

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6668764号
(P6668764)

(45) 発行日 令和2年3月18日(2020.3.18)

(24) 登録日 令和2年3月2日(2020.3.2)

(51) Int.Cl.	F 1
G06F 3/042 (2006.01)	G06F 3/042 473
H04N 5/74 (2006.01)	H04N 5/74 Z
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00 Z
G09G 5/00 (2006.01)	G09G 5/00 550C
	G09G 5/00 530T

請求項の数 10 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2016-4774 (P2016-4774)
(22) 出願日	平成28年1月13日 (2016.1.13)
(65) 公開番号	特開2017-126182 (P2017-126182A)
(43) 公開日	平成29年7月20日 (2017.7.20)
審査請求日	平成30年11月14日 (2018.11.14)

(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(74) 代理人	100091292 弁理士 増田 達哉
(74) 代理人	100091627 弁理士 朝比 一夫
(72) 発明者	山内 泰介 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
	審査官 酒井 優一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像認識装置、画像認識方法および画像認識ユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像表示面を撮像する撮像装置と、前記画像表示面に検出用のパターンを表示する検出用画像表示装置と、を有する画像表示ユニットで用いられる画像認識装置であって、

前記検出用画像表示装置に、前記撮像装置と前記検出用画像表示装置の位置関係から決定されるエピポーラ線と交差する輝線が第1周期で配置される第1パターンと、前記エピポーラ線と交差する輝線が前記第1周期と異なる第2周期で配置される第2パターンと、を異なる時刻に表示させるパターン表示部と、

前記撮像装置と前記画像表示面との間にある対象物を検知し、前記対象物の計測対象点を判定する計測点判定部と、

前記撮像装置が取得した前記計測対象点および前記第1パターンを含む画像と、前記計測対象点および前記第2パターンを含む画像と、に基づいて前記画像表示面に対する前記計測対象点の位置を検知する位置検知部と、を有することを特徴とする画像認識装置。

【請求項 2】

前記第2周期は、前記第1周期の2倍未満である請求項1に記載の画像認識装置。

【請求項 3】

前記第1パターンおよび前記第2パターンは、それぞれ、前記輝線の配列方向に沿って第3周期を有する複数の領域に分割され、前記複数の領域の各々に位置を特定するアドレスが付与されている請求項1または2に記載の画像認識装置。

【請求項 4】

前記第3周期は、前記第1周期と前記第2周期の最小公倍数に等しい請求項3に記載の画像認識装置。

【請求項5】

前記パターン表示部は、前記検出用画像表示装置に、前記計測対象点を通る前記エピポーラ線に沿う線状の第3パターンを、前記計測対象点が位置する前記領域を除いて表示させる請求項3または4に記載の画像認識装置。

【請求項6】

前記パターン表示部は、前記検出用画像表示装置に、前記計測対象点が位置する前記領域および前記計測対象点が位置する前記領域と隣り合う2つの領域に跨る第3パターンを表示させる請求項3または4に記載の画像認識装置。

10

【請求項7】

前記パターン表示部は、前記検出用画像表示装置に、前記エピポーラ線と平行な方向に沿う線状パターンを有し、隣り合う前記複数の領域の前記線状パターンが前記エピポーラ線と交差する方向にずれて配置される第3パターンを表示させる請求項3または4に記載の画像認識装置。

【請求項8】

画像表示面を撮像する撮像装置と、前記画像表示面に検出用画像を表示する検出用画像表示装置と、を有する画像表示ユニットで用いられる画像認識方法であって、

前記検出用画像表示装置に、前記撮像装置と前記検出用画像表示装置の位置関係から決定されるエピポーラ線と交差する輝線が第1周期で配置される第1パターンと、前記エピポーラ線と交差する輝線が前記第1周期と異なる第2周期で配置される第2パターンと、を異なる時刻に表示させるパターン表示ステップと、

20

前記撮像装置と前記画像表示面との間にある対象物を検知し、前記対象物の計測対象点を判定する計測点判定ステップと、

前記撮像装置が取得した前記計測対象点および前記第1パターンを含む画像と、前記計測対象点および前記第2パターンを含む画像と、に基づいて前記画像表示面に対する前記計測対象点の位置を検知する位置検知ステップと、を有することを特徴とする画像認識方法。

【請求項9】

請求項1ないし7のいずれか1項に記載の画像認識装置と、

30

前記撮像装置と、

前記検出用画像表示装置と、を有することを特徴とする画像認識ユニット。

【請求項10】

前記画像表示面に画像を表示する画像表示装置を有する請求項9に記載の画像認識ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像認識装置、画像認識方法および画像認識ユニットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

プロジェクターからの画像が投影されたスクリーンに指が触れているかいないかを検知する画像認識技術として、特許文献1の技術が知られている。特許文献1の画像認識技術では、まず、スクリーン上に格子パターンの構造光を投影し、次に、前記指の位置における格子パターンの変化を撮像装置（カメラ）からの画像に基づいて確認することでタッチ認識を行っている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】U.S.2011/0254810号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献1に記載の画像認識技術では、撮像装置から見たときの指の奥行き方向の位置検知精度が悪く、それに伴って、タッチ認識の精度も悪いという問題がある。

【0005】

本発明の目的は、精度の高いタッチ認識を行うことのできる画像認識装置、画像認識方法および画像認識ユニットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

このような目的は、下記の本発明により達成される。

【0007】

本発明の画像認識装置は、画像表示面を撮像する撮像装置と、前記画像表示面に検出用のパターンを表示する検出用画像表示装置と、を有する画像表示ユニットで用いられる画像認識装置であって、

前記検出用画像表示装置に、前記撮像装置と前記検出用画像表示装置の位置関係から決定されるエピポーラ線と交差する輝線が第1周期で配置される第1パターンと、前記エピポーラ線と交差する輝線が前記第1周期と異なる第2周期で配置される第2パターンと、を異なる時刻に表示させるパターン表示部と、

20

前記撮像装置と前記画像表示面との間にある対象物を検知し、前記対象物の計測対象点を判定する計測点判定部と、

前記撮像装置が取得した前記計測対象点および前記第1パターンを含む画像と、前記計測対象点および前記第2パターンを含む画像と、に基づいて前記画像表示面に対する前記計測対象点の位置を検知する位置検知部と、を有することを特徴とする。

これにより、位置検知部の検知結果に基づいて、高い精度でタッチ認識（対象物が画像表示面に接触しているか接触していないかの判断）を行うことができる。

【0008】

本発明の画像認識装置では、前記第2周期は、前記第1周期の2倍未満であることが好ましい。

30

これにより、より精度の高いタッチ認識を行うことができる。

【0009】

本発明の画像認識装置では、前記第1パターンおよび前記第2パターンは、それぞれ、前記輝線の配列方向に沿って第3周期を有する複数の領域に分割され、前記複数の領域の各々に位置を特定するアドレスが付与されていることが好ましい。

これにより、検出対象点が位置するアドレスを検知することができ、検知したアドレスに基づいて補助的なパターン（後述の第3パターン等）を表示することができる。そのため、より精度の高いタッチ認識を行うことができる。

【0010】

本発明の画像認識装置では、前記第3周期は、前記第1周期と前記第2周期の最小公倍数に等しいことが好ましい。

40

これにより、フェーズ・ラッピングが生じる可能性が減り、より精度の高いタッチ認識が可能となる。

【0011】

本発明の画像認識装置では、前記パターン表示部は、前記検出用画像表示装置に、前記計測対象点を通る前記エピポーラ線に沿う線状の第3パターンを、前記計測対象点が位置する前記領域を除いて表示させることが好ましい。

これにより、第3パターンによってフェーズ・ラッピングを区別することができ、より精度の高いタッチ認識が可能となる。

【0012】

50

本発明の画像認識装置では、前記パターン表示部は、前記検出用画像表示装置に、前記計測対象点が位置する前記領域および前記計測対象点が位置する前記領域と隣り合う2つの領域に跨る第3パターンを表示させることが好ましい。

これにより、フェーズ・ラッピングを区別することができ、より精度の高いタッチ認識が可能となる。

【0013】

本発明の画像認識装置では、前記パターン表示部は、前記検出用画像表示装置に、前記エピポーラ線と平行な方向に沿う線状パターンを有し、隣り合う前記複数の領域の前記線状パターンが前記エピポーラ線と交差する方向にずれて配置される第3パターンを表示させることが好ましい。

これにより、フェーズ・ラッピングを区別することができ、より精度の高いタッチ認識が可能となる。

【0014】

本発明の画像認識方法は、画像表示面を撮像する撮像装置と、前記画像表示面に検出用画像を表示する検出用画像表示装置と、を有する画像表示ユニットで用いられる画像認識方法であって、

前記検出用画像表示装置に、前記撮像装置と前記検出用画像表示装置の位置関係から決定されるエピポーラ線と交差する輝線が第1周期で配置される第1パターンと、前記エピポーラ線と交差する輝線が前記第1周期と異なる第2周期で配置される第2パターンと、を異なる時刻に表示させるパターン表示ステップと、

前記撮像装置と前記画像表示面との間にある対象物を検知し、前記対象物の計測対象点を判定する計測点判定ステップと、

前記撮像装置が取得した前記計測対象点および前記第1パターンを含む画像と、前記計測対象点および前記第2パターンを含む画像と、に基づいて前記画像表示面に対する前記計測対象点の位置を検知する位置検知ステップと、を有することを特徴とする。

これにより、位置検知部の検知結果に基づいて、高い精度でタッチ認識（対象物が画像表示面に接触しているか接触していないかの判断）を行うことができる。

【0015】

本発明の画像認識ユニットは、本発明の画像認識装置と、

前記撮像装置と、

前記検出用画像表示装置と、を有することを特徴とする。

これにより、高い精度でタッチ認識を行うことのできる画像認識ユニットが得られる。

【0016】

本発明の画像認識ユニットでは、前記画像表示面に画像を表示する画像表示装置を有することが好ましい。

これにより、画像表示面に所望の画像を表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の第1実施形態に係る画像認識ユニットの構成を示す図である。

【図2】図1に示すプロジェクターの構成図である。

【図3】図1に示すプロジェクターの構成図である。

【図4】図3に示すプロジェクターが備える走査部の平面図である。

【図5】図1に示す画像認識装置のブロック図である。

【図6】第1パターンおよび第2パターンを示す図である。

【図7】エピポーラ線について説明する図である。

【図8】タッチ認識の方法について説明する図である。

【図9】タッチ認識の方法について説明する図である。

【図10】タッチ認識の方法について説明する図である。

【図11】本発明の第2実施形態に係る画像認識ユニットで用いられる照明光を示す図である。

10

20

30

40

50

【図12】指を構成する物質の波長吸収特性を示すグラフである。

【図13】本発明の第3実施形態に係る画像認識ユニットで用いられる検出用パターンを示す図である。

【図14】タッチ認識の方法を説明する図である。

【図15】タッチ認識の方法を説明する図である。

【図16】本発明の第4実施形態に係る画像認識ユニットで用いられるプロジェクターの構成図である。

【図17】タッチ認識の方法を説明する図である。

【図18】タッチ認識の方法を説明する図である。

【図19】タッチ認識の方法を説明する図である。

【図20】本発明の第5実施形態に係る画像認識ユニットで用いられる検出用パターンを示す図である。

【図21】タッチ認識の方法を説明する図である。

【図22】タッチ認識の方法を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、本発明の画像認識装置、画像認識方法および画像認識ユニットの好適な実施形態について、添付図面を参照しつつ説明する。

【0019】

<第1実施形態>

まず、第1実施形態に係る画像認識ユニットについて説明する。

【0020】

図1は、本発明の第1実施形態に係る画像認識ユニットの構成を示す図である。図2は、図1に示すプロジェクターの構成図である。図3は、図1に示すプロジェクターの構成図である。図4は、図3に示すプロジェクターが備える走査部の平面図である。図5は、図1に示す画像認識装置のブロック図である。図6は、第1パターンおよび第2パターンを示す図である。図7は、エピポーラ線について説明する図である。図8ないし図10は、それぞれ、タッチ認識の方法について説明する図である。

【0021】

図1に示す画像認識ユニット100は、例えば、平坦なスクリーン（画像表示面）900に指（対象物）Fが接触しているか否かを判定し、判定結果に基づいてスクリーン900に表示する画像を切り替えることのできる装置である。なお、以下では、スクリーン900に指Fが接触しているか否かの判断を「タッチ認識」と言う。このような画像認識ユニット100は、例えば、プレゼンテーションに用いることができ、プレゼンターの指のタッチ認識を行って、必要時にスクリーン900に映し出される画像を切り替えたり、拡大または縮小したりすることで、プレゼンテーションをスムーズに進行することが可能となる。

【0022】

ただし、画像表示面としては、スクリーン900に限定されず、例えば、壁、ガラス等であってもよい。また、画像表示面は、平坦でなくてもよく、球面や凹凸面であってもよい。また、画像表示面は、経時的に形状が変化してもよい。また、タッチ認識を行う対象物としては、指Fに限定されず、例えば、指し棒、スクリーン900に吸着したマグネット等であってもよい。また、画像認識ユニット100の用途としては、プレゼンテーションに限定されず、例えば、デパート等の店舗案内、取扱商品の紹介・検索等、様々な用途に用いることができる。

【0023】

このような画像認識ユニット100は、図1に示すように、スクリーン900に画像を表示するプロジェクター（画像表示装置）200と、スクリーン900に検出用パターンを表示するプロジェクター（検出用画像表示装置）300と、スクリーン900を撮像するカメラ（撮像装置）400と、を有する画像表示ユニットと、タッチ認識を行う画像認

10

20

30

40

50

識装置 500 と、を有する。

【0024】

プロジェクター 300 およびカメラ 400 は、異なる位置に配置されている。また、プロジェクター 300 およびカメラ 400 の相対的（幾何的）な位置関係は一定であり、位置関係に関する情報は、画像認識装置 500 が有する図示しない記憶部に記憶され、適宜使用される。

【0025】

以下、プロジェクター 200、プロジェクター 300、カメラ 400 および画像認識装置 500 について順に説明する。

【0026】

10

[プロジェクター 200]

プロジェクター 200 は、観察者に視認させたい画像（例えば、プレゼンテーション用の画像）をスクリーン 900 に表示する装置である。

【0027】

このようなプロジェクター 200 は、LCD 方式のプロジェクターであり、図 2 に示すように、液晶表示素子 240R、240G、240B と、ダイクロイックプリズム 250 と、投射レンズ系 260 と、を備えている。そして、液晶表示素子 240R には赤色光 R が入射し、液晶表示素子 240G には緑色光 G が入射し、液晶表示素子 240B には青色光 B が入射する。

【0028】

20

液晶表示素子 240R、240G、240B は、それぞれ R、G、B の原色に対応する透過型の空間光変調器であり、液晶表示素子 240R、240G、240B によってそれぞれ空間的に変調された光は、ダイクロイックプリズム 250 で合成され、ダイクロイックプリズム 250 からフルカラーの映像光 L_a が射出される。そして、射出された映像光 L_a は、投射レンズ系 260 によって拡大されてスクリーン 900 に投射される。これにより、スクリーン 900 に画像が表示される。

【0029】

以上、プロジェクター 200 について説明したが、プロジェクター 200 としては、スクリーン 900 に画像を表示することができれば、LCD 方式のプロジェクターに限定されず、例えば、光走査方式のプロジェクターであってもよいし、DMD 方式のプロジェクターであってもよい。

30

【0030】

[プロジェクター 300]

プロジェクター 300 は、タッチ認識を行うための検出用パターンをスクリーン 900 に表示する装置である。

【0031】

このようなプロジェクター 300 は、光走査型のプロジェクターであり、図 3 に示すように、光源 310 と、走査部 320 と、図示しない投射レンズ系と、を備えている。

【0032】

光源 310 は、赤色のレーザー光を射出する光源 311R と、緑色のレーザー光を射出する光源 311G と、青色のレーザー光を射出する光源 311B と、光源 311R、311G、311B から射出された光を平行光化するコリメータレンズ 312R、312G、312B と、光合成部 313 と、集光レンズ 314 と、を有する。

40

【0033】

光合成部 313 は、光源 311R、311G、311B からのレーザー光を合成して変調光 L_b を生成する要素であり、3つのダイクロイックミラー 313a、313b、313c を有する。そして、光合成部 313 で生成された変調光 L_b は、集光レンズ 314 によって所望の NA（開口数）に変更された後、走査部 320 に導かれる。

【0034】

走査部 320 は、2軸まわりに揺動可能な光スキャナーであり、図 4 に示すように、ミ

50

ラー 3 3 1 を有する可動部 3 3 0 と、可動部 3 3 0 を軸 J 1 まわりに揺動可能に支持する軸部 3 4 1、3 4 2 と、軸部 3 4 1、3 4 2 を支持する駆動枠部 3 5 0 と、駆動枠部 3 5 0 を軸 J 1 に直交する軸 J 2 まわりに揺動可能に支持する軸部 3 6 1、3 6 2 と、軸部 3 6 1、3 6 2 を支持する枠状の支持部 3 7 0 と、を有する。このような走査部 3 2 0 では、図示しない駆動手段によって、駆動枠部 3 5 0 を支持部 3 7 0 に対して軸 J 2 まわりに揺動させつつ、可動部 3 3 0 を駆動枠部 3 5 0 に対して軸 J 1 まわりに揺動させることで、ミラー 3 3 1 で反射した変調光 L b を 2 次元的に走査することができる。

【 0 0 3 5 】

そして、走査部 3 2 0 で走査された変調光 L b は、図示しない投射レンズ系によって拡大されてスクリーン 9 0 0 に投射される。これにより、スクリーン 9 0 0 に検出用パターンが表示される。

10

【 0 0 3 6 】

以上、プロジェクター 3 0 0 について説明したが、プロジェクター 3 0 0 としては、スクリーン 9 0 0 に検出用パターンを表示することができれば、光走査方式のプロジェクターに限定されず、例えば、LCD 方式のプロジェクターであってもよいし、DMD 方式のプロジェクターであってもよい。また、光走査方式のプロジェクターであっても、上記の構成に限定されず、例えば、1 軸揺動型の光スキャナーを 2 つ用いて変調光 L b を 2 次走査してもよい。またプロジェクター 3 0 0 は、回折光学素子とレーザー光源を用いて 2 種類の異なる固定パターンを投影する構成でもよい。

【 0 0 3 7 】

20

【 カメラ 4 0 0 】

カメラ 4 0 0 は、スクリーン 9 0 0 を撮像する装置である。このようなカメラ 4 0 0 は、例えば、RGB カメラであり、図 1 に示すように、レンズ系 4 1 1 および像素子 4 1 2 を備える受光ユニット 4 1 0 と、像素子 4 1 2 からの映像信号を処理する図示しない処理部と、を有する。

【 0 0 3 8 】

【 画像認識装置 】

画像認識装置 5 0 0 は、前述したプロジェクター 3 0 0 およびカメラ 4 0 0 を用いてタッチ認識を行う装置である。

【 0 0 3 9 】

30

このような画像認識装置 5 0 0 は、図 5 に示すように、パターン表示部 5 1 0 と、計測点判定部 5 2 0 と、位置検知部 5 3 0 と、を有する。

【 0 0 4 0 】

パターン表示部 5 1 0 は、プロジェクター 3 0 0 に、スクリーン 9 0 0 上に検出用パターンを表示させる（パターン表示ステップ）。検出用パターンは、図 6 に示すように、第 1 パターン 8 1 0 と、第 2 パターン 8 2 0 と、を有しており、これらが交互にスクリーン 9 0 0 上に照射される。すなわち、第 1 パターン 8 1 0 と第 2 パターン 8 2 0 は、同時に表示されず、異なる時刻に表示される（時分割で表示される）。

【 0 0 4 1 】

ここで、第 1、第 2 パターン 8 1 0、8 2 0 に関係するエピポーラ線 E L について簡単に説明する。エピポーラ線 E L は、プロジェクター 3 0 0 とカメラ 4 0 0 の幾何的（相対的）な位置関係によって決定する線である。具体的には、図 7 に示すように、カメラ 4 0 0 のカメラ中心（レンズ系 4 1 1 の主点）C 1 と走査部 3 2 0 の変調光 L b を走査する際の角度変更中心（ミラー 3 3 1 の中心）C 2 とを結ぶ直線（ベースライン）1 2 と、プロジェクター 3 0 0 の仮想画像平面 2 との交点をエピポーラ点 P e と言い、仮想画像平面 2 内においてエピポーラ点 P e を通る全ての直線をエピポーラ線 E L と言う。

40

【 0 0 4 2 】

また、図 7 に示すように、指先 F 1 がカメラ 4 0 0 の画像に含まれていれば、カメラ 4 0 0 の画像平面 1 内での指先 F 1 の座標（面内座標）x が決定される。この座標 x とカメラ中心 C 1 とを通る直線 1 1 と直線 1 2 とによって規定される平面をエピポーラ平面

50

と言う。そして、エピポーラ平面 1 と仮想画像平面 2 とが交差してできる直線 1 3 と一致するエピポーラ線 E L を「エピポーラ線 E L '」とした場合、エピポーラ線 E L ' 上のどこかに指先 F 1 が位置することになる。

【0043】

なお、図 6 は、カメラ 400 で取得した画像をステレオ平行化処理（エピポーラ線水平化処理）した画像を図示したものである。そのため、全てのエピポーラ線 E L が略平行となり、かつ、水平方向（紙面横方向）に延びた状態となる。

【0044】

第 1 パターン 810 は、図 6 に示すステレオ平行化画像のように、エピポーラ線 E L と略直交する方向（鉛直方向）に延びる輝線が第 1 周期（ピッチ）T 1 で配置されたパターンである。具体的には、第 1 パターン 810 は、所定の輝度を有する第 1 領域 811 と、第 1 領域 811 とは異なる輝度を有する第 2 領域 812 と、を有し、これら領域 811、812 が同じ幅 T 1 で交互に配置されたパターンである。第 1 領域 811 と第 2 領域 812 の輝度は、コントラスト比がなるべく高くなるように決定されることが好み。10

【0045】

一方、第 2 パターン 820 は、図 6 に示すステレオ平行化画像のように、エピポーラ線 E L と略直交する方向（鉛直方向）に延びる輝線が第 1 周期 T 1 と異なる第 2 周期（ピッチ）T 2 で配置されたパターンである。具体的には、第 2 パターン 820 は、所定の輝度を有する第 1 領域 821 と、第 1 領域 821 とは異なる輝度を有する第 2 領域 822 と、を有し、これら領域 821、822 が同じ幅 T 2 で交互に配置されたパターンである。第 1 領域 821 と第 2 領域 822 の輝度は、コントラスト比がなるべく高くなるように決定されることが好み。20

【0046】

ここで、第 2 周期 T 2 としては、特に限定されないが、第 1 周期 T 1 の 2 倍未満であることが好み。第 2 周期 T 2 を第 1 周期 T 1 の 2 倍以上にすると、第 2 パターン 820 の 1 周期 T 2 内に、第 1 パターン 810 が 2 周期以上含まれることになるため、使用環境等によっては、後述する指先 F 1 の深度解析の正確性が低下するおそれがある。なお、本実施形態では、第 2 周期 T 2 は、第 1 周期 T 1 の 1.75 倍となっている。この理由については、後に説明する。

【0047】

以上、第 1、第 2 パターン 810、820 について説明したが、第 1、第 2 パターン 810、820 としては、上記の構成に限定されない。例えば、第 1 領域 811、821 および第 2 領域 812、822 は、それぞれ、エピポーラ線 E L に対して傾斜していてよいし、蛇行状、円弧状に湾曲していてよい。

【0048】

計測点判定部 520 は、カメラ 400 が取得した画像から、カメラ 400 とスクリーン 900 との間に位置する指 F を検知し、さらに、指 F の指先 F 1 を計測対象点として判定する（計測点判定ステップ）。

【0049】

指先 F 1 の判定方法としては、例えば、まず、第 1 パターン 810 を照射したスクリーン 900 の画像をカメラ 400 で取得し、この画像をステレオ平行化した画像を第 1 パターン基準画像として記憶する。そして、第 1 パターン 810 と共に指先 F 1 が映るステレオ平行化画像と第 1 パターン基準画像との差分から指 F の輪郭を抽出し、抽出した指 F の輪郭形状から指先 F 1 と類似の輪郭形状を有する部分を検出し、検出した部分を指先 F 1 として判定することができる。40

【0050】

なお、指先の判定方法としては、これに限定されない。例えば、第 1 パターン基準画像の替りに、第 2 パターン 820 を照射したスクリーン 900 の画像をカメラ 400 で取得し、この画像をステレオ平行化した第 2 パターン基準画像を用い、第 2 パターン 820 と共に指先 F 1 が映るステレオ平行化画像と第 2 パターン基準画像との差分から指 F の輪郭

10

20

30

40

50

を抽出してもよい。また、第1パターン基準画像および第2パターン基準画像を共に用いてもよい。

【0051】

また、例えば、カメラ400が取得した画像からHSV表色系を用いて肌色類似領域（指Fの色と似ている色を持つ領域）を抽出し、さらに、抽出した肌色類似領域の輪郭形状から指先F1と類似の輪郭形状を有する部分を検出し、検出した部分を指先F1として判定してもよい。

【0052】

位置検知部530は、カメラ400が取得した画像に映る第1パターン810および第2パターン820に基づいて指先F1の深度（位置）を検知し、その検知結果に基づいてタッチ認識を行う（位置検知ステップ）。 10

【0053】

具体的には、まず、位置検知部530は、図8に示すように、第1パターン810を照射した状態のスクリーン900の画像をカメラ400で取得し、この画像をステレオ平行化して第1画像P11を得ると共に、第2パターン820を照射した状態のスクリーン900の画像をカメラ400で取得し、この画像をステレオ平行化して第2画像P12を得る。このようにして取得した第1画像P11では、スクリーン900上の第1パターン810と、指先F1上の第1パターン810との間に、指先F1の深度に基づいた周期変動（パターンずれ）が発生している。第2画像P12についても同様である。 20

【0054】

なお、カメラ400は、これら画像をなるべく短時間（例えば、1/120秒以内）で取得するのが好ましい。これにより、第1画像P11中の指先F1の位置と、第2画像P12中の指先F1の位置とのずれを小さくすることができ、精度の高いタッチ認識が可能となる。 20

【0055】

次に、位置検知部530は、第1画像P11を用いて、スクリーン900上に映る第1パターン810の深度解析を行って、スクリーン900の指先F1と重なる位置の深度を検知（推測）すると共に、指先F1上に映る第1パターン810の深度解析を行って、指先F1の深度を検知する。これと共に、位置検知部530は、第2画像P12を用いて、スクリーン900上に映る第2パターン820の深度解析を行って、スクリーン900の指先F1と重なる位置の深度を検知（推測）すると共に、指先F1上に映る第2パターン820の深度解析を行って、指先F1の深度を検知する。 30

【0056】

上記のような検知の結果、第1画像P11および第2画像P12の少なくとも一方において、指先F1の深度がスクリーン900の深度と一致していなければ、位置検知部530は、指先F1がスクリーン900に触れていない「非接触状態」と判定する。一方、第1画像P11および第2画像P12の両方において、指先F1の深度が、スクリーン900の深度と一致している場合には、位置検知部530は、さらに、次のような判定を行う。 40

【0057】

例えば、第1画像P11について説明すると、図9に示すように、指先F1がスクリーン900から離れていても、その離れ方が第1パターン810の周期の整数倍に相当する周期変動（パターンずれ）を生じさせる場合には、非接触状態であるにも関わらず、指先F1上のパターンが、指先F1がスクリーン900に接触している接触状態と同じ画像が得られてしまう（以下、この現象を「フェーズ・ラッピング」と言う）。このことは、第2画像P12についても同様である。 40

【0058】

そのため、指先F1の離れ方が、第1パターン810の周期の整数倍に相当する周期変動を生じさせ、かつ、第2パターン820の周期の整数倍に相当する周期変動を生じさせる場合にはフェーズ・ラッピングが生じる。そこで、接触状態なのか、フェーズ・ラッピ 50

ングが生じている状態なのかを区別する必要がある。なお、前述したように、第2パターン820の周期（第2周期T2）は、第1パターン810の周期（第1周期T1）の1.75倍である。このような関係とすることで、両周期の最小公倍数を比較的大きくすることができるため（第1周期T1の7倍、第2周期T2の4倍）、フェーズ・ラッピングが生じる条件をより低くすることができる。

【0059】

接触状態なのか、フェーズ・ラッピングが生じている状態なのかを区別する方法としては、特に限定されないが、次のような方法がある。すなわち、接触状態の場合の第1、第2画像P11、P12では、スクリーン900に指先F1が接触していることから、図9に示すように、スクリーン900上に指先F1による影が生じていない。一方で、フェーズ・ラッピングが生じている場合の第1、第2画像P11、P12では、スクリーン900から指先F1が離れていることから、図10に示すように、スクリーン900上に指先F1による影SHが生じる。そのため、位置検知部530は、第1、第2画像P11、P12中においてスクリーン900に指先F1による影が生じていなければ「接触状態」と判定し、影が生じていればフェーズ・ラッピングが生じている「フェーズ・ラッピング状態」と判定することができる。

【0060】

なお、プロジェクター300やカメラ400の配置、指先F1の形状や大きさ（個人差）等によっては、接触状態であっても、スクリーン900上に影が生じてしまう場合もある。そのため、影の幅（大きさ）に閾値を設け、閾値未満であれば「接触状態」と判定し、閾値以上であれば「フェーズ・ラッピング状態」と判定してもよい。

【0061】

位置検知部530は、判定結果が「接触状態」であったとき、その判定結果を図示しない制御部に送信する。この判定結果を受けた前記制御部は、プロジェクター200に対して、例えば、スクリーン900に表示されている画像を拡大または縮小する命令や、画像を切り替える命令等、指先F1の接触位置によって定められている画面操作命令を送信する。このような制御を行うことで、指先F1でスクリーン900をタッチするだけで、スクリーン900に表示される画像を操作することができるため、利便性の高い画像認識ユニット100となる。

【0062】

以上のように、パターン表示ステップと、計測点判定ステップと、位置検知ステップと、を行うことが画像認識装置500によるタッチ認識の手順（方法）であり、この手順を所定の周期で繰り返し行うことで、タッチ認識を繰り返し行うことができる。

【0063】

このような画像認識装置500によれば、計算負荷を低減でき、かつ、精度の高いタッチ認識が可能となる。また、エピポーラ線ELは、スクリーン900の3次元的な位置や表面形状とは関係なく、プロジェクター300とカメラ400の幾何的な位置によって求まる線である。そのため、プロジェクター300とカメラ400の幾何的な位置を一度設定してしまえば、スクリーン900の位置や形状に影響されることなく、タッチ認識を行うことができる。特に、前述したように、第1、第2パターン810、820を用いることで、フェーズ・ラッピングの発生を低減しているため、精度の高いタッチ認識を行うことができる。反対に、フェーズ・ラッピングの発生が抑えられている分、第1、第2パターン810、820の周期を短くすることができ、その分、より精度の高いタッチ認識が可能となるとも言える。

【0064】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態に係る画像認識ユニットについて説明する。

【0065】

図11は、本発明の第2実施形態に係る画像認識ユニットで用いられる照明光を示す図である。図12は、指を構成する物質の波長吸収特性を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【0066】

以下、本発明の第2実施形態に係る画像認識ユニットについて説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【0067】

第2実施形態の画像認識ユニットは、指の抽出方法が異なること以外は、主に、前述した第1実施形態と同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0068】

前述した第1実施形態では、指Fの抽出に第1パターン基準画像や第2パターン基準画像を用いなければならないため、例えば、スクリーン900の位置が変化する場合や、スクリーン900形状が変化する場合（すなわち、指Fの背景が変化する場合）には、その都度、第1、第2パターン基準画像を取得し直さなければならず、指Fの抽出をスムーズに行うことができないおそれがある。すなわち、前述した第1実施形態は、スクリーン900の位置や形状が固定されている場合に特に優れた効果を発揮する。これに対して、これから述べる本実施形態では、第1パターン基準画像や第2パターン基準画像を必要としないため、スクリーン900の位置が変化する場合や、スクリーン900形状が変化する場合であっても、スムーズに指Fを抽出することができる。

10

【0069】

本実施形態の画像認識ユニット100は、プロジェクター200、プロジェクター300、カメラ400および画像認識装置500に加えて、さらに、図11に示すように、スクリーン900に照明光LLを照射するプロジェクター（照明光照射装置）600を有する。プロジェクター600は、スクリーン900の全域に広がるようにNIR光（800～2500nm程度の波長を有する近赤外線）からなる照明光LLを照射する。このような照明光LLは、指Fの抽出に用いられる。

20

【0070】

プロジェクター600の構成としては、照明光LLを照射することができれば特に限定されない。例えば、液晶型のプロジェクター、光走査型のプロジェクター、DMD型のプロジェクターを用いることができる。また、プロジェクター200またはプロジェクター300がプロジェクター600を兼ねていてもよい。

【0071】

30

照明光LLは、図11に示すように、第1波長を有する第1照明光LL1と、第1波長と異なる第2波長を有する第2照明光LL2と、を含んでおり、第1照明光LL1と第2照明光LL2とがスクリーン900に同時に照射されるようになっている。ただし、第1照明光LL1と第2照明光LL2とが時分割で交互に照射されてもよい。また、第1照明光LL1および第2照明光LL2は、パターンを持たないベタな光であり、スクリーン900を一様（均等）に照らすようになっている。

【0072】

また、第1照明光LL1と第2照明光LL2は、共にNIR光であり、かつ、指Fによる波長吸収特性が異なっている。図12は、指Fを構成する物質の波長吸収特性を示すグラフである。同図に示すように、例えば、800nm付近および1050nm付近では水およびヘモグロビンによる光吸収が周辺の波長に比べて少ないのでに対して、970nm付近では、水およびヘモグロビンによる光吸収が周辺の波長に比べて多い。そのため、本実施形態では、第1照明光LL1の波長を800nmとし、第2照明光LL2の波長を970nmとしている。ただし、第1、第2照明光LL1、LL2の波長としては、波長吸収特性が異なっていれば特に限定されず、対象物の構成によって適宜設定することができる。

40

【0073】

また、カメラ400は、第1照明光LL1による画像と、第2照明光LL2による画像を同時に取得可能な2バンドカメラである。前述した波長吸収特性の異なりから、第1照明光LL1による画像と第2照明光LL2による画像とに差が生じるため、計測点判定部

50

520は、これらの画像を比較することで、指Fの抽出を行うことができる。このような手法は、「マルチスペクトルセンシング」、「ハイパースペクトルセンシング」等として公知である。

【0074】

このような構成によれば、前述した第1実施形態のような第1パターン基準画像や第2パターン基準画像が必要ないため、スクリーン900の位置が変化する場合や、スクリーン900の形状が変化する場合であっても、スムーズに指Fを抽出することができる。

【0075】

以上のような第2実施形態によっても、上述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

10

【0076】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態に係る画像認識ユニットについて説明する。

【0077】

図13は、本発明の第3実施形態に係る画像認識ユニットで用いられる検出用パターンを示す図である。図14および図15は、それぞれ、タッチ認識の方法を説明する図である。なお、図14および図15では、説明の便宜上、指に照射された第1、第2パターンの図示を省略している。

【0078】

以下、本発明の第3実施形態に係る画像認識ユニットについて説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

20

【0079】

第3実施形態の画像認識ユニットは、検出用パターンの構成が異なること以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0080】

本実施形態では、図13に示すように、検出用パターンとして、さらにアドレスパターンADを用いる。アドレスパターンADは、第1、第2パターン810、820をそれぞれ第3周期T3を有する複数の領域に分割し、かつ、分割した各領域にアドレス（位置を特定する情報）を付与する機能を有する。

30

【0081】

具体的には、アドレスパターンADは、第1、第2パターン810、820の最小公倍数（第1パターン810の周期の7倍、第2パターン820の周期の4倍）に相当する第3周期を有するパターンで構成され、第1、第2パターン810、820の上下に表示される。すなわち、第1パターン810は、アドレスパターンADによって7周期毎に1つの領域に分割され、領域毎に位置が特定できるようになっている。同様に、第2パターン820は、アドレスパターンADによって4周期毎に1つの領域に分割され、領域毎に位置が特定できるようになっている。なお、1つのアドレスの幅は、指先F1の幅よりも若干大きめに設定されている。

【0082】

40

ただし、アドレスパターンADの構成としては、上記と同様の効果を発揮することができれば、特に限定されない。例えば、アドレスパターンADは、第1、第2パターン810、820の上下の少なくとも一方に表示されていてもよい。

【0083】

また、本実施形態では、検出用パターンとして、さらに、第3パターン700を用いる。第3パターン700は、プロジェクター300から、第1、第2パターン810、820と共に射出される。

【0084】

第3パターン700は、指先F1を通るエピポーラ線EL（EL'）上に延びる線状のパターンである。また、この第3パターン700は、指先F1が位置しているアドレス[

50

$N + 1$] を除き、かつ、アドレス [$N + 1$] の両隣のアドレス [N]、[$N + 2$] を含むように照射される。なお、第 3 パターン 700 は、可視光で生成してもよいし、NIR 光で生成してもよい。また、第 3 パターン 700 は、第 1、第 2 パターン 810、820 と同時に表示してもよいし、第 1、第 2 パターン 810、820 と交互に（時分割で）表示してもよい。

【0085】

このような第 3 パターン 700 を用いることで、指先 F1 が接触状態であるのか、フェーズ・ラッピングが生じている状態であるのかを、精度よく区別することができる。具体的には、接触状態の場合は、第 3 パターン 700 が指先 F1 上に照射されない。そのため、この際のステレオ平行化画像 P31 は、図 14 に示すように、アドレス [$N + 1$] 以外において、第 3 パターン 700 の連続性が維持された状態となる。また、指先 F1 上に第 3 パターン 700 が照射されないことから、指先 F1 上で第 1 パターン 810 や第 2 パターン 820 と第 3 パターン 700 とが重ならず、指先 F1 上の第 1、第 2 パターン 810、820 を画像として認識することができる。一方、フェーズ・ラッピングが生じている場合は、第 3 パターン 700 が指先 F1 に照射されてしまい、指先 F1 に遮られて影となる部分が第 3 パターン 700 のどこかに発生する。そのため、この際のステレオ平行化画像 P31 は、図 15 に示すように、第 3 パターン 700 に影部分 710 が発生し、不連続な状態となる。また、指先 F1 上に第 3 パターン 700 が照射されることから、指先 F1 上で第 1、第 2 パターン 810、820 と第 3 パターン 700 とが重なってしまい、指先 F1 上の第 1、第 2 パターン 810、820 を画像として認識することが困難となる。

10

20

【0086】

このような画像の違いから、接触状態であるのか、フェーズ・ラッピングが生じている状態であるのかを、精度よく区別することができる。そのため、より精度の高いタッチ認識が可能となる。また、このようにフェーズ・ラッピングを効果的に抑制することができるため、第 1、第 2 パターン 810、820 の周期を短くすることができ、より精度の高いタッチ認識が可能となる。また、ステレオ平行化画像 P31 では、第 3 パターン 700 が水平方向に延在しているため、画像の回析が容易となる。

【0087】

以上のような第 3 実施形態によっても、上述した第 1 実施形態と同様の効果を発揮することができる。

30

【0088】

<第 4 実施形態>

次に、本発明の第 4 実施形態に係る画像認識ユニットについて説明する。

【0089】

図 16 は、本発明の第 4 実施形態に係る画像認識ユニットで用いられるプロジェクターの構成図である。図 17 ないし図 19 は、それぞれ、タッチ認識の方法を説明する図である。

【0090】

以下、本発明の第 4 実施形態に係る画像認識ユニットについて説明するが、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

40

【0091】

第 4 実施形態の画像認識ユニットは、プロジェクター（検出用画像表示装置）の構成が異なること以外は、前述した第 1 実施形態と同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0092】

本実施形態のプロジェクター 300 は、プロジェクター 200（図 2 参照）とほぼ同様であり、図 16 に示すように、液晶表示素子 381R、381G、381B と、ダイクロイックプリズム 382 と、投射レンズ系 383 と、を備えている。プロジェクター 200 との違いは、液晶表示素子 381R に赤色光 R と共に NIR 光が入射するようになっている点である。赤色光 R は、緑色光 G および青色光 B と比較して NIR 光と波長の差が小さ

50

いため、比較的簡単に同一の光学系を実現することができる。このような構成のプロジェクトー300によれば、比較的簡単な構成で、可視光で生成された第1、第2パターン810、820と、NIR光で生成された第3パターン700とを同時に照射することができる。

【0093】

ここで、上述のプロジェクトー300を用いてNIR光で第3パターン700を照射すると、第3パターン700は、赤色として認識される(NIR光とともに赤色光Rも変調されるため)。そのため、第3パターン700によってスクリーン900上の画像が損なわれる可能性がある。そこで、スクリーン900上の画像を損なわないように、本実施形態では、図17に示すように、第3パターン700にデザイン性を付与し、第3パターン700をポインターの様に見える円環状(環状)としている。また、第3パターン700は、アドレスパターンADの3周期分(具体的には、指先F1が位置するアドレス[N+1]と、その両隣のアドレス[N]および[N+2])に跨って表示されている。また、第3パターン700の内部空間701は、指先F1が位置するアドレス[N+1]を跨いで位置している。

【0094】

このような第3パターン700を用いることでも、指先F1が接触状態であるのか、フェーズ・ラッピングが生じている状態であるのかを、精度よく区別することができる。例えば、接触状態の場合の際のステレオ平行化画像P41は、図17に示すように、指F上にも第3パターン700が照射され、第3パターン700が全周にわたって環状に表示された状態となる。一方、1周期のフェーズ・ラッピングが生じている場合は、第3パターン700が指Fに照射されてしまい、第3パターン700には指Fに遮られて影となる部分が発生する。そのため、この際のステレオ平行化画像P41は、図18に示すように、第3パターン700の一部が影となって映る状態となる。また、2周期以上のフェーズ・ラッピングが生じている場合は、第3パターン700が指Fの裏側(スクリーン900側)に照射される。そのため、この際のステレオ平行化画像P41は、図19に示すように、第3パターン700の一部が指Fによって遮られて映る状態となる。

【0095】

このような画像の違いから、接触状態であるのか、フェーズ・ラッピングが生じた状態であるのかを、精度よく区別することができる。そのため、より精度の高いタッチ認識が可能となる。また、本実施形態では、第3パターン700が赤色として認識されるため、第3パターン700が著しく明るくならず、周囲との高いコントラストを発揮することができる。そのため、より精度の高いタッチ認識が可能となる。

【0096】

なお、2周期以上のフェーズ・ラッピングが生じている場合をより精度よく検知するために、例えば、第1、第2パターン810、820を所定の周期で明滅させる等して、第3パターン700の画像を取得する際に第1、第2パターン810、820が表示されないようすることが好ましい。

【0097】

以上のような第4実施形態によっても、上述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0098】

<第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態に係る画像認識ユニットについて説明する。

【0099】

図20は、本発明の第5実施形態に係る画像認識ユニットで用いられる検出用パターンを示す図である。図21および図22は、それぞれ、タッチ認識の方法を説明する図である。

【0100】

以下、本発明の第5実施形態に係る画像認識ユニットについて説明するが、前述した実

10

20

30

40

50

施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項はその説明を省略する。

【0101】

第5実施形態の画像認識ユニットは、検出用パターンの構成が異なること以外は、前述した第3実施形態と同様である。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0102】

本実施形態では、図20に示すように、検出用パターンとして、第1、第2パターン810、820に加えて、第3パターン700を照射する。第3パターン700は、エピポーラ線ELと平行な方向に沿う直線状の線状パターン790を有し、この線状パターン790が縦方向（エピポーラ線ELに交差する方向）に離間して複数本（本実施形態では3本）表示されている。また、隣り合うアドレスでは、各線状パターン790が縦方向にずれている（すなわち、領域毎に不連続となっている）。なお、第3パターン700は、可視光で生成されてもよいし、NIR光で生成されてもよい。

10

【0103】

このような第3パターン700を用いることでも、指先F1が接触状態であるのか、フェーズ・ラッピングが生じている状態であるのかを、精度よく区別することができる。例えば、接触状態の場合のステレオ平行化画像P51では、図21に示すように、線状パターン790が指先F1とスクリーン900の境界部Aにおいて連続性を有している。また、指先F1がスクリーン900に接触していることから、第3パターン700上に指先F1による影が発生していない。一方、フェーズ・ラッピングが生じている場合のステレオ平行化画像P51では、図22に示すように、線状パターン790が境界部Aにおいて縦方向にずれたり、影が発生したりして不連続になっている。

20

【0104】

このような画像の違いから、接触状態であるのか、フェーズ・ラッピングが生じている状態であるのかを、精度よく区別することができる。そのため、より精度の高いタッチ認識が可能となる。

【0105】

なお、2周期以上のフェーズ・ラッピングが生じている場合をより精度よく検知するために、例えば、第1、第2パターン810、820を所定の周期で明滅させる等して、第3パターン700の画像を取得する際に第1、第2パターン810、820が表示されないようにすることが好ましい。

30

【0106】

以上のような第5実施形態によっても、上述した第1実施形態と同様の効果を発揮することができる。

【0107】

以上、本発明の画像認識装置、画像認識方法および画像認識ユニットについて、図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、本発明の画像表示装置では、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができ、また、他の任意の構成を付加することもできる。また、前述した各実施形態を適宜組み合わせてもよい。

40

【符号の説明】

【0108】

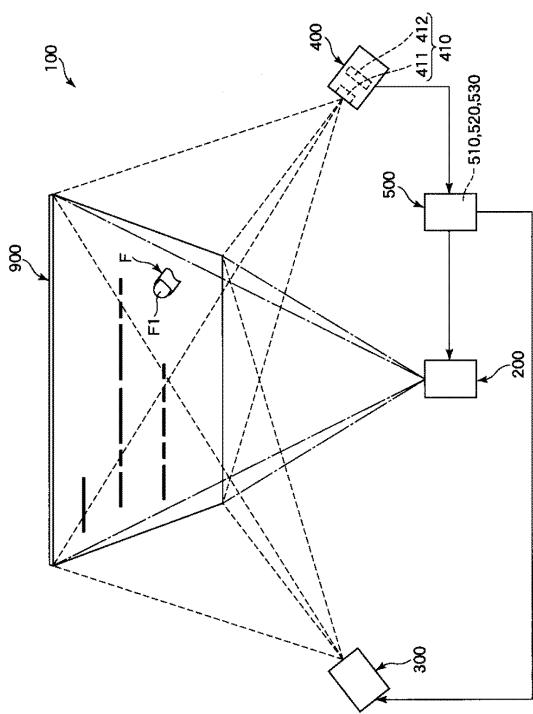
100...画像認識ユニット、200...プロジェクター、240B、240G、240R...液晶表示素子、250...ダイクロイックプリズム、260...投射レンズ系、300...プロジェクター、310...光源、311B、311G、311R...光源、312B、312G、312R...コリメータレンズ、313...光合成部、313a、313b、313c...ダイクロイックミラー、314...集光レンズ、320...走査部、330...可動部、331...ミラー、341、342...軸部、350...駆動枠部、361、362...軸部、370...支持部、381B、381G、381R...液晶表示素子、382...ダイクロイックプリズム、383...投射レンズ系、400...カメラ、410...受光ユニット、411...レンズ系

50

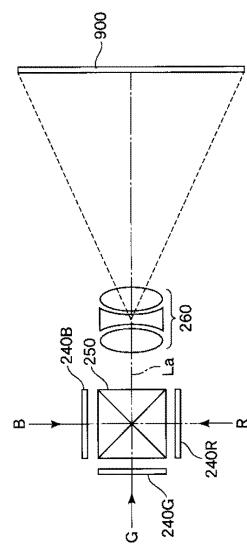
、412…撮像素子、500…画像認識装置、510…パターン表示部、520…計測点判定部、530…位置検知部、600…プロジェクター、700…第3パターン、701…内部空間、710…影部分、790…線状パターン、810…第1パターン、811…第1領域、812…第2領域、820…第2パターン、821…第1領域、822…第2領域、900…スクリーン、A…境界部、AD…アドレスパターン、B…青色光、C1…カメラ中心、C2…角度変更中心、EL、EL'…エピポーラ線、F…指、F1…指先、G…緑色光、J1、J2…軸、11、12、13…直線、LL…照明光、LL1…第1照明光、LL2…第2照明光、La…映像光、Lb…変調光、P11…第1画像、P12…第2画像、P31、P41、P51…ステレオ平行化画像、Pe…エピポーラ点、R…赤色光、SH…影、T1…第1周期(幅)、T2…第2周期(幅)、T3…第3周期、x…座標、…エピポーラ平面、1…画像平面、2…仮想画像平面

10

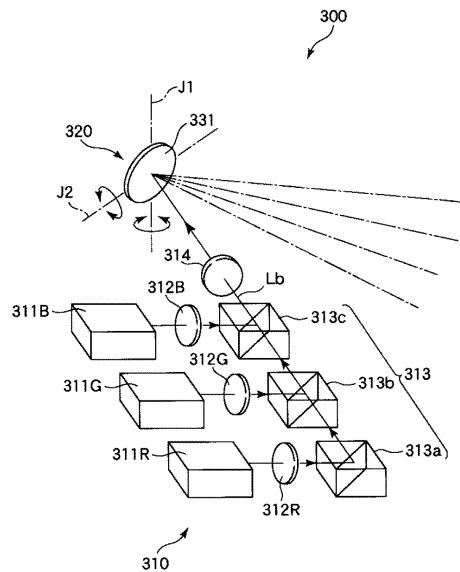
【図1】



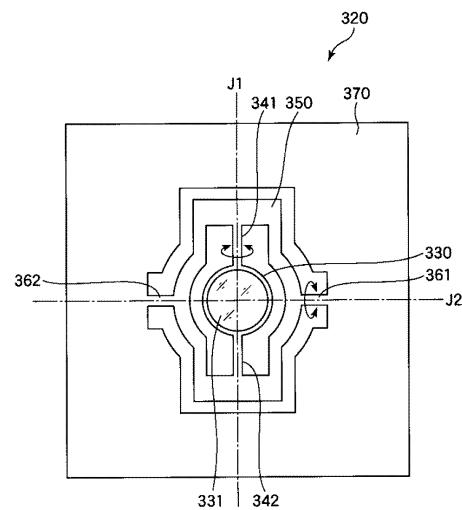
【図2】



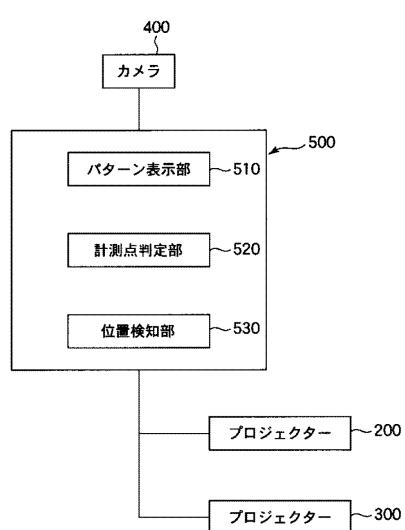
【 四 3 】



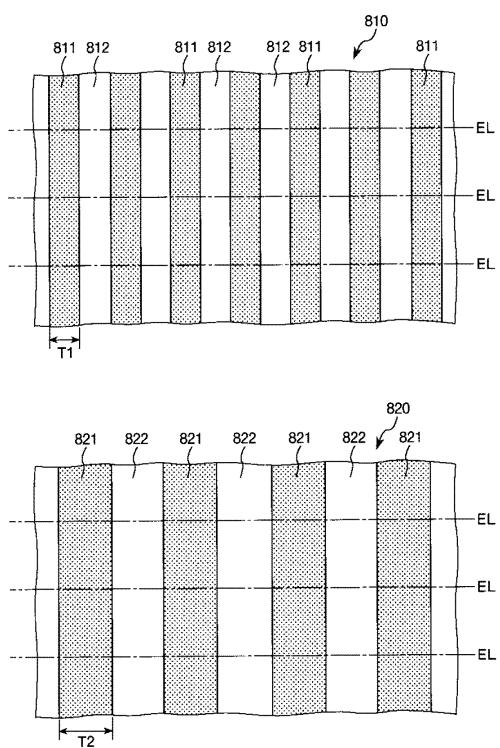
【 図 4 】



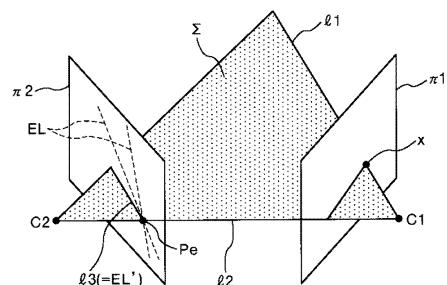
【 5 】



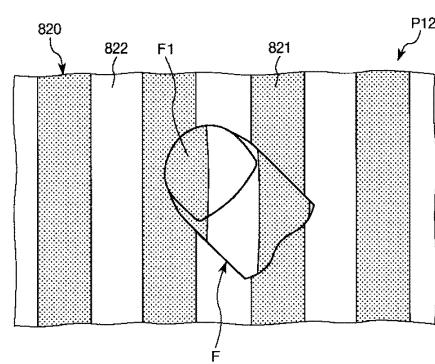
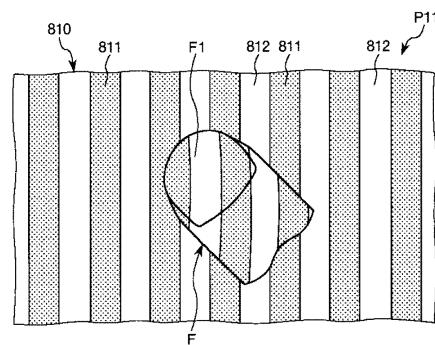
【 四 6 】



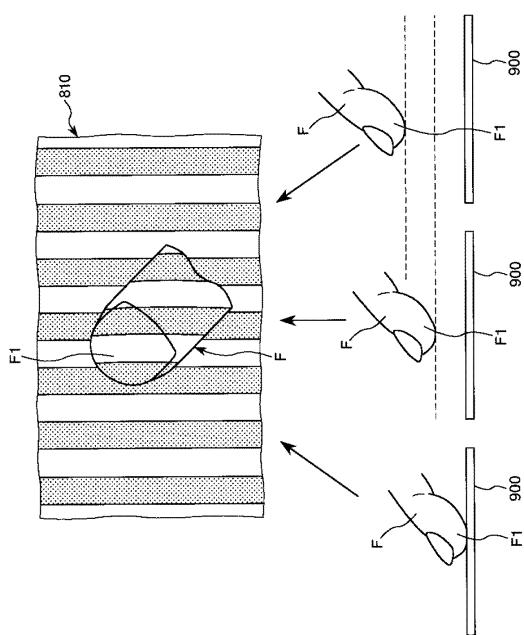
【図7】



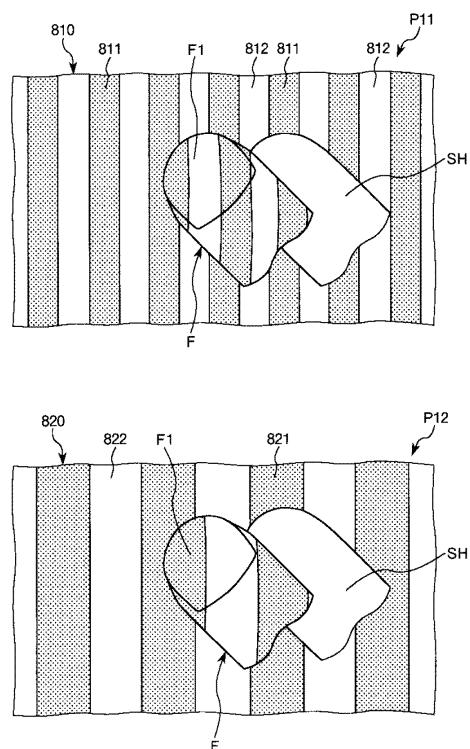
【図8】



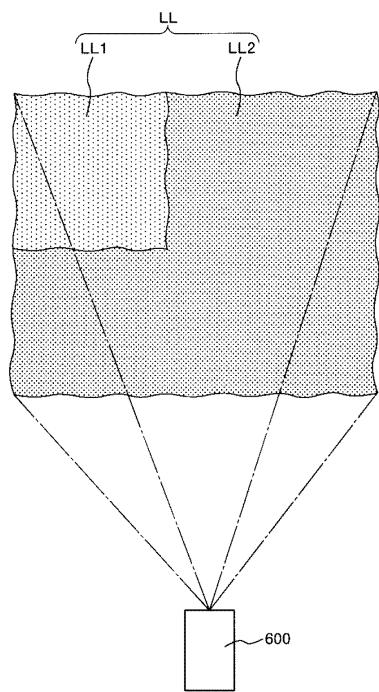
【図9】



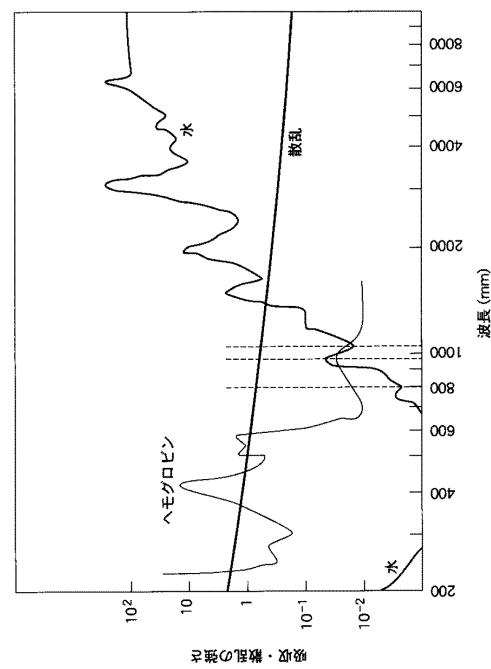
【図10】



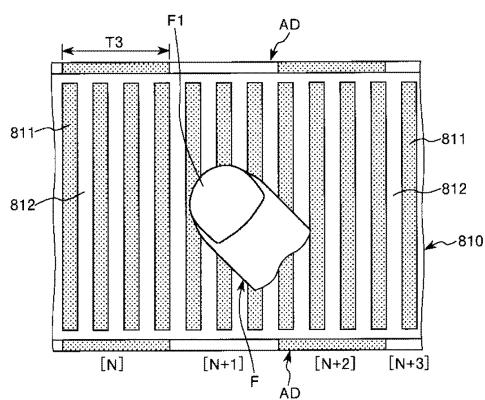
【図11】



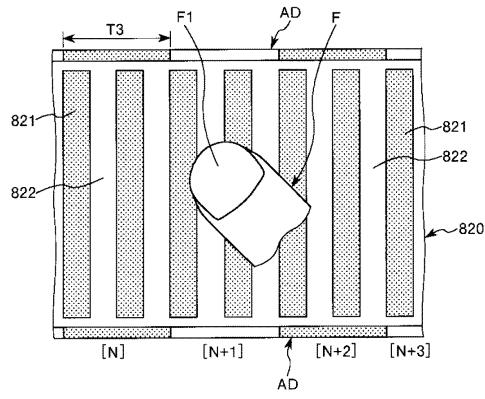
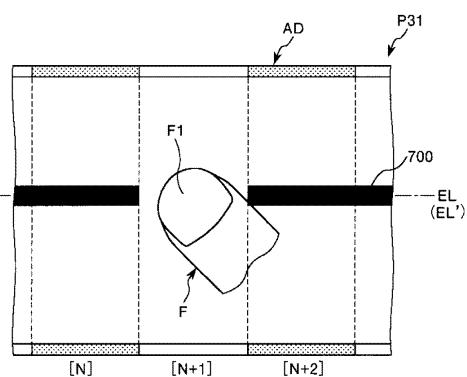
【図12】



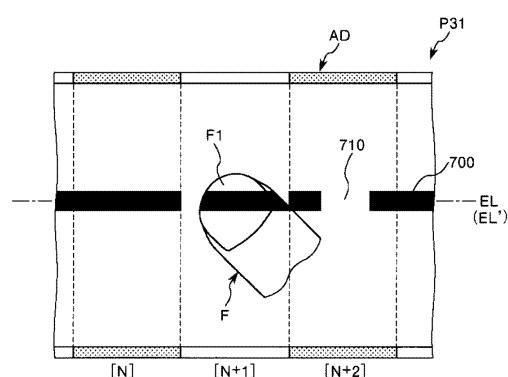
【図13】



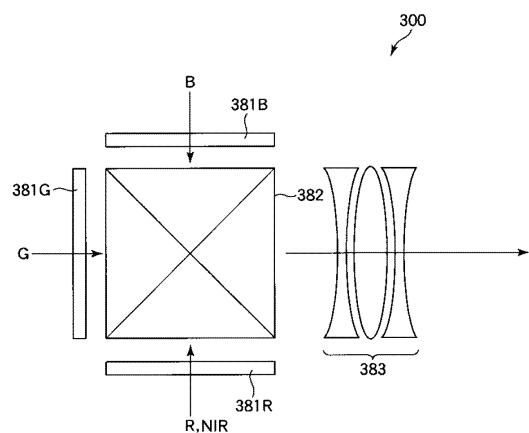
【図14】



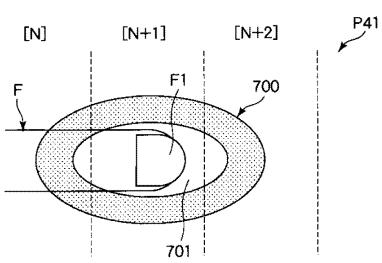
【図15】



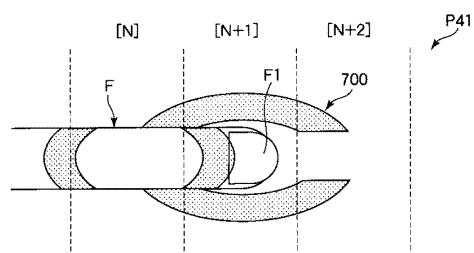
【図16】



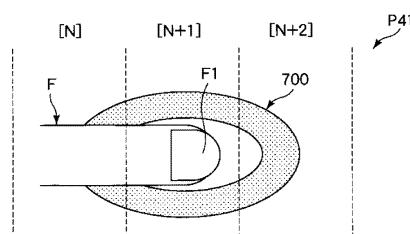
【図17】



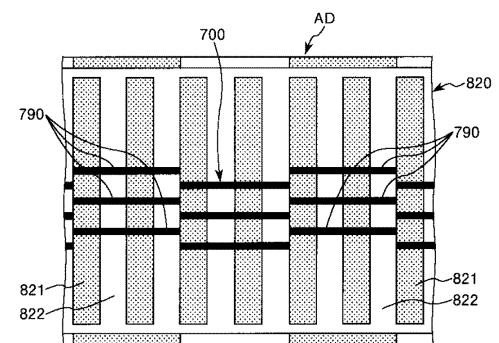
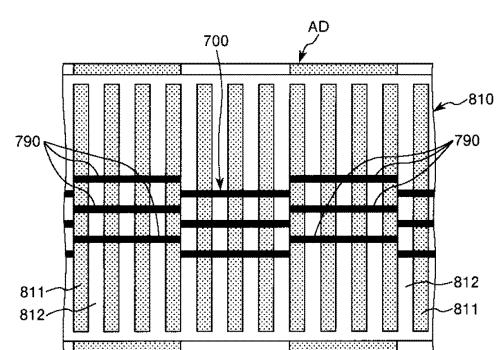
【図18】



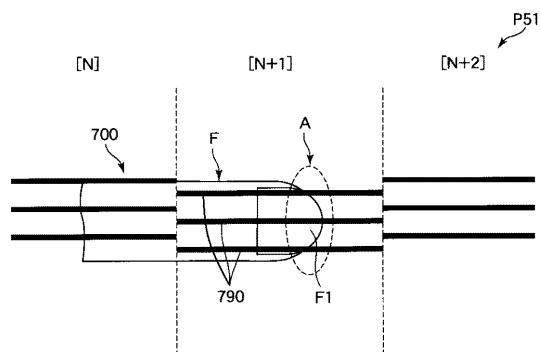
【図19】



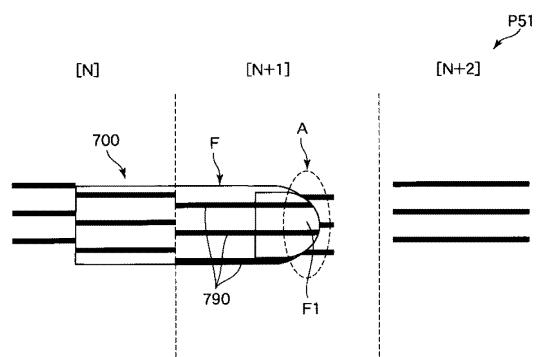
【図20】



【図21】



【図22】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2014-515827(JP,A)
特開2011-039673(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0254810(US,A1)
特開2013-002934(JP,A)
特開2011-257336(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0002421(US,A1)
特開2014-115108(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 06 F 3 / 042
G 03 B 21 / 00
G 09 G 5 / 00
H 04 N 5 / 74