

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6956737号
(P6956737)

(45) 発行日 令和3年11月2日(2021.11.2)

(24) 登録日 令和3年10月7日(2021.10.7)

(51) Int.Cl.	F 1
G 0 6 T 7/00 (2017.01)	G 0 6 T 7/00 5 1 O B
A 6 1 B 3/10 (2006.01)	A 6 1 B 3/10 1 0 O
A 6 1 B 5/1171 (2016.01)	A 6 1 B 5/1171 3 0 O
A 6 1 B 5/1172 (2016.01)	A 6 1 B 5/1172

請求項の数 13 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2018-555635 (P2018-555635)	(73) 特許権者	516042066 ホーガン, ジョシュア, ノエル アメリカ合衆国 94022 カリフォルニア州, ロスアルトス, キングスウッド・ウェイ 620
(86) (22) 出願日	平成29年4月26日(2017.4.26)	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65) 公表番号	特表2019-519024 (P2019-519024A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公表日	令和1年7月4日(2019.7.4)	(74) 代理人	100091214 弁理士 大貫 進介
(86) 國際出願番号	PCT/US2017/029716	(72) 発明者	ホーガン, ジョシュア, ノエル アメリカ合衆国 94022 カリフォルニア州, ロス アルトス, キングスウッド ウェイ 620
(87) 國際公開番号	W02017/189775		
(87) 國際公開日	平成29年11月2日(2017.11.2)		
審査請求日	令和2年4月20日(2020.4.20)		
(31) 優先権主張番号	62/360, 422		
(32) 優先日	平成28年7月10日(2016.7.10)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	62/328, 804		
(32) 優先日	平成28年4月28日(2016.4.28)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】アイデンティティ検証のための光コヒーレンストモグラフィ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査対象の眼の中の虹彩を分析するシステムであって、
プロセッシングシステムを含む光コヒーレンストモグラフィシステムと、
従来カメラと
を有し、
前記従来カメラが、変化する光レベルに対する前記虹彩の瞳孔の動的挙動をモニタし、
前記光コヒーレンストモグラフィシステムが、検査対象の前記虹彩の予め選択された表面下要素の、変化する光レベルに対する動的挙動をモニタし、

前記プロセッシングシステムが、前記従来カメラのデータと前記表面下要素のデータとの対応関係を決定するように、前記瞳孔及び前記表面下要素の動的挙動を分析し、それにより、検査対象の前記虹彩の真偽を判定する、

システム。

【請求項 2】

関心ある前記表面下要素は、前記虹彩の前記瞳孔の括約筋であり、前記眼の上への光照射の増加の結果としての前記括約筋の収縮の検証によって真偽が判定される、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記光コヒーレンストモグラフィシステムは、コンタクトレンズの背面と角膜の前面との間の表面下界面についてモニタして、前記コンタクトレンズの前面が存在するかを検出

10

20

することによって、外付け模造虹彩の存在を検出する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記光コヒーレンストモグラフィシステムは、前記虹彩の 3 次元構造をモニタし、その構造を従来 2 次元虹彩画像と相関付けることによって虹彩インプラントを検出する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記光コヒーレンストモグラフィシステムは、前記虹彩内の血液の存在を検出する、又は

前記光コヒーレンストモグラフィシステムは、前記虹彩内の血流を検出する、又は
前記光コヒーレンストモグラフィシステムは、前記虹彩内の血流量を検出し、該血流量
を脈拍数と相関付ける、
10

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記光コヒーレンストモグラフィシステムは、血流の変化を検出し、刺激に対する応答
と相関付ける、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

虹彩の真偽を分析する方法であって、

前記虹彩の 3 次元構造を撮像するステップと、

薄い後面上皮の存在を検証するステップと、

前記薄い後面上皮が典型的な層状構造に形状が一致することを検証するステップと、
20
を有する方法。

【請求項 8】

虹彩の真偽を分析する方法であって、

前記虹彩の 3 次元構造を撮像するステップと、

瞳孔によって位置付けられる括約筋の存在を検出するステップと、

光強度が変化されるときの前記括約筋の形状の変化を検出するステップと、

光強度が変化されるときの選択された虹彩構造の形状の変化を検出するステップと、

光強度が変化されるときの前記括約筋の形状の変化を、光強度が変化されるときの前記
選択された虹彩構造の形状の変化と相関付けるステップと、

30
を有する方法。

【請求項 9】

被検体のアイデンティティインジケータの真偽を判定する方法であって、

少なくとも 2 つの生物学的指標を選択するステップと、

少なくとも 1 つの予め選択された動的に変化する刺激に被検体をさらすステップと、

動的に変化する刺激中に前記少なくとも 2 つの生物学的指標をモニタするステップと、
生物学的指標が真正性基準を満たすかを判定するステップと

を有し、

前記少なくとも 2 つの生物学的指標をモニタするステップは、少なくとも 1 つの選択された生物学的指標を、光コヒーレンストモグラフィを用いてモニタすることを含む、

方法。
40

【請求項 10】

前記少なくとも 2 つの生物学的指標を選択するステップは更に、2 次元指標を選択するサブステップと、3 次元指標を選択するサブステップとを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記 2 次元指標を選択するサブステップは、指紋、虹彩、顔面フィーチャ又は血管フィーチャのうちの 1 つの従来画像を選択することを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記少なくとも 2 つの生物学的指標を選択するステップは更に、第 1 の 3 次元指標と第 2 の 3 次元指標とを選択するサブステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 13】

50

前記第1及び第2の3次元指標は、指紋構造、虹彩構造、顔面構造、血管構造のうちの何れかに関連する指標から選択される、請求項1-2に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この出願（整理番号C I 1 6 0 4 2 7 P T）は、2016年4月28日に出願された米国仮出願第62/328,804号の優先権を主張するものであり、その全体をあたかもここに完全に記載されているかのようにここに援用する。この出願はまた、2016年7月10日に出願された“Method and system for verifying bio authenticity”と題された米国仮出願第62/360,422号（整理番号C I 1 6 0 7 0 8 P R）に関連しており、その全体をあたかもここに完全に記載されているかのようにここに援用する。この出願はまた、2015年6月14日に出願された“System and Method for Fingerprint Validation”と題された米国特許出願第14738919号、及び2015年7月26日に出願された“A method and system for verifying document authenticity”と題された米国仮出願第62/197079号に関連しており、これら双方の内容をあたかもここに完全に記載されているかのようにここに援用する。この発明はまた、“Multiple reference non-invasive analysis system”と題された米国特許第7,526,329号、及び“Frequency resolved imaging system”と題された米国特許第7,751,862号に関連しており、これら双方の内容をあたかもここに完全に記載されているかのようにここに援用する。

【0002】

本発明は、例えば光コヒーレンストモグラフィ（Optical Coherence Tomography）（ここではしばしば“OCT”として参照する）などの非侵襲的な撮像及び分析の技術に関する。特に、本発明は、光学干渉技術を使用して生体組織の表面下（サブサーフェス）の属性をモニタ又は測定することに関する。本発明はまた、そのような属性における変化を、少なくとも1つの刺激に対する応答と相關付けることに関し、刺激は、生体組織内で生成されるものでもあり得るし、外部で生成されるものでもあり得る。そのような刺激は典型的に物理的又は心理的なものである。刺激に対する応答について得られる情報は、バイオセキュリティ用途において、モニタ又は分析されている組織が実際の生体組織であることを判定するために使用されることができる。刺激に対する応答について得られる情報はまた、生物医学用途において、モニタ又は分析されている被検体の生体組織の医学的性状を評価するために使用されることができる。

【背景技術】

【0003】

例えば指紋認識及び虹彩認識などのバイオセキュリティ技術は、典型的に、本人であること（アイデンティティ）を判定するために表面フィーチャ（造形）を分析しており、それ故に、“なりすまし”とも呼ばれる人工的若しくは偽造の指紋又は偽造の虹彩の提示に対して弱い。外部刺激に対する不随意反応は、幾つかのバイオセキュリティ技術及び生物医学技術の基礎である。例えば、バイオセキュリティ用途での虚偽検出（うそ発見）技術では、例えば皮膚伝導率などの人間の皮膚の性状が測定され、そのような測定された性状における変化に基づいて、質問に対する回答の真実性が判定される。指紋同定では、例えば血流の存在の検出などの生存検出技術が、なりすまし防止技術として使用される。例えば、非特許文献1（S.CHANG他，“Optical coherence tomography used for security and fingerprint-sensing applications”，IET Image Process., 2008, Vol.2, No.1, pp48-58）を参照されたい。

【0004】

光コヒーレンストモグラフィ（OCT）を用いた対象の非侵襲的な撮像及び分析は、分析される対象又は身体を損傷することなく表面下の情報を取得するための強力な技術である。組織内の構造又は組織の動的性状を分析又はモニタするOCTの能力は、従来から観察可能な情報を、OCTシステムによって取得された表面下情報と相關付けることによつ

10

20

30

40

50

て、例えば指紋認識又は虹彩認識などの従来のバイオメトリックシステムにセキュリティ層を追加することを可能にする。

【0005】

多重基準 (Multiple Reference) OCT (MRO) は、複数の基準信号を使用する TD-OCT の 1 つのバージョンである。別の 1 つの OCT 技術は、フーリエドメイン OCT (FD-OCT) である。スウェプトソース (Swept Source) OCT (SS-OCT) と呼ばれるフーリエドメイン OCT の 1 つのバージョンは、典型的に、その周波数 (又は波長) が広い波長範囲にわたって掃引 (又は変化) される狭帯域レーザ光源を使用する。TD-OCT システムでは、広帯域光源の帯域幅が深さ分解能を決定する。SS-OCT システムでは、光源が掃引される波長範囲が深さ分解能を決定する。

10

【0006】

スペクトルドメイン OCT (SD-OCT) としてしばしば参照されるフーリエドメイン OCT の別の 1 つのバージョンは、典型的に、広帯域光源を使用するとともに、分光計を用いて波長を分離し、そして、マルチセグメント検出器によって、複数の異なる波長の信号を検出する。

【0007】

OCT 深さスキャンは、有用な表面下情報を提供することができ、それらの情報は、以下に限られないが、組織の領域の表面下画像、組織の層の厚さの測定、異常な組織増殖の領域の大きさ、組織液中の例えばグルコースなどの代謝物の濃度の測定、血液中の例えばグルコースなどの代謝物の濃度の測定を含む。より一般的には、OCT 深さスキャンは、組織の属性に関する有用な表面下情報を提供することができる。

20

【0008】

例えば、静電容量式センサのアレイ、又は導通センサのアレイ、又は圧力若しくは超音波センサのアレイなどの従来の指紋センサは、オプションで RF ジェネレータとともに、権限を与えた個人による使用を確保するために使用されているが、そのようなセンサは、例えば人工的な (貼り付けた) 指紋によってなどで不正侵入されることに対して弱い。

【0009】

同様に、従来の虹彩認識技術は、コンタクトレンズベースの模造虹彩の使用によって又は虹彩インプラントの使用によって不正侵入されることに対して弱い。また、模造虹彩を検出する技術として光レベルに伴う瞳孔サイズの変化を単純にモニタすることは、例えば模造 (又は偽造) の虹彩又は眼の中に感光吸収材料の同心リングを含めることによってなどで不正侵入されることに対して弱い。

30

【0010】

故に、より安全な同定及び認証技術に対する満たされていないニーズが存在する。必要とされるのは、動的情報を含め、従来から測定されている情報を、追加の 3 次元又は表面下の情報と相關付けることによって増補された、例えば指紋認識及び虹彩認識などの従来の同定技術を検証するシステム及び方法である。

【先行技術文献】

【非特許文献】

40

【0011】

【非特許文献 1】S. CHANG 他, “Optical coherence tomography used for security and fingerprint-sensing applications”, IET Image Process., 2008, Vol.2, No.1, pp48-58

【発明の概要】

【0012】

本発明は少なくとも、前述の満たされていないニーズの全てを満たす。

【0013】

本発明は、改良された安全な同定及び認証技術を提供する。本発明は、動的情報を含め、従来から測定されている情報を、追加の 3 次元又は表面下の情報と相關付けることによ

50

つて、例えば指紋認識及び虹彩認識などの従来の同定技術を検証又は増補するシステム及び方法を提供する。

【0014】

多数の実施形態がここに記載される。

【0015】

一実施形態において、本発明システムは、虹彩を撮像する従来カメラと、虹彩の3次元の表面下画像を取得するOCTシステムと、オプションの第2の従来カメラとを提供する。ここで使用されるOCTなる略語は、光コヒーレンストモグラフィを意味する。

【0016】

検査対象の眼の中の虹彩を分析するシステムは、プロセッシングシステムを含む光コヒーレンストモグラフィシステムと、第1の従来カメラとを有し、第1の従来カメラが、変化する光レベルに対する虹彩の瞳孔の動的挙動をモニタし、光コヒーレンストモグラフィシステムが、検査対象の虹彩の予め選択された表面下要素の、変化する光レベルに対する動的挙動をモニタし、プロセッシングシステムが、従来カメラのデータと表面下要素のデータとの対応関係を決定するように、瞳孔及び表面下要素の動的挙動を分析し、それにより、検査対象の虹彩の真偽を判定する。10

【0017】

一実施形態において、関心ある表面下要素は、虹彩の瞳孔の括約筋であり、眼の上への光照射の増加の結果としての括約筋の収縮の検証によって真偽が判定される。真偽はまた、従来カメラによって取得された虹彩画像の性状を、同じ被検体に関する以前に記憶された虹彩データと比較することによる、被検体のアイデンティティの検証によって判定される。20

【0018】

OCTシステムの使用により3次元の表面下情報を非侵襲的に取得し、そして、該情報を、従来のように取得された画像及び測定情報と相關付けて、(a)3次元の表面下情報が実際の組織に適合することを検証し、(b)該当する場合に、3次元の表面下情報が、従来的に取得された情報と相關することを検証し、(c)該当する場合に、3次元の表面下情報における動的变化が、従来的に取得された情報における变化と相關することを検証し、そして、(d)該当する場合に、そのような变化が刺激に応答したものであるところで、3次元の表面下情報の動的变化が、従来的に取得された情報における変化と相關することを検証する、ことによって、従来のバイオメトリック撮像及び測定技術が増補される30。

【0019】

そのような刺激は、例えば心拍若しくは脈拍数などの日常的な内部刺激、又は外部刺激とすることができます。外部刺激は、例えば軽い電気ショック又は光レベルの変化などの物理的なものとし得る。それに代えて、あるいは加えて、外部刺激は、例えばストレスのかかる質問などの心理的なものとし得る。

【0020】

虹彩認識の場合、(a)例えばコンタクトレンズなどの外付け模造虹彩の存在を、コンタクトレンズの背面と角膜の前面との間の表面下界面についてモニタして、コンタクトレンズの前面が存在するかを検出することによって見つけるように、(b)虹彩の3次元構造をモニタし、その構造を従来2次元虹彩画像と相關付けることによって虹彩インプラントを検出するように、(c)虹彩内の血液の存在を検出するように、(d)虹彩内の血流を検出するように、(e)虹彩内の血流量を検出し、それを脈拍数と相關付けるように、(f)血流の変化を検出し、刺激に対する応答と相關付けるように、(g)表面下組織要素における動的变化を検出し、それを、例えば光レベルの変化などの刺激に応答しての瞳孔径の動的变化と相關付けるように、OCTシステムの使用により従来の虹彩認識を増補することによって、認識システムをいっそう堅牢にすることができる。40

【0021】

OCTシステムはまた、(a)虹彩の三次元構造を撮像して、例えば、虹彩の背面上の50

薄い後面上皮の存在を検証し、それが典型的な層状構造に一致することを検証すること、(b)瞳孔によって位置付けられる括約筋の存在を検出すること、(c)光強度が変化されるときの、括約筋の形状の変化又はその他の虹彩構造の形状の変化を検出すること、及び(d)光強度が変化されるときの筋肉又はその他の組織構造の形状の変化を、光強度変化に応じた瞳孔径の変化と相關付けることによって、虹彩インプラントを検出する。

【0022】

指紋認識の場合、(a)従来指紋の下の組織の皮下構造の性状がモニタされて、それが(偽造指紋ではなく)実際の生体組織であることが検証され、(b)(ここに援用した特許出願に記載されているように)皮下指紋の性状が表面指紋と相關付けられて、皮下が表面指紋と一貫性を持つことが検証され、(c)血管の大きさ又は血流の速さにおける物理的変化がOCTシステムによってモニタされ、従来の脈拍数モニタ又は心拍モニタによってモニタされる脈拍数と相關付けられ、また、血管の大きさ又は血流の速さにおける物理的変動の変化が、外部刺激に起因する脈拍数又は心拍数の変化と相關付けられ(そのような刺激は、物理的なものとすることもでき、心理的なものとすることもできる)、(d)組織の圧縮が、例えば、表皮厚さ又はその他の層の厚さを測定することによってモニタされ、測定された圧縮における変化が、指が指紋プラテンに当てられる圧力の変化と相關付けられる(そのような圧力変化は、プラテンに指を当てること又はプラテンから指を離すことによることができ、あるいは、追加のセンサがプラテン上の指の実際の圧力をモニタする)。

【0023】

顔認識の場合、OCTシステムによる顔の表面の表面下スキャンを用いて、顔面組織が典型的な組織層構造を持っていて、例えば液体ラテックスマスク又はその他の変装メーキヤップによって覆われていないことを検証することができる。OCTシステムはまた、血液の存在を検出すること、血流を検出すること、測定される血流量が脈拍数に対応して変化することを検出すること、血流強度の変化に、例えばストレスのかかる質問又は刺激に応答した紅潮又は蒼白に起因した、顔色及び/又は温度の対応した変化が付随していることを検出すること、のためにも使用されることができる。

【0024】

多重測定を行うために、複数のOCTシステム又は単一のOCTシステムによって取得されたOCT測定結果が使用される。例えば、ゴーグル状の顔面装着装置に収容されたOCTシステムが虹彩測定を行い、顔面測定を行うようにOCTビームが経路付けられる。顔面測定は、例えば、鼻の中の血流をモニタすることを含む。

【0025】

より安全な同定及び認証技術の他の実施形態は、(a)涙液膜の存在及び厚さ、(b)“涙の湖”として参照される眼瞼縁部における涙メニスカスのプロファイル、(c)以下に限られないが、角膜の厚さ及び曲率、水晶体厚さ、眼の軸方向長さを含む眼の他のパラメータ、(d)例えば、皮膚が圧力に応答してどのように変形及び弛緩するかといった、組織の機械的パラメータ、(e)組織によって散乱される光に対する偏光変化であり、例えば、直線偏光が偏光解消して実組織の複屈折を示すこと、又は円偏光が実組織の複屈折を示すことを判定するもの、(f)虹彩の前面の3D構造、を測定することを含む。

【0026】

安全な同定は、狙いを定めた(標的化した)、組織の特定の領域の小さいOCT3次元(又はボリューム)スキャンによって迅速化される。例えば、指紋の場合、特徴点(minutiae)の同一性及び位置に関する情報が表面指紋から判定され、この情報を用いて、それらの特徴点のうちの少なくとも幾つかの部分を少なくとも含む特定の小さいボリュームをスキャンするようにOCTスキャンシステムに指示する。

【0027】

表面指紋の特徴点の同一性及び位置に関する情報はまた、汗腺を含む組織ボリューに狙いを定めることにも使用される。言葉による(又はその他の)刺激が与えられるときに、1つ以上の汗腺から散乱される光の強度における変化がモニタされる。そのような言葉に

10

20

30

40

50

よる刺激は、以下に限られないが、個人の身元、生い立ち、又は経歴に関する質問を含む。

【0028】

虹彩スキャンの場合、標的化OCTスキャンは、虹彩の表面トポロジーを用いて、例えば、瞳孔を拡張又は収縮せしように設計された光レベル刺激に応答して変化する括約筋又はその他の表面下虹彩要素を含むボリュームをスキャンするように、OCTスキャンシステムを位置付ける。

【0029】

本発明の一実施形態に従った方法は、少なくとも2つの生物学的指標を選択するステップと、少なくとも1つの予め選択された動的に変化する刺激に被検体をさらすステップと、上記少なくとも2つの生物学的指標をモニタするステップと、動的に変化する刺激中に取得されたデータを処理するステップと、生物学的指標が真正性基準を満たすかを判定するステップとを有する。好適な一実施形態において、虹彩認識に関して、指標は、瞳孔径の変化及び括約筋形状の変化を含む選択動的指標である。顔認識では、好適な一実施形態における選択動的指標は、血流の増加又は減少である。指紋分析では、選択動的指標は、第1及び第2の脈血流である。代わりの実施形態では、2次元及び3次元撮像アプローチは、超音波、表面プロファイル測定、ビデオカメラ、及び構造化照明と組み合わせたビデオカメラを含む。

【0030】

理解されるべきことには、以上の説明は、例示的なものであり、限定的なものではない。これらには、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、当業者によって数多くの変更及び変形が為され得る。故に、理解されるべきことには、本発明は、ここに具体的に記載されるもの以外でも実施され得るものである。

【図面の簡単な説明】

【0031】

図面は、本発明を理解することを助けるものとして提供されている。

【図1】本発明に従ったシステムの例示である。

【図2】本発明に従ったシステムの別の一実施形態を示している。

【図3】断層トモグラフ(Bスキャン)を表面画像とともに示しており、人間の指紋照合への本発明の適用を例示している。

【図4】Fig. 4Aは、尾根部を示す典型的なBスキャンを示しており、Fig. 4Bは、やはり尾根部を示す表面指紋を示している。

【図5】表面指紋及び対応するBスキャンを示している。

【図6】表面より下の2D(2次元)画像と、Bスキャンとを示しており、尾根形成パターンがないことを例示している。

【図7】プライマリ指紋と、表皮と真皮とが出会う領域のB-Sキャンとを示しており、一致する尾根部を例示している。

【図8】Fig. 8Aは虹彩の側面図を示し、Fig. 8Bは虹彩の正面図を示している。

【図9】本発明の一実施形態に従った、虹彩を撮像する従来カメラと、虹彩の3次元の表面下画像を取得するOCTシステムと、オプションの第2の従来カメラとを示している。

【図10】薄い後面上皮の典型的な層状構造を示す虹彩の一部分の略図である。

【図11】Fig. 11A、11B及び11Cは、OCTとキャパシティブアレイ指紋撮像システムとの組み合わせを示している。

【図12】Fig. 12A、12B及び12Cは、OCTと、薄いFTIR、ビームスプリッタ及び従来カメラに基づく指紋撮像システムとの組み合わせを示している。

【図13】本発明に従った方法を示している。

【発明を実施するための形態】

【0032】

ここで使用される用語及び略語。出願人は、ここでは、一般的に理解される用語の意味

10

20

30

40

50

を意図する。この明細書において使用する用語の選択及び意図する意味を、本発明を理解することの助けとして、以下ここに説明する。

【 0 0 3 3 】

認証 (Authentication) : ここで使用されるとき、例えば生体真正性においてのように、被検体アイデンティティ及び被検体の生存を検証することを意味する。

【 0 0 3 4 】

Bスキャン : 光コヒーレンストモグラフィを用いて得られる断面トモグラフィスキャン ; 表面下 (サブサーフェス) スキャンを含むスキャン。

【 0 0 3 5 】

C C D : 電荷結合デバイス。

10

【 0 0 3 6 】

C M U T : 容量性 (キャパシティブ) マイクロマシン (微細加工) 超音波トランステューサ。

【 0 0 3 7 】

従来指紋 : 表面指紋 ; 指先の皮膚の表面 (外表皮) の画像 ; 本発明方法及びシステムによって得られるもの以外の任意の指紋画像。従来画像 (及び従来撮像システム) は、カメラ、フォトコピー、又は表面指紋又は組織層を 2 次元表現で撮像する任意の他の一般的な撮像技術によって得られる画像を含む。

【 0 0 3 8 】

O C T : 光コヒーレンストモグラフィ。

20

【 0 0 3 9 】

プライマリ指紋 : 表皮と真皮とが出会う領域を指す、指紋分析の分野で使用される用語。代わりに “表面下指紋”、“皮下指紋”とも呼ばれる。

【 0 0 4 0 】

レジストレーション : 断面トモグラフィスキャンの従来指紋とのアライメント。本発明に従ったシステムにおいては、光コヒーレンストモグラフィシステムと表面撮像システム又は装置との物理的配置によってレジストレーションが保証される。O C T の位置が、撮像システムに対して較正される。例えばテストパターンを用いたそのような較正は、当業者には理解されており、更なる詳述は必要ない。較正は、複数の表面位置でのアライメントを含む。

30

【 0 0 4 1 】

刺激 : 例えば光レベルの変化、圧力の変化、温度の変化、弱い電圧又は電流の印加などの物理的イベント ; 又は、例えば予期しない、詐欺的な、若しくは積極的なやり方での質問などの心理的イベント。

【 0 0 4 2 】

表面下 (サブサーフェス) : ターゲットの表面の下 ; 組織の最も外側の層の下 ; 最も外側の組織層の真下の組織を含む領域 ; 皮下指紋又はプライマリ指紋としても参照する表面下指紋は、表皮と真皮との界面に位置する。個人の指において、表皮の最外層におけるパターンは、表皮と真皮との界面でのパターンと一致する。故に、従来表面指紋は、この皮下のプライマリ指紋の正確な一致、すなわち、“コピー”である。

40

【 0 0 4 3 】

検証 (validating) : 虹彩の場合、表面の 3 次元構造が従来カメラ画像と一致すること、又は虹彩の後面上の例えば薄い後面上皮などの構造が存在して典型的な特徴を有することを判定すること ; 指紋の場合、表面においてと、真皮と表皮の界面においてとで、ターゲットが一致することを判定すること ; 検証はまた、別の実施形態では、血流を決定すること、それ故に “生存” を確かにすることを含む。プロセッサが、検証ステータスを出力する。

【 0 0 4 4 】

検証 (validation) ステータス : 肯定的検証の場合、ステータスの出力が安全なアクセスを有効にする。検証失敗の場合、例えば装置アクセスを拒否するために、検証失敗の出

50

力が使用される。

【0045】

指紋検証に有用な方法は、光コヒーレンストモグラフィシステム及び表面撮像装置の互いに対する相対位置を選択するステップと、光コヒーレンストモグラフィスキャンを実行して、表皮と真皮との界面を含んだ、指紋の断面トモグラフィスキャンを生成するステップと、指紋の表面画像を取得するステップと、指紋のレジストレーションとして表面画像を用いて断面トモグラフィスキャンを検証し、断面トモグラフィスキャンが表面画像の対応する領域と適合するかを判定するステップと、前記検証ステップの結果を出力するステップとを有する。他の例では、当該方法は更に、実質的に同じ位置で複数の断面トモグラフィスキャンを取得するステップを含み、それにより、1秒未満で、血流が存在するか否かの決定を可能にする。別の一実施形態では、光コヒーレンストモグラフィスキャンを実行するステップは、複数の基準光コヒーレンストモグラフィを使用することを含む。10

【0046】

有用な参考文献（あたかもここに完全に記載されているかのように援用する）：A. ZAM他，“Feasibility of correlation mapping optical coherence tomography (cm OCT) for anti-spoof sub-surface fingerprinting”. Journal of Biophotonics, 2013年4月25日；ENFIELD他，“Correlation mapping method for generating microcirculation morphology from optical coherence tomography (OCT) intensity images” J. Biophotonics, 4(9), 583-587.

【0047】

また、2015/0363630、2016/0174835、及び2016/0238370として公開された米国特許出願（あたかもここに完全に記載されているかのように援用する）。

【0048】

ここで、図面を参照するに、一実施形態が図1に示されている。図1において、ターゲットは、具体的には“指紋”として参照する領域である人間の組織であり、OCTシステム101が光ビーム102を用いてターゲットを非侵襲的にスキャンする。従来撮像システム107がまた、ターゲット105の表面画像をキャプチャする。表面画像は、表面画像制御・処理モジュール109によって処理される。

【0049】

電子制御・メモリ・プロセッサモジュール111が、OCTシステム101によって取得された組織のOCTスキャンを、ターゲットの従来表面画像とともに処理して記憶する。OCTシステム101と従来撮像システム107との物理的関係は予め選択されており、OCTスキャンがターゲットの従来表面画像に対して既知の又は決定された位置にあるようにされている。断面トモグラフィスキャンが2次元表面画像とレジストレーションされるように、撮像システム及びOCTプロープビームの互いに対する位置が予め選択されているので、Bスキャン内に示される構造を、従来画像のままに対応するフィーチャ（造形）と比較する（又は相關付ける）ことが可能である（すなわち、真皮-表皮界面の尾根部及び谷部を、表面指紋の尾根部及び谷部と比較することができる）。処理モジュールが、相關付けを実行し、指紋が一致するか否かの検証を出力する。30

【0050】

表面撮像システム107は、以下のもの又は均等なものから選択される：それを通してOCTプロープビームをターゲットに適用することができる開口を有するCCD撮像システム；OCTシステムの波長において透明である撮像システム；例えば容量性マイクロマシン超音波トランスデューサ（CMUT）などの超音波撮像アレイ；OCT撮像システム（これは、表面下スキャンを生成するのと同じOCTシステムであってもよい）；例えば“Method of forming a pressure switch thin film device”と題された米国特許第7,795,062号に記載されるものなどの感圧アレイ。40

【0051】

図2は、別の一実施形態を示している。表面撮像装置207が、OCTプロープビーム

10

20

30

40

50

の経路からオフセットされている。理解され得ることには、このようなオフセットは、表面撮像装置が透明でない場合に必要である。別の一実施形態では、表面撮像プローブビーム 209 が、RF プローブビーム又は超音波プローブビームを含むプローブビームタイプの群から選択される。

【0052】

図3は、典型的な人間の指303の従来表面指紋301と、表面画像に対して既知の位置で取られた指の一領域（小さい楕円の内側の2つの矢印間の領域によって指し示されている）のOCT Bスキャン305と示している。拡大図307は、OCT Bスキャン305の領域を定める小さい楕円及び矢印をより明瞭に描いている。

【0053】

図4に、OCT Bスキャン401及び表面画像の拡大図402をより明瞭に示す。矢印403及び405が、一般的にOCT Bスキャン401として参照される断面トモグラフィに対応する領域を指し示している。OCT Bスキャン401は、表面指紋画像の描写407を含むとともに、しばしばプライマリ指紋として参照される指紋の表面下バージョンの描写409を含んでいる。表面下指紋又はプライマリ指紋は、一般に、表皮と真皮とが出会う領域であると理解される。

【0054】

（図1及び図2の）電子制御・メモリ・プロセッサモジュール111が、表面を示すBスキャンの部分（OCT画像407）を有する表面下指紋画像409を、従来指紋画像402と比較して、表面下指紋が表面指紋の対応する領域と適合することを検証する。

【0055】

一部の実施形態において、検証は、表面下（又はプライマリ）指紋409が表面指紋の輪郭に対応する輪郭を有すること、すなわち、表面下画像と表面画像とが適切に適合することを確認する。例えば、表面画像402の拡大図の暗い線411は、413の右側のOCT表面の詳細に対応し、深い表面下（又はプライマリ）画像ほど、（409の輪郭に沿った）413の更に右側である。処理モジュールが検証ステータスを出力する。検証ステータスは、例えば、スマートフォン、ホームセキュリティシステム、及び安全なアクセスが望まれるその他の装置などの、結合された電子機器のロック解除を有効にし、又は防止する。なお、表面指紋画像402は、画像の一典型例であり、例示目的でここに使用されている。

【0056】

一部の実施形態は、対応する従来指紋撮像装置の実質的に真っ直ぐな線（図4の矢印403及び405の先端間）に沿って取られた図4のOCT B-Sキャン401を記述するが、本発明の数多くの変形が可能である。OCTスキャンは直線である必要はない。別の一実施形態では、OCTスキャンは、表面指紋のフィーチャに対してランダム又は特定の関係の何れかでスキャンされる不規則な線からなる。

【0057】

別の一実施形態において、OCTは、ボリューム画像を提供する例えばラスタスキャンなどの2次元スキャンからなる横（ラテラル）スキャンを実行する。そのようなボリューム画像が、表面撮像装置（以下に限られないが、CCDカメラ、超音波イメージヤ、RFイメージヤ、圧力スイッチのアレイを含む）を用いて撮影される表面画像と比較される。他の例では、そのようなボリューム画像を用いて表面画像が生成され、故に、別個の表面イメージヤの必要性が除去される。

【0058】

図5は、OCTスキャンシステムによって生成された表面指紋ボリュームデータの2D画像501を例示している。図5はまた、破線503によって指し示される2D組織画像501の領域の2次元深さ画像であるOCT Bスキャン502を示している。描かれた表面指紋の2D画像501は、破線504としてBスキャン502中に指し示されている指が押し当てられたガラスインタフェースの表面のすぐ下のOCTデータから生成されている。破線の楕円505は、表面指紋の特徴的なフィーチャを取り囲んでいる。

10

20

30

40

50

【0059】

図6は、破線602によって指し示されているBスキャン603の深さにある表面領域601の2D画像を例示している。この表面領域601は、表面指紋の下かつ表皮真皮界面より上の深さにある。B-Sキャン603は、ここでも、破線604によって指し示されている2D画像601の領域に位置付けられている。この2D画像と図5の表面指紋画像501との間に類似性はない。

【0060】

図7は、破線702によって指し示されているBスキャン703の深さにある表面領域701の2D画像を例示している。この表面領域701は、表皮真皮界面の領域内の深さにある。B-Sキャン703は、ここでも、破線704によって指し示されている2D画像701の領域に位置付けられている。このプライマリ(表面下又は皮下)2D指紋画像701は、図5の表面指紋画像501と高い類似度を有する。

10

【0061】

プライマリ又は皮下2D指紋画像と図5の表面指紋画像501との間の類似性は、図7の楕円705及び図5の楕円505の中に描かれた領域において明瞭明白である。実際の指の表面指紋画像と表面下指紋画像との間のこの高い類似度は、従来画像処理技術を用いて、2つのこのような画像間の相関の程度を測定して、それらの画像(それ故に、表面指紋及び表面下指紋)が相關するか否かを判定すること、すなわち、それらの画像が同じ指の異なる画像であることに適合していることを検証することを可能にする。

20

【0062】

理解され得ることには、別の一実施形態では、特定の点における正しい組織厚を検証するために、ランダムな(又は疑似ランダム)な点群のスキャンが表面指紋によってレジストレーションされ、そして、克明な以前に取られた基準OCTデータと比較される。更なる別の一実施形態は、複数のOCTスキャンを同時に取得するために、複数の光プローブビームをOCTシステムに提供する。

30

【0063】

本発明に従った一システムにおいて、OCTは、(ここに援用した参考文献のうちの幾つかに記載されている)複数基準バージョンの時間ドメインOCTを含め、時間ドメインOCTシステム又はフーリエドメインOCTシステムの何れかの任意のバージョンの群から選択される。

【0064】

次に図8-10を参照する。

【0065】

図8に含まれるFig.8A及びFig.8Bは、虹彩の2つの図を示しており、Fig.8Aは虹彩の側面図を示し、Fig.8Bは虹彩の正面図を示している。

30

【0066】

次に図9を参照するに、虹彩を撮像する従来カメラと、虹彩の3次元の表面下画像を取得するOCTシステムと、オプションの第2の従来カメラとを示している。理解され得ることには、第2のカメラは、撮像されるべき表面に対する光コヒーレンストモグラフィシステムの位置決めを支援する。従って、検査対象の眼901及びその虹彩909、第1の従来カメラ903、オプションの第2の従来カメラ905、OCT907。

40

【0067】

図10は、虹彩の一部分の略図を示しており、薄い後面上皮及び眼の典型的な層状構造である角膜、前房、瞳孔の括約筋、虹彩の色素層、虹彩の間質層、水晶体核を描いている。理解され得ることには、入射光照射に対するこれらの構造の何れかにおける変化を検出することは、被検査構造の生体完全性に関する証拠を提供する。例えば、瞳孔拡張は、括約筋収縮を検出することによって検証可能である。

【0068】

図9に示す本発明の一実施形態は、虹彩の従来画像と、虹彩の3次元の表面下画像とを提供する。虹彩の従来画像は、データベースとの相関によって被検体のアイデンティティ

50

を確立することを可能にする。虹彩の従来画像と、虹彩の3次元の表面下画像との組み合わせは、被検査構造の生体完全性に関する保証を提供する。

【0069】

一般に、虹彩認識に関し、(a) 例えはコンタクトレンズなどの外付け模造虹彩の存在を、コンタクトレンズの背面と角膜の前面との間の表面下界面についてモニタして、コンタクトレンズの前面が存在するかを検出することによって見つけるように、(b) 虹彩の3次元構造をモニタし、その構造を従来2次元虹彩画像と相關付けることによって虹彩インプラントを検出するように、(c) 虹彩内の血液の存在を検出するように、(d) 虹彩内の血流を検出するように、(e) 虹彩内の血流量を検出し、それを脈拍数と相關付けるように、(f) 血流の変化を検出し、刺激に対する応答と相關付けるように、OCTシステムの使用により従来の虹彩認識を増補することによって、認識システムをいっそう堅牢にことができる。10

【0070】

OCTシステムはまた、(a) 虹彩の三次元構造を撮像して、例えは、虹彩の3次元正面構造が、従来カメラによってキャプチャされた虹彩画像と適合することを検証する、又は、虹彩の背面上に薄い後面上皮が存在することを検証し、そして更に、それが典型的な層状構造に一致することを検証すること、(b) 瞳孔によって位置付けられる括約筋の存在を検出すること、(c) 光強度が変化されるときの、括約筋の形状の変化又は他の虹彩構造の形状の変化を検出すること、及び(d) 光強度が変化されるときの筋肉又はその他の組織構造の形状の変化を、光強度変化に応じた瞳孔径の変化と相關付けることによ20って、虹彩インプラントを検出する。

【0071】

そのような虹彩組織構造又は要素は、“瞳孔括約筋”として参照される円形筋肉群、及び“瞳孔散大筋”として参照される放射状筋肉群を含む。瞳孔括約筋は瞳孔を収縮させる。瞳孔散大筋は、それらが収縮するときに瞳孔を拡張させる。OCTシステムを用いて、瞳孔括約筋又は瞳孔散大筋における動的変化が検出され、例えは光レベルの変化などの刺激に応じた瞳孔径の動的変化と相關付けられる。

【0072】

一実施形態において、眼に与えられる光レベルを繰り返し変化させて、瞳孔径の繰り返し変化、及びそれ故に、瞳孔径を制御する前述の筋肉の物理的構造における繰り返し変化を生じさせる。OCTシステムの撮像能力によって識別可能な、筋肉構造における動的変化の反復性は、(偽造虹彩ではなく) 実際の虹彩組織のいっそう信頼できる検出を支援する。30

【0073】

次に図13を参照するに、図13は、本発明方法に一実施形態を示しており、当該方法は、少なくとも2つの生物学的指標を選択してモニタし、少なくとも1つの予め選択された動的に変化する刺激に被検体をさらすステップと、上記少なくとも2つの生物学的指標をモニタするステップと、動的に変化する刺激中に取得されたデータを処理するステップと、生物学的指標が真正性基準を満たすかを判定するステップとを有する。好適な一実施形態において、虹彩認識に関し、選択される指標は、両方とも光レベルの同じ変化によって刺激される瞳孔径の変化及び括約筋形状の変化を含む動的指標である。顔認識では、好適な一実施形態における選択動的指標は、血流の増加又は減少である。指紋分析では、選択動的指標は、第1及び第2の脈血流である。40

【0074】

この好適実施形態は、少なくとも2つの生物学的指標をモニタすることを含むが、他の実施形態は、1つの生物学的指標のみをモニタすることを含む。例えは、虹彩認識において、光レベル変化に応答して、(いっそう信頼性できる) 瞳孔径制御筋肉における動的変化のみがモニタされる。

【0075】

モニタされる生物学的指標が血流である実施形態において、血流は、以下に限られない50

が、相関マッピングOCT(cmOCT)、ナノスケールOCT(nsOCT)、及び位相センシティブOCT若しくはドップラOCTを含む技術によってモニタされる。

【0076】

指紋認識の場合を再び参照するに、(a)従来指紋の下の組織の皮下構造の性状がモニタされて、それが(偽造指紋ではなく)実際の生体組織であることが検証され、(b)(ここに援用した特許出願に記載されているように)皮下指紋の性状が表面指紋と相關付けられて、皮下が表面指紋と一貫性を持つことが検証され、(c)血管の大きさ又は血流の速さにおける物理的变化がOCTシステムによってモニタされ、従来脈拍数モニタ又は心拍モニタによってモニタされる脈拍数と相關付けられ、また、血管の大きさ又は血流の速さにおける物理的変動の変化が、外部刺激に起因する脈拍数又は心拍数の変化と相關付けられ(そのような刺激は、物理的なものとすることもできるし、心理的なものとすることもできる)、(d)組織の圧縮が、例えば、表皮厚さ又はその他の層の厚さを測定することによってモニタされ、測定された圧縮における変化が、指が指紋プラテンに当てられる圧力の変化と相關付けられる(そのような圧力変化は、プラテンに指を当てること又はプラテンから指を離すことに因ることができ、あるいは、追加のセンサがプラテン上の指の実際の圧力をモニタする)。

【0077】

顔認識の場合、OCTシステムによる顔の表面の表面下スキャンを用いて、顔面組織が典型的な組織層構造を持っていて、例えば液体ラテックスマスク又はその他の変装メイキャップによって覆われていないことを検証することができる。OCTシステムはまた、血液の存在を検出すること、血流を検出すること、測定される血流量が脈拍数に対応して変化することを検出すること、血流強度の変化に、例えばストレスのかかる質問又は刺激に応答した紅潮又は蒼白に起因した、顔色及び/又は温度の対応した変化が付随していることを検出すること、のためにも使用されることがある。

【0078】

多重測定を行うために、複数のOCTシステム又は単一のOCTシステムによって取得されたOCT測定結果が使用される。例えば、ゴーグル状の顔面装着装置に収容されたOCTシステムが虹彩測定を行い、顔面測定を行うようにOCTビームが経路付けられる。顔面測定は、例えば、鼻の中の血流をモニタすることを含む。

【0079】

より安全な同定及び認証技術の他の実施形態は、(a)涙液膜の存在及び厚さ、(b)“涙の湖”として参照される眼瞼縁部における涙メニスカスのプロファイル、(c)以下に限られないが、角膜の厚さ及び曲率、水晶体厚さ、眼の軸方向長さを含む眼の他のパラメータ、(d)例えば、皮膚が圧力に応答してどのように変形及び弛緩するかといった、組織の機械的パラメータ、(e)組織によって散乱される光に対する偏光変化であり、例えば、直線偏光が偏光解消して実組織の複屈折を示すことを判定するもの、(f)虹彩の前面の3D構造、を測定することを含む。

【0080】

指紋認識の場合を再び参照し、図11及び12を参照する。表面指紋撮像システムと組み合わされたOCTシステムの一例が、図11のFig. 11Aに示されている。OCTシステム1101は、容量性(キャパシティブ)表面指紋撮像システム1107を通して指1105の表面をスキャンするプローブビーム1103を放つ。小さい楕円1109内の容量性表面指紋撮像システム1107の一部分を、より詳細に図11のFig. 11Bに示す。

【0081】

楕円1111内の容量性表面指紋撮像システム1107の部分は、ガラス基板層1113と、透明な保護カバー層1115とを示している。これらの2つの層の間にキャパシティブアレイがあり、そのうちの一素子が1117によって指示示されている。

【0082】

キャパシティブアレイ1119の一部を、図11のFig. 11Cのエンフェース図と

10

20

30

40

50

して示す。アレイは、例えばインジウム錫酸化物（ITO）などの透明導電性材料を有する一組の透明な容量素子（そのうちの1つが1121である）で構成される。

【0083】

この導電性アレイは、横方向及び縦方向の相互接続ライン（そのうちの1つが1123である）、及び相互接続ラインの交差箇所にある素子選択トランジスタとともに、薄膜トランジスタを含む透明薄膜テクノロジを用いて製造され、それにより、完全に透明な容量性センシングアレイが可能にされる。このような透明な容量性センシングアレイの一例が、2014年にPranav Koundinya他によって著された“Multi Resolution Touch Panel with Built-in Fingerprint Sensing Support”というタイトルの論文に記載されている。

10

【0084】

適切な反射防止コーティングを備えた、表面指紋撮像システムの透明な性状は、OCTビームが表面指紋撮像システムを通してスキャンすることを可能にする。最適なOCT撮像のために、表面指紋撮像システム中の光路はまた、表面指紋撮像システムを通る全ての垂直経路について等しくあるべきである。

【0085】

等しい光路長は、キャパシティブアレイの屈折率と同等の屈折率を持つ接合材料を用いて、保護層1115を基板1113及びキャパシティブアレイに接合することによって達成され得る。

【0086】

他の例では、容量性表面指紋撮像システムを、その光学的厚さ分布を測定してマップとするために、OCTシステムによって分析することができ、そして、深さオフセットを補償するようにOCT画像を処理することができる。

20

【0087】

別の結合型OCT・表面指紋撮像システムを図12のFig. 12Aに示しており、表面イメージヤが、側面照明される薄いフラストレーテッド全反射（frustrated total internal reflection；FTIR）素子1207と、ビームスプリッタ1209と、従来カメラ1211とで構成されている。

【0088】

小さい橜円1213内のFTIR素子1207を、更に詳細に図12のFig. 12Bに示しており、LED1215及び1217が薄いFTIR素子1219を照らしている。Fig. 12Bはまた、全反射される光のジグザグ状の経路を示している。

30

【0089】

図12のFig. 12Cは、FTIR素子1219及びLEDのアレイ（そのうちの1つが1221である）の可能な一実装を示している。この実施形態の1つの利点は、複数の異なる波長のLEDを使用し得ることである。指組織によって後方散乱される異なる波長のフラストレーテッド全反射光は、異なるマルチスペクトル情報、及び組織内の異なる侵入深さからの情報を提供することができる。

【0090】

異なる時点で異なる波長によって照らされた画像を单一の低コストカメラが取得することを可能にするため、異なる波長のLEDに異なる時点で電力供給し得る。

40

【0091】

LEDアレイは、指と接触するFTIR素子の表面（プラテンとしても参照される）を殺菌するために、1つ以上の紫外線（UV）LEDを含むことができる。UV LED又はその他のUV源は、以下に限られないが、FTIR、キャパシティブアレイ又はその他の指紋センシング技術を使用するものを含め、数多くの異なる表面指紋キャプチャシステムのプラテンを照射するように、多くの別の構成において容易に配置されることがある。

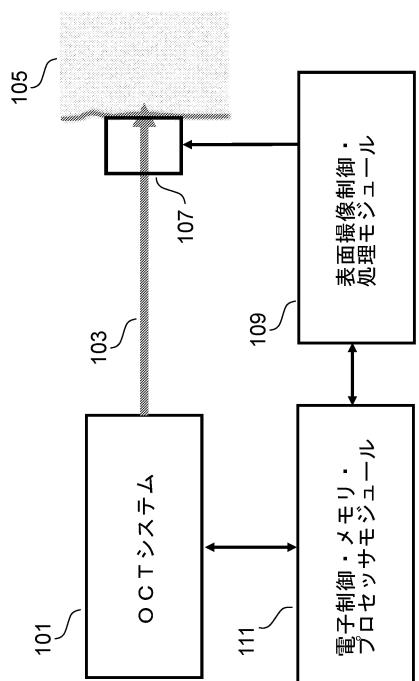
【0092】

理解されるべきことには、以上の説明は、例示的なものであり、限定的なものではない

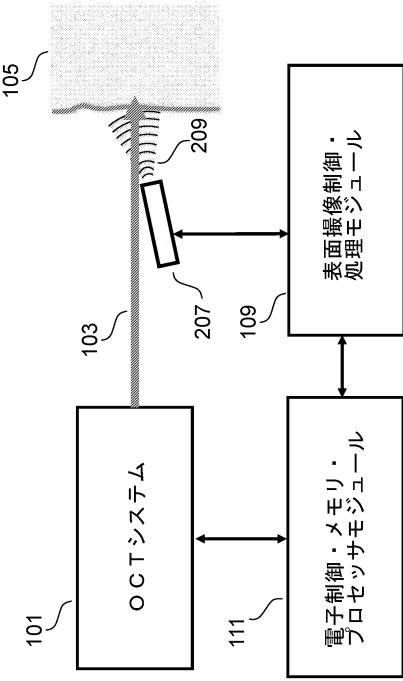
50

。これらには、本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、当業者によって数多くの変更及び変形が為され得る。故に、理解されるべきことには、本発明は、ここに具体的に記載されるもの以外でも実施され得るものである。

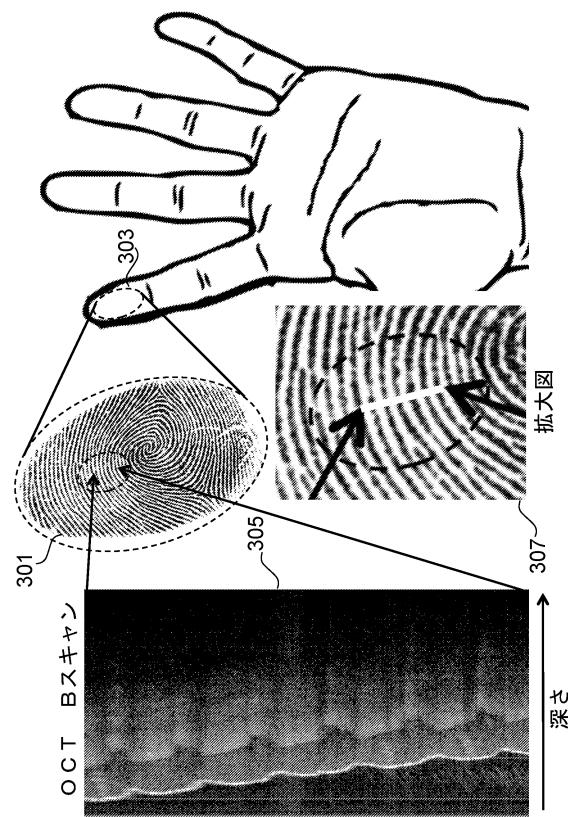
【図1】



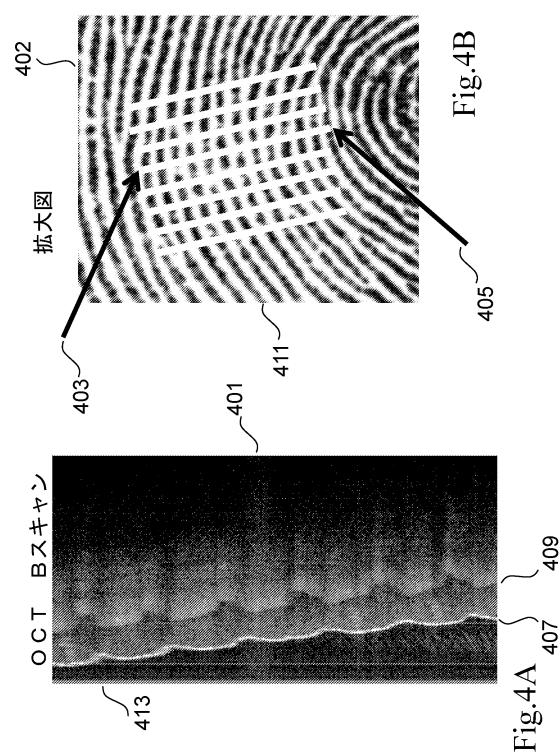
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

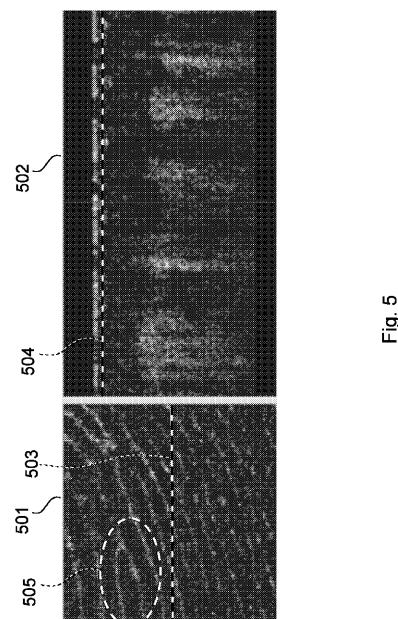


Fig.5

【図6】

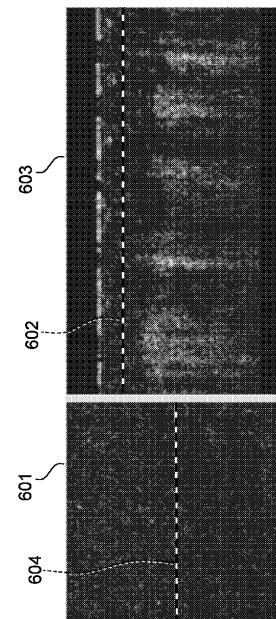


Fig.6

【図7】

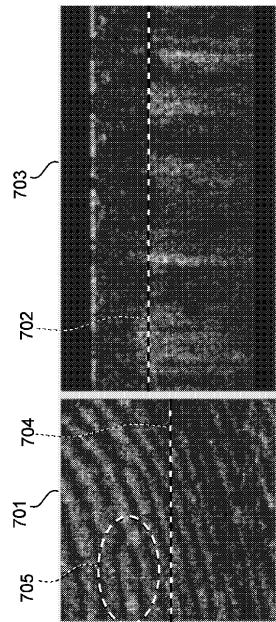


Fig. 7

【図8】

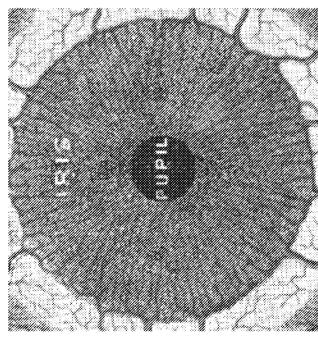


Fig. 8B 虹彩の正面画像

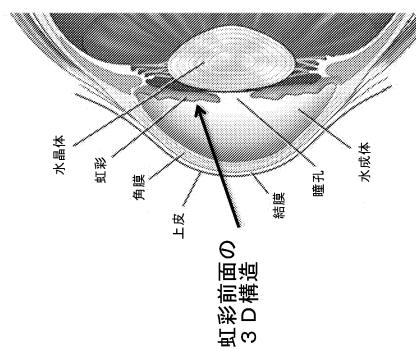
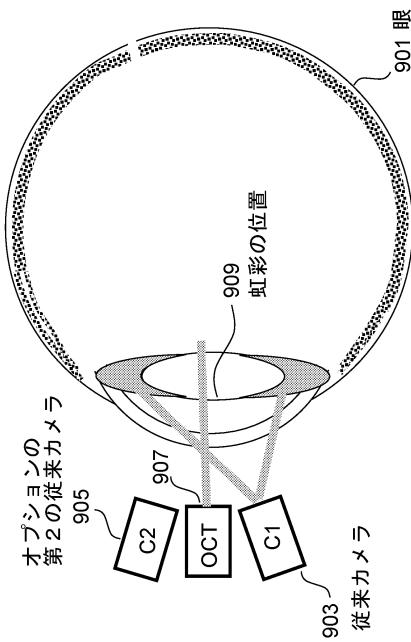
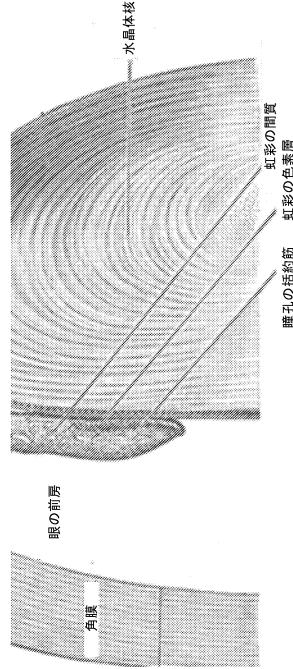


Fig. 8A 虹彩の側面画像

【図9】



【図10】



【図 1 1】

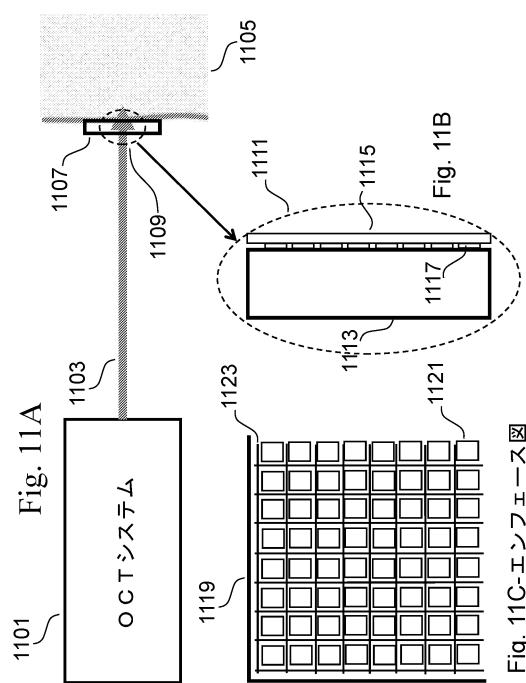


Fig. 11C-エンフェース図

【図 1 2】

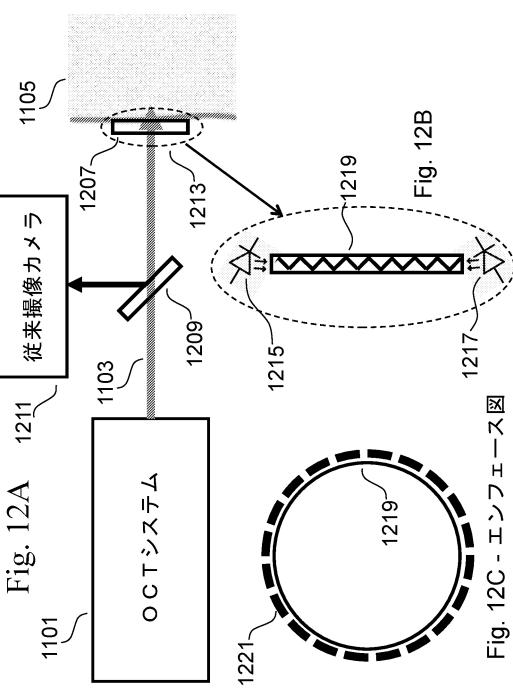
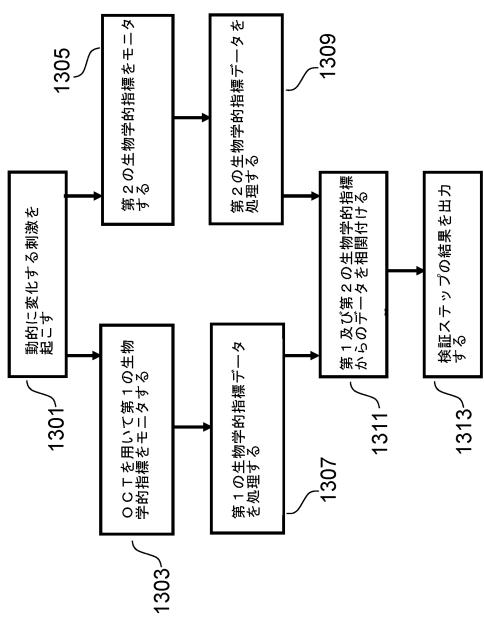


Fig. 12C-エンフェース図

【図 1 3】



フロントページの続き

審査官 合田 幸裕

(56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0160576(US,A1)

米国特許出願公開第2011/0299034(US,A1)

米国特許出願公開第2015/0363630(US,A1)

国際公開第2006/061833(WO,A2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 T 7 / 00

A 61 B 3 / 10

A 61 B 5 / 1171

A 61 B 5 / 1172

I E E E X p l o r e

J S T P l u s (J D r e a m I I I)