに、3次元情報取得部 60 は、位相差画像 76 に含まれる位相情報から、周知の方法により3次元情報を解析し、3次元情報を持つ画像としての3次元画像 78 を生成する。換言すると、3次元情報取得部 60 は、撮像装置 5 で撮影された画像の IR 成分から、3次元情報を抽出（生成）し、出力する。

以上のようにして、格子画像 70 から3次元情報が取得され、3次元画像 78 が生成される。

20

なお、撮像装置 5 で撮影された画像から3次元情報を抽出する処理は、必ずしも前述の演算により行うものでなくてもよく、周知の種々の方法により行ってもよい。例えば、サンプリングモアレ法を利用して行ってもよい。

【 0 0 5 6 】

3次元画像 78 を生成する処理について、図 7 および図 8 を参照しながら改めて説明すると以下の通りである。すなわち、格子画像 70 の輝度情報 a から信号 d を得ることにより、画像 71 が得られる。次いで、信号 d に、 $\cos(x)$ 、 $-\sin(x)$ をそれぞれ乗じて変形すると（式（ 3 ）および式（ 4 ）参照）、画像 72 と画像 73 とがそれぞれ得られる。次いで、 I_c 、 I_s それぞれの平均をとることにより（式（ 5 ）および式（ 6 ）参照）画像 74 と画像 75 とが得られる。次いで、画像 74 と画像 75 とに基づいて位相差画像 76 が得られる。次いで、位相差画像 76 に基づいて3次元画像 78 が得られる。

30

【 0 0 5 7 】

3次元画像 78 を計算によって求める際には、例えば、位相差画像 76 を中心部から上下左右に走査していき、位相差の変化がほぼ \pm になる点を不連続点として位相に \pm を加えて連続位相となるような操作を行う（アンラップ処理）。この際に特異点（この点を周回してアンラップ処理を行っても位相が元に戻らない点）が表れても無視する。

このようにして得られた位相差情報を反復法（例えば、共役勾配法）の初期解として反復計算を行うことによって反復法における計算回数の多さという問題を緩和することができる。

40

具体的には非特許文献 1 にあるように、式（ 7 ）から式（ 8 ）のようなポアソン方程式の形の偏微分方程式を構成する。

【 0 0 5 8 】

【数 6】

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} = \frac{\partial g}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial y} \quad \cdots(8)$$

ただし、 ϕ は3次元情報を表す関数であり、

$$g = \frac{c(\partial S/\partial x) - S(\partial C/\partial x)}{s^2 + c^2} \quad \cdots(9)$$

$$h = \frac{c(\partial S/\partial y) - S(\partial C/\partial y)}{s^2 + c^2} \quad \cdots(10)$$

10

【0059】

偏微分を前方(後方)差分で近似すると(8)式の左辺は、式(11)のように1次式で表され、 $m \times n$ 個の1次連立方程式となる。

【0060】

【数 7】

$$\phi(x-1, y) + \phi(x+1, y) + \phi(x, y-1) + \phi(x, y+1) - 4\phi(x, y) \quad \cdots(11)$$

【0061】

これを共役勾配法などの反復法で解く場合、に初期値として0を入れて解くと収束に時間がかかるが、ある程度解に近い値から出発すると当然計算時間は短縮される。換言すると、位相情報を3次元情報に変換する際に、位相の不連続を解消するための位相接続を少なくとも1回行ってその結果を初期解とした反復法によって3次元情報の近似解を求めることで、反復法における反復回数を削減することができる。

20

図9は1実施例で、反復回数と誤差との関係を示したものである。点線は上記の方程式におけるの初期値をゼロとして計算し、反復回数による誤差の変化を表したものである。一般的に点線のように反復回数と共に誤差が減少していくが、従来 of 計算法では目標誤差(1E-6)となるまでに約430回の反復回数が必要であった。一方、前記の方法によれば、初期解がA点となり、目標誤差(1E-6)となるまでの反復回数は実線のように実質180回に削減された。

また動画において時間的に緩やかな変化をする場合は一つ手前のフレームの情報を次のフレームにおける初期解として用いることで収束を早めることもできる。

30

【0062】

顔認証部61は、3次元情報取得部60で取得された3次元情報に基づいて顔認証を行う。具体的には、顔認証部61は、3次元情報取得部60で生成された3次元画像78から特徴量を抽出する。そして、この抽出された特徴量を、本人情報として予め登録されている顔の3次元情報の特徴量と比較し、撮像装置5で撮影された対象物が、登録されている本人情報で特定される個人と一致するか否かが判定する。そして、一致する場合には認証成功となり、一致しない場合には認証失敗となる。換言すると、顔認証部61は、撮像装置5で撮影された近赤外画像から得られる3次元情報と、予め登録されている顔の3次元情報とを比較し、顔認証を行う。

40

なお、3次元情報に基づいて、登録されている人物であるか判定する方法については、周知の技術を用いればよい。

【0063】

また、顔認証部61は、3次元情報だけでなく、可視画像80の情報も用いて顔認証を行ってもよい。この場合、例えば、顔認証部61は、可視画像出力部53から出力される可視画像80から、顔のパーツ(目、鼻、口等)の配置等を判別し、これを本人情報として予め登録されている顔のパーツの配置の情報と比較して、撮像装置5で撮影された対象物が、登録されている本人情報で特定される個人と一致するか否かが判定する。

顔認証に3次元情報と可視画像の情報とを用いる場合、いずれかの情報に基づく判定において、対象物と本人情報で特定される個人とが一致しないと判定された場合、顔認証は

50

失敗となる。換言すると、3次元情報と可視画像の情報とが、両方とも登録されている本人情報と一致する場合に顔認証が成功となる。

【0064】

次に、虹彩情報を抽出する処理について説明する。

第二透過領域14bは、対象物の所定部位に対して光を略一様に照射する光学パターン（虹彩認証用パターン）を生成し、この虹彩認証用パターンが投影装置3から投影されるものとする。このとき、当該所定部位としての人の目に、近赤外LED11から出射され第二透過領域14bを透過した略一様な光が照射される。投影装置3から虹彩認証用パターンを投影し、イメージセンサ31で撮影して、画像分離部51でRGB成分とIR成分とを分離することにより得られる近赤外画像70は、図5あるいは図8に示すものようになる。なお、このように虹彩認証用パターンを投影して得られる近赤外画像70を虹彩認証用画像70と呼ぶこととする。

10

なお、本実施の形態のフォトマスク14においては、第一透過領域14aと第二透過領域14bとが同一平面内に配置されているため、格子パターンと虹彩認証用パターンとは同時に照射され、格子画像と虹彩認証用画像とが同時に取得される。すなわち、格子画像と虹彩認証用画像とは、同一の画像となる。そして、この画像に基づき、顔認証と虹彩認証とが行われる。ただし、顔認証用の画像と虹彩認証用の画像とを別々に取得するものとしてもよい。また、顔認証用の画像と虹彩認証用の画像とを別々に取得する場合に、虹彩認証用画像は、対象物の虹彩の部分のみが写る画像となるようにしてもよい。

【0065】

20

また、生体認証装置1は、虹彩認証用パターンが投影される部分を指示する投影箇所指示部（図示せず）を備えていてもよい。例えば、生体認証装置1がモバイル端末に内蔵される場合、投影箇所指示部は、インカメラあるいは撮像装置5により撮影され、モバイル端末の画面上に表示される画像に、虹彩認証用パターンが投影される部分を示す枠を重ねて表示することとしてもよい。この場合、ユーザーは、当該枠内に自分の目が表示されるように調整することで、目に虹彩認証用パターンが当たるようにでき、虹彩認証を正しく行うことができる。また、生体認証装置1は、目の位置を検知する検知部（図示せず）を備えていてもよい。例えば、検知部が、虹彩認証用パターンが投影される位置に目が位置しているか判定し、虹彩認証用パターンが投影される位置に目が位置している場合に、投影装置3から虹彩認証用パターンが投影された目の画像を撮像装置5が撮影するようにしてもよい。

30

【0066】

虹彩認証部62は、虹彩認証用画像70から得られる虹彩の情報と、本人情報として予め登録されている虹彩の情報とに基づいて虹彩認証を行う。虹彩認証は、例えば、虹彩認証用画像70から対象物の虹彩が写っている部分を切り出すことにより得られる画像（虹彩画像）についてFFT（高速フーリエ変換）をすることにより位相情報を抽出し、POC（位相限定相関法）により、虹彩認証用画像70に含まれる虹彩画像と登録されている虹彩の画像との相関をとり、この相関の情報に基づいて虹彩認証を行う。

なお、虹彩認証の方法は、前述の方法に限られるものではなく、周知の種々の認証方法から適宜選択すればよい。また、虹彩認証用画像70から対象物の虹彩が写っている部分を切り出すことにより得られる虹彩画像をコード化し、本人情報として予め登録してあるコードと照合して認証を行うこととしてもよい。

40

【0067】

なお、顔認証および虹彩認証のそれぞれにおいて、比較の対象となる本人情報は1つの場合もあれば、複数の場合もある。例えば、本実施の形態の生体認証装置1がモバイル端末に内蔵され、当該モバイル端末の持ち主であるか否かを判定してロックを解除するといった用途に用いられる場合、本人情報はモバイル端末に記憶されている持ち主1人の情報であって、この情報と、撮像装置5により撮影された画像から抽出された特徴とを比較し、撮影された対象物が、このモバイル端末の持ち主に該当するか否かという判定をしてもよい。また、例えば、本実施の形態の生体認証装置1が建物のドア付近に設置され、当該

50

建物の関係者であるか否かを判定してドアのロックを解除するといった用途に用いられる場合、本人情報はサーバに記憶されている当該建物に係る複数人の情報であって、この複数人の情報それぞれと、撮像装置 5 により撮影された画像から抽出された特徴とを比較し、撮影された対象物が、この複数人のうちの誰に該当するか、あるいは誰にも該当しないのかという判定をしてもよい。

【 0 0 6 8 】

本実施の形態の生体認証装置 1 によれば、近赤外の光学パターンを照射する投影装置 3 と、近赤外の光を受光可能な撮像装置 5 とを備え、投影装置 3 は、顔の 3 次元情報を取得するための光学パターンと、虹彩の情報を取得するための光学パターンとを、同時に照射可能となる。そして、撮像装置 5 は、投影装置 3 から光学パターンが照射された対象物を撮影する。よって、撮像装置 5 により撮影された画像から、顔の 3 次元情報と、虹彩の情報とを取得することができる。したがって、顔認証と虹彩認証との両方を行うことができる。

10

【 0 0 6 9 】

また、投影装置 3 は、近赤外の光を出射する光源としての近赤外 LED 1 1 と、近赤外 LED 1 1 の光から顔の 3 次元情報を取得するための光学パターンを生成する第一透過領域と近赤外 LED 1 1 の光から虹彩の情報を取得するための光学パターンを生成する第二透過領域とが同一平面内に配置されたフォトマスク 1 4 と、投影レンズ 1 6 と、を有する。したがって、1つのフォトマスク 1 4 で顔の 3 次元情報を取得するための光学パターンと、虹彩の情報を取得するための光学パターンとを生成し、これら 2 つの光学パターンを同時に照射することができる。

20

【 0 0 7 0 】

また、等間隔の格子状の光学パターンを照射した状態で、撮像装置 5 により撮影された略正弦波状の格子像の、局所最大値と局所最小値とを算出して正弦波の振幅を一定とした後に、略同じ周期の正弦波と余弦波とを掛け合わせてそれぞれ一周分積分してから、割り算をして逆正接演算をすることによって、顔の高さに相当する位相情報を算出する位相情報算出部（3次元情報取得部）60を備えるので、簡易な処理で位相情報を算出することができる。

【 0 0 7 1 】

また、可視画像 80 から得られる情報と、近赤外画像 70 から得られる 3 次元情報とに基づいて顔認証を行う顔認証部 61 を備え、撮像装置 5 は、イメージセンサ 31 として、可視画像 80 と近赤外画像 70 とを撮影可能な RGB - IR センサを有するので、1つのイメージセンサ 31 で、可視画像 80 と近赤外画像 70 とを撮影することができる。そして、このイメージセンサ 31 で撮影された可視画像 80 と近赤外画像 70 とに基づいて顔認証を行うことができる。したがって、例えば、近赤外画像 70 から得られる 3 次元情報のみに基づいて顔認証を行う場合に比べ、より正確に顔認証をすることができる。

30

【 0 0 7 2 】

(第 2 の実施の形態)

本実施の形態の生体認証装置 1 が、第 1 の実施の形態の生体認証装置 1 と主に異なる点は、フォトマスクの構成なので、以下ではこの点について説明し、第 1 の実施の形態と同様の構成については、その説明を省略ないし簡略化する。

40

【 0 0 7 3 】

本実施の形態の生体認証装置 1 のフォトマスク 1 4 は、図 10 に示す画素 9 2 (単位ブロック) が縦横に複数並べられて構成されている。フォトマスク 1 4 の各画素 9 2 は、液晶表示素子 9 3 が 2 つの偏光板 9 4 に挟まれて形成されている。各画素 9 2 は、各画素 9 2 の液晶表示素子 9 3 に加える電圧の ON / OFF によって、光の透過 / 非透過が切り替わる。例えば、光を遮断したい画素に電圧を加え、光を透過させたい画素には電圧を加えないことで、生成したい光学パターンに対応した光透過部 20 の配置が実現される。換言すると、フォトマスク 1 4 は、印加される信号によって光学パターンを変更可能となっている。

50

【0074】

このような構成によれば、フォトマスク14のパターンを切り替えることが可能となる。したがって、第1の実施の形態においては、投影装置3は、顔の3次元情報を取得するための光学パターンと、虹彩の情報を取得するための光学パターンとを同時に照射していたところ、第2の実施の形態においてはこれらの光学パターンを逐次に照射することが可能となる。すなわち、例えば、フォトマスク14に所定の信号を印加し、顔の3次元情報を取得するための光学パターンを生成可能な状態にした後、フォトマスク14に別の信号を印加し、虹彩の情報を取得するための光学パターンを生成可能な状態にすることで、2つの光学パターンを逐次に照射することが可能となる。

【0075】

この場合、顔の3次元情報を取得するための光学パターンが照射された状態で、撮像装置5により撮影された画像に基づいて顔認証を行い、虹彩の情報を取得するための光学パターンが照射された状態で、撮像装置5により撮影された画像に基づいて、虹彩認証を行えばよい。

【0076】

また、本実施の形態のフォトマスク14は、第1の実施の形態のフォトマスク14と同様に、第一透過領域14aと第二透過領域14bとが同一平面内に配置されるように信号が印加されるようになっていてもよい。このような場合に、対象物の形状や状態等に応じて、例えば第一透過領域14aの形状や第二透過領域14bの位置が変わるようになっていてもよい。例えば、人の目の位置に合わせて第二透過領域14bの位置が変化するようにもよい。具体的には、生体認証装置1が、目の位置を検知する検知部（図示せず）を備えており、この検知部によって検出された目の位置に合わせて、フォトマスク14に印加する信号を変化させて第二透過領域14bの位置を調整し、目に、虹彩認証するのに適した光が投影されるようにしてもよい。

なお、このような目の位置を検出する検知部は、従来から知られている物体認識技術を適用することにより実現できる。

【0077】

本実施の形態の生体認証装置1においては、投影装置3は、印加される信号によって光学パターンを変更可能なフォトマスク14を備えるので、フォトマスク14に印加する信号を変化させることにより、光学パターンを変化させることができる。したがって、認証の種類や、撮影の対象物の状態等に応じて、光学パターンを変化させることができる。

【0078】

なお、本発明の生体認証装置は、スマートフォン等のモバイル機器におけるユーザー認証だけでなく、例えば、車に搭載してユーザー認証に利用してもよく、建物に設置して関係者の認証に利用してもよい。また、この他にも、生体認証が必要とされるあらゆる機器、装置に適用し、生体認証が必要とされるあらゆる用途に用いることができる。

【0079】

(第3の実施の形態)

本実施の形態の生体認証装置が、第1または第2の実施の形態の生体認証装置と主に異なる点は、主に生体認証装置で行う処理なので、以下ではこの点について説明し、第1または第2の実施の形態と同様の構成については、その説明を省略ないし簡略化する。

【0080】

本実施形態の生体認証装置1のフォトマスク14は、第二透過領域14bを有さず、その略全面が第一透過領域14aとなっている。すなわち、図2に示す第1の実施の形態のフォトマスク14において、第一透過領域14aの一部が開口したような形状となっており、その略全面に光透過部20が格子状に配置されている。そして、近赤外LED11からの光が格子状（縦縞）の光学パターンとなり、当該光学パターンが対象物としての人の顔全体（目の部分を含む）に投影されるようになってい

なお、本実施形態の生体認証装置1においてもフォトマスク14として、第1の実施の形態のフォトマスクのような第二透過領域14bを備えるフォトマスクを使用してもよく

10

20

30

40

50

、第2の実施の形態のフォトマスクのような印加される信号によって光学パターンを変更可能なフォトマスクを使用してもよい。

【0081】

本実施の形態の生体認証装置1は、図11に示すように、顔領域特定部102を備えている。顔領域特定部102は、可視画像出力部53から出力された可視画像80に基づいて顔の領域を特定し、顔の領域を示すマスク画像150を生成する(図12参照)。

【0082】

顔領域特定部102は、可視画像80から、機械学習により顔の器官(ランドマーク)を検出する。ここで、顔の器官とは、例えば、目、鼻または口等の、人の顔を構成する器官である。顔領域特定部102は、目、鼻および口のすべてを検出しても良いが、いずれか1つを検出するものであってもよい。なお、目の虹彩情報を取得するために、顔領域特定部102が検出する器官の中に、少なくとも目が含まれていることが好ましい。

【0083】

顔領域特定部102による顔の検出によって、図12に示すように、可視画像80上の点であって、顔の器官それぞれを示す複数の点152が、情報として得られる。次いで、顔領域特定部102は、目、鼻、口それぞれを示す複数の点152のうち、最も外側の点を用いて顔の輪郭を抽出する。具体的には、顔領域特定部102は、目、鼻、口それぞれを示す複数の点のうち最も外側の点よりも若干外側を通る線によって、これらの複数の点152を囲うようにして、顔の領域153を特定する。すなわち、顔領域特定部102は、目と鼻と口とを囲うようにして顔の領域153を決める。換言すると、顔領域特定部102は、目と鼻と口とを含む範囲を顔の領域153とする。このように、顔領域特定部102は、検出した顔の器官の情報に基づいて、顔の領域153を特定する。

なお、顔の器官を示す複数の点152のうち、目を示す複数の点152aには、目尻を表す点と、目頭を表す点と、目の上縁における1点または2点以上の点と、目の下縁における1点または2点以上の点とが含まれる。

【0084】

次いで、顔領域特定部102は、抽出した顔の領域153の情報に基づいて、マスク画像150を生成する。具体的には、特定した顔の領域153(目、鼻、口が含まれる領域)を「1」とし、顔の領域153の外側を「0」とした2値画像として、マスク画像を生成する。

【0085】

なお、顔領域特定部102による、顔の器官の検出および顔の領域の特定においては、公知の種々の技術を適用可能である。例えば、顔の器官を検出し、顔の領域を特定する機械学習のアルゴリズムについては、オープンソフトウェアのDlib等を用いてもよい。なお、顔領域特定部102は、必ずしも目と鼻と口とに関する検出結果に基づいて顔の領域153を特定する必要はない。例えば、公知の技術を用いることで、鼻や口がマスクに覆われている状態であっても、顔の領域を特定することができるので、このような技術を用いて顔の領域を特定してもよい。また、顔領域特定部102は、可視画像80ではなく、近赤外画像70に基づいて顔の領域を特定するものであってもよく、可視画像80と近赤外画像70との両方に基づいて顔の領域を特定するものであってもよい。

【0086】

本実施形態の生体認証装置1における3次元情報取得部60は、第1の実施の形態の生体認証装置1と同様に、撮像装置5で撮影された画像のIR成分から、3次元情報を抽出(生成)し出力する。この3次元情報の生成において、マスク画像150を用いることにより、処理負担を軽減している。

【0087】

具体的には、3次元情報取得部60は、近赤外画像70(格子画像70)から3次元情報を抽出するための前述の演算をする際(例えば、前述のように共役勾配法で数値解を求める際等)に、近赤外画像70のうち、マスク画像150において「1」となっている部分に対応する部分についてのみ計算を行い、マスク画像150において「0」となってい

10

20

30

40

50

る部分に対応する部分については計算を行わないようにする。このようにすることで、3次元情報を抽出するための演算において、背景等の顔以外の部分の影響が除去される。このため、例えば共役勾配法で数値解を求める際には、収束が早くなるとともに、解が安定する。

【0088】

次に、顔領域特定部102による顔の器官の検出結果を利用した、虹彩の情報の取得について説明する。

顔領域特定部102は、顔の器官それぞれを示す複数の点152のうち、目に相当する点152aの可視画像80上における座標情報を出力する。虹彩認証部(虹彩情報取得部)62は、図13に示すように、当該座標情報に基づいて、虹彩認証用画像としての近赤外画像70上における目の位置を特定し、近赤外画像70から目の領域の画像(目領域画像156)を抽出する。換言すると、前述した目を示す複数の点152aを用いて目の領域を特定し、当該目の領域の画像156を抽出する。このとき、目を示す複数の点152aのうちの、外側の点を通る線によって目の領域を特定することで、目の領域をできるだけ狭く取ることができ、虹彩認証に係る処理負担を軽減することなどができる。そして、抽出された目領域画像156から、Hough変換等により円形を検出することによって、虹彩や瞳の画像を得ることができる(虹彩の外形を示す円154aと、瞳の外形を示す円154bとを図13に示す。)

【0089】

虹彩認証においては、抽出された目領域画像156(虹彩の画像)を極座標から直交座標に写像して、本人情報として予め登録されている虹彩の画像(元画像157)と比較したり、アイリスコードに変換して認証したりすることが知られている。しかし、目の部分に3次元情報を取得するための光学パターンが投射されている場合、当該光学パターンの影響により、直接的な比較や、2値化に支障を来すおそれがある。そこで、本実施形態の生体認証装置1においては、虹彩認証部62は、抽出された目領域画像156から、光学パターンによる縞を除去する前処理を行ってから、座標変換を行う(縦縞を除去した縦縞除去画像158を生成してからこの縦縞除去画像158について座標変換を行う)。なお、ここでの前処理は、例えば、フーリエ変換を用いたフィルタ処理でもよく、縞の周期性を用いた輝度均一化処理あるいはその他の処理でもよい。すなわち、虹彩認証部62は、空間フィルタ処理によって近赤外画像70の撮像時に照射された光学パターンの影響を除去して、虹彩の認証を行うこととしてもよい。

【0090】

目領域画像156と元画像157との輝度の相関関係について、前処理を行わなかった場合の相関関係を示すグラフ160を図13の右上に示し、前処理を行なった場合の相関関係を示すグラフ161を図13の右下に示す。図13に示すように、光学パターンの影響を除去する前処理を行わなかった場合、目領域画像156と元画像157との輝度についての相関係数 $R^2 = 0.0032$ であるのに対し、前処理を行なった場合 $R^2 = 0.9158$ となり、高い相関性が得られていることがわかる。このように、前処理を行うことにより、目領域画像156と元画像157との輝度の相関性を高くし、虹彩認証の精度を高めることができる。すなわち、撮像装置5により撮像された目について、輝度等の虹彩に関する情報を取得する前に、前処理を行うことにより、取得される虹彩情報の精度が高くなり、こうして取得された虹彩情報を、本人情報として予め登録されている虹彩情報と比較することで、虹彩認証の精度を高めることができる。

【0091】

なお、図13に示す展開画像159とは、目領域画像156や、元画像157、縦縞除去画像158を展開した画像であり、本実施形態の生体認証装置1においては、このように各画像を展開して認証に係る処理を行うが、虹彩認証において画像を展開して認証を行う方法については、周知の技術であるため、ここでは説明を省略する。また、画像を展開せずに認証を行うこととしてもよい。

【0092】

10

20

30

40

50

本実施形態の生体認証装置 1 (3次元情報生成装置)は、近赤外の光学パターンを照射する投影装置 3 と、近赤外の光を受光可能な撮像装置 5 と、撮像装置 5 により撮像される撮像対象の画像に基づいて顔の器官を検出して顔の領域を特定する顔領域特定部 102 と、光学パターンを照射した状態で撮像装置 5 により撮像される撮像対象の近赤外画像のうち、顔領域特定部 102 により特定された顔の領域に対応する部分についての3次元情報を生成する3次元情報取得部 60 と、を備える。よって、顔領域特定部 102 は、撮像装置 5 により撮像される画像について、顔の領域を特定し、3次元情報取得部 60 は、撮像装置 5 により撮像される近赤外画像のうち、顔領域特定部 102 により特定される顔の領域に対応する部分についての3次元情報を生成する。すなわち、3次元情報取得部 60 は、撮像装置 5 により撮像される近赤外画像に基づいて3次元情報を生成する際に、顔の領域部分についてのみ計算を行えばよく、顔の領域外の部分(例えば、背景部分等)については、計算を行う必要がない。したがって、3次元情報を生成するための計算において、顔の領域外の部分の影響を除去することができ、当該計算における収束を早めたり、解を安定させたりすることができ、当該計算の負担を軽減することができる。

10

20

30

40

50

【0093】

また、本実施形態の生体認証装置 1 において、顔領域特定部 102 は、顔の器官の検出において目の位置を特定し、虹彩認証部 62 は、近赤外画像と、顔領域特定部 102 により特定される目の位置の情報とに基づいて近赤外画像に写る目についての虹彩の情報を取得する。よって、虹彩認証部 62 は、近赤外画像に写る目についての虹彩の情報を取得する場合に、顔領域特定部 102 により特定される目の位置の情報に基づいて虹彩の情報を取得する。このため、虹彩の情報を取得するための計算においては、目の部分についてのみ計算を行えばよく、当該計算についての処理負担を軽減できる。特に、3次元情報を取得するための光学パターンが、撮像対象としての人の目の部分にも照射されるような構成の場合、虹彩認証をするための虹彩情報の取得にあたって、当該光学パターンの影響を除去することが望ましいが、当該除去に係る計算をする場合でも、計算する範囲を狭めることができるので、計算についての処理負担を軽減することができる。

【0094】

また、虹彩認証部 62 は、空間フィルタ処理によって近赤外画像の撮像時に照射された光学パターンの影響を除去して、虹彩の認証を行う。したがって、虹彩認証の精度を高めることができる。

【0095】

なお、イメージセンサ 31 は、赤外の画素を含むセンサであって、画素数が8メガピクセル以上であることが好ましい。このように、画素数が8メガピクセル以上となっていることで、虹彩認証を高精度で行うことができる。また、画素数を8メガピクセル以上としても、撮像装置 5 により撮像された画像から目領域画像 156 を切り出して虹彩認証を行うので、虹彩認証に係る処理負担を軽減して高速に処理することができる。

【0096】

(第4の実施の形態)

次に、第3の実施の形態の生体認証装置における3次元情報を取得するための構成を、3次元の顔画像を生成する装置に適用した場合について説明する。

【0097】

3次元画像生成装置 120 は、第3の実施の形態の生体認証装置 1 の構成に加えて、図 14 に示すように、3次元画像生成部 122 と、3次元画像生成部 122 で生成された3次元画像(3次元の顔画像)を通信相手に送信する送信部 124 とを備えている。3次元画像生成部 122 は、図 15 に示すように、3次元情報取得部 60 によって抽出される3次元情報(3次元画像 78)と、可視画像出力部 53 から出力される可視画像 80 とに基づいて3次元の顔画像 170 を生成する。

なお、3次元画像生成装置 120 は、顔認証部 61 や虹彩認証部 62 を備えず顔認証や虹彩認証を行わないこととしてもよい。

【0098】

3次元画像生成部122は、3次元情報取得部60から出力される3次元情報としての奥行情報に基づく3次元画像78と、可視画像80とに基づいて、3次元の顔画像170を生成する。近赤外画像70から奥行情報(位相情報)を得て3次元画像78を構成し、レンダリング処理の際に可視画像80の色情報(イメージセンサ31において、カラーフィルタ31aの赤R、緑G、青Bの領域を通った光に基づいて得られる情報)を用いることで、3次元の顔画像170が得られる。

なお、ここで奥行情報に基づく3次元画像78の生成は、3次元情報取得部60で行ってもよく、3次元画像生成部122で行ってもよい。例えば、奥行情報から3次元画像78を構成する際に、同時に可視画像80の色情報を用いた色付け等を行い3次元の顔画像170に色付け等することとしてもよい。

【0099】

3次元画像生成部122で生成された3次元の顔画像170は、アバター情報として、通信相手に送信される。ここで、通信相手とは、3次元画像生成装置120とネットワークを介して接続される機器である。例えば、3次元画像生成装置120は、パソコンや、スマートフォン(携帯端末)等のコンピュータに組み込まれるもの、あるいは外付けされるものとし、送信部124は、通信相手としてのコンピュータに3次元画像生成部122で生成された3次元の顔画像170を送信する。

【0100】

3次元の顔画像170を取得した相手方のコンピュータは、当該3次元の顔画像170をいわゆるアバターとしてディスプレイに表示させる。すなわち、本実施形態の3次元画像生成装置120によれば、撮像された人物の顔に基づいて生成される、アバターとしての3次元の顔画像170を通信相手に送信して、通信相手のユーザーとコミュニケーションを取ることができる。このような3次元画像生成装置120は、ビデオチャット(ビデオ通話)や、ソーシャルネットワーキングサービス、ゲーム等、様々な用途に用いることができる。

【0101】

本実施形態の3次元画像生成装置120は、3次元画像を生成する3次元画像生成部122と、3次元画像生成部122で生成された3次元画像を通信相手に送信する送信部124と、を備え、撮像装置5は、可視光を受光可能であり、3次元画像生成部122は、3次元情報取得部60により生成された3次元情報と、撮像装置5により撮像される可視画像とに基づいて3次元画像を生成する。

【0102】

本実施形態の3次元画像生成装置120においては、3次元情報の生成においてマスク画像150が用いられる。よって、3次元情報取得部60によって生成される3次元情報は、顔領域部分のみの3次元情報であり、撮像装置5により撮像される画像における背景部分等の情報が含まれない。したがって、3次元画像生成部122で生成される3次元の顔画像170にも、撮像装置5により撮像される背景等の情報は含まれない。このため、3次元画像生成装置120のユーザーは、相手方に自分の撮像環境の背景等に関する情報を知られることなく、相手方とコミュニケーションを取ったりすることが可能となる。

【符号の説明】

【0103】

- 1 生体認証装置
- 3 投影装置
- 5 撮像装置
- 11 近赤外LED(光源)
- 14 フォトマスク
- 31 イメージセンサ
- 60 3次元情報取得部
- 61 顔認証部
- 62 虹彩認証部

10

20

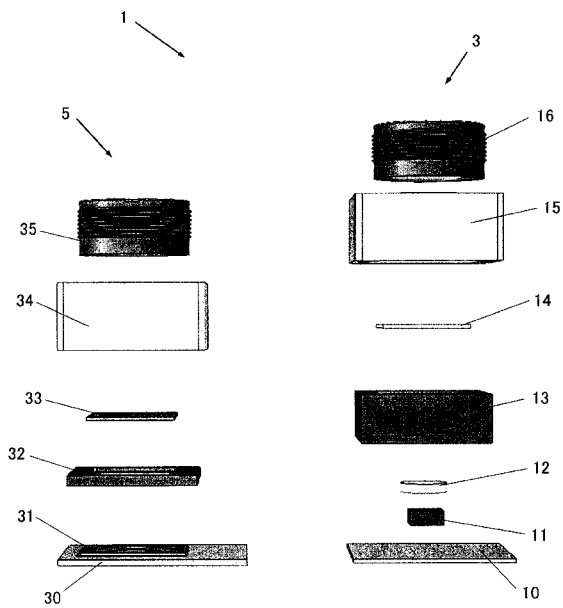
30

40

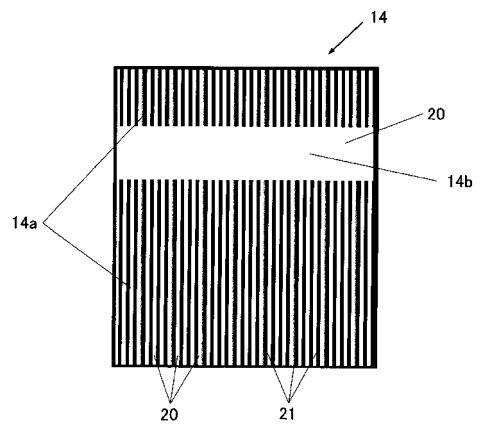
50

- 1 0 2 顔領域特定部
- 1 2 0 3次元画像生成装置
- 1 2 2 3次元画像生成部
- 1 2 4 送信部

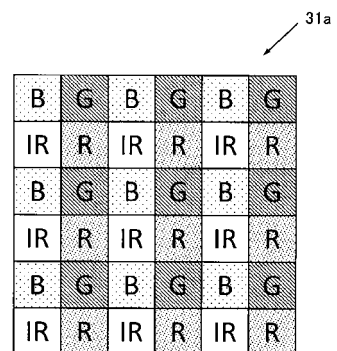
【 図 1 】



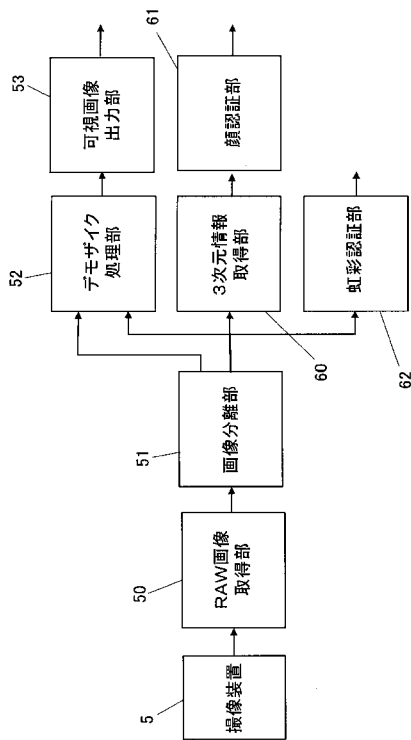
【 図 2 】



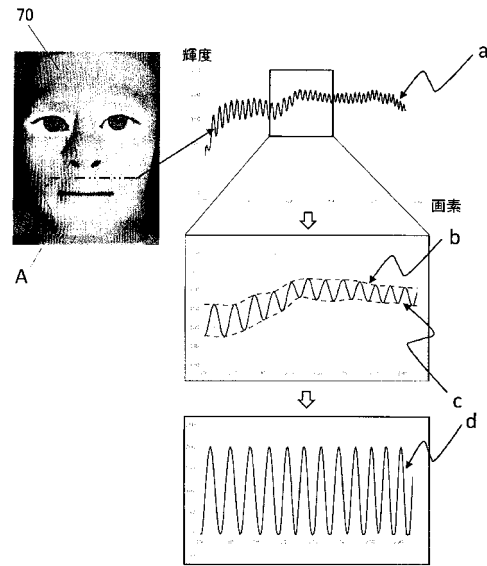
【 図 3 】



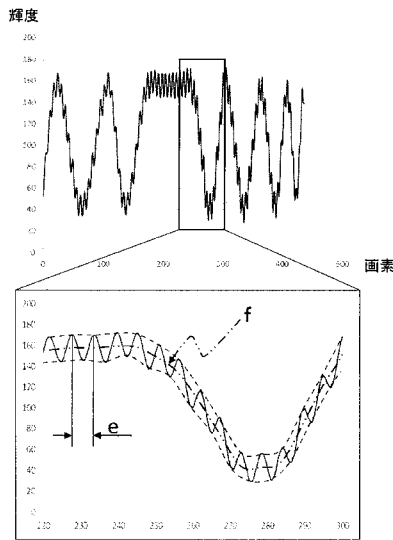
【 図 4 】



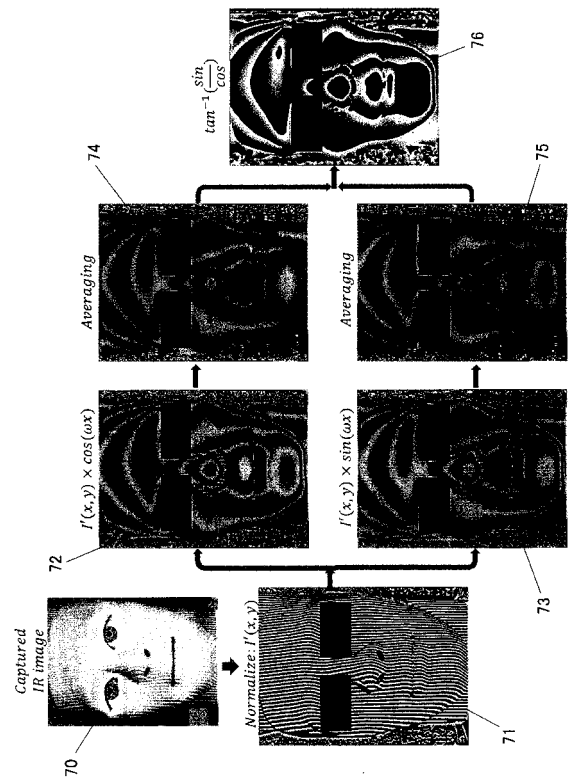
【 図 5 】



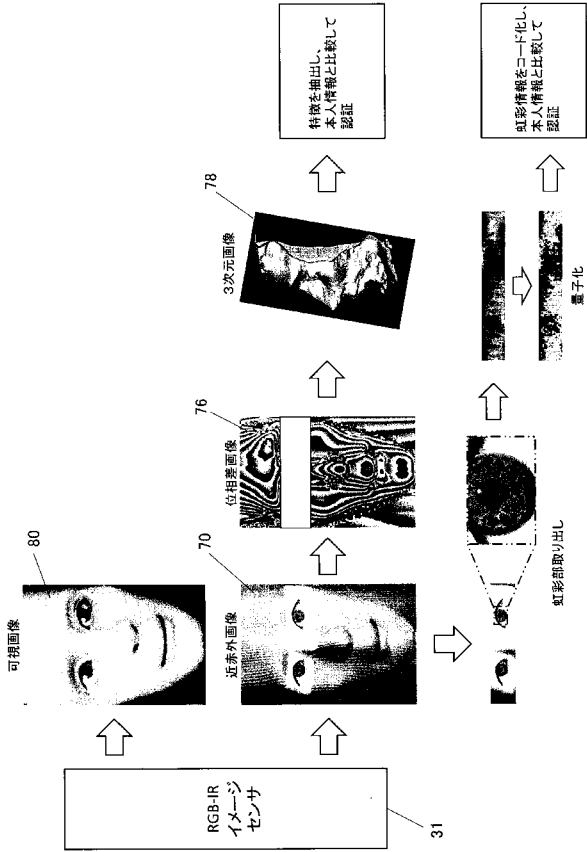
【 図 6 】



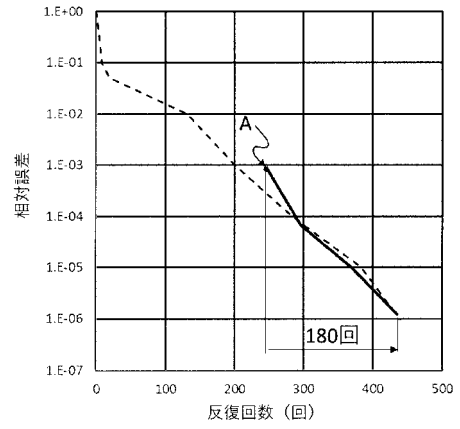
【 図 7 】



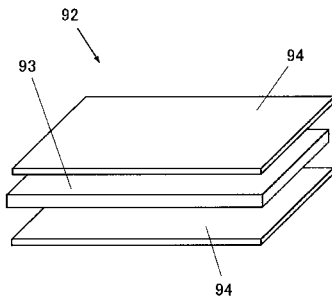
【図 8】



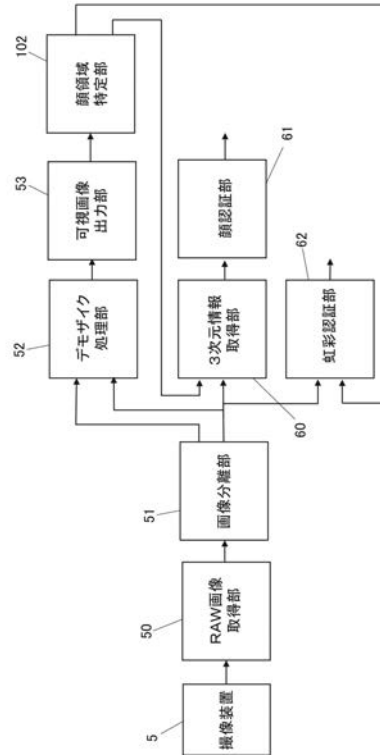
【図 9】



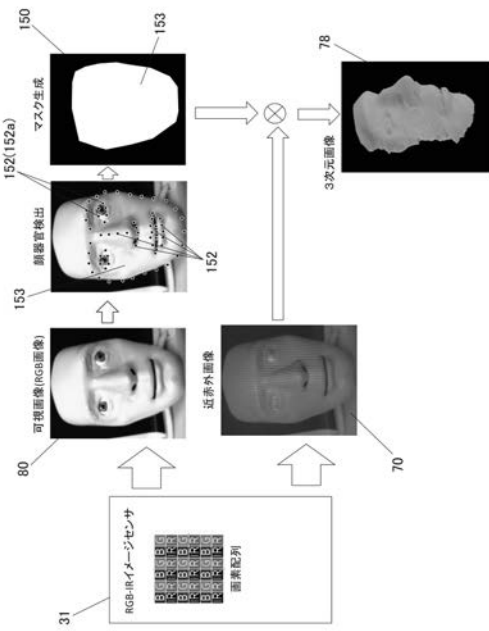
【図 10】



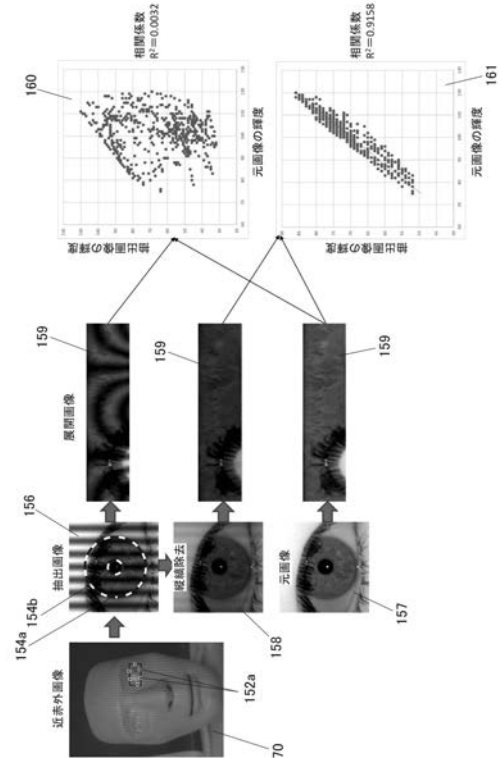
【図 11】



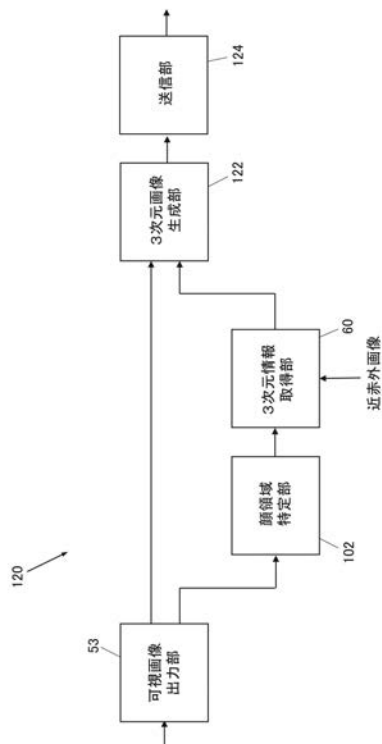
【 図 1 2 】



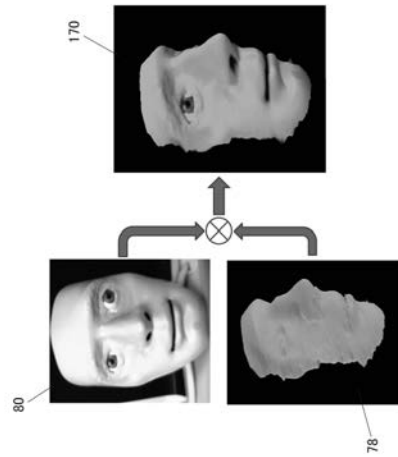
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

A 6 1 B 5/1171 3 0 0

Fターム(参考) 5B043 AA04 AA09 BA04 DA05 EA02 EA05 EA10 FA07 GA02 GA04
HA01
5B047 AA07 AA23 AB04 BC04 BC05 BC07 BC11 CB23
5L096 AA09 CA02 CA17 FA69 GA55 MA03