

(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2012-208926

(P2012-208926A)

(43) 公開日 平成24年10月25日(2012.10.25)

(51) Int.Cl.

G06F 3/033 (2006.01)

F I

G06F 3/033 422

テーマコード(参考)

5B087

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2012-46970 (P2012-46970)  
 (22) 出願日 平成24年3月2日(2012.3.2)  
 (31) 優先権主張番号 特願2011-56819 (P2011-56819)  
 (32) 優先日 平成23年3月15日(2011.3.15)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (72) 発明者 栗林 英範  
 東京都千代田区有楽町一丁目12番1号  
 株式会社ニコン内  
 Fターム(参考) 5B087 AA07 AB09 AC04 BC06 BC32

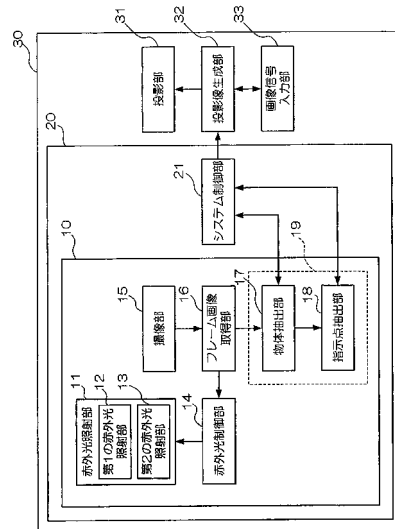
(54) 【発明の名称】 検出装置、入力装置、プロジェクタ、及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】ユーザによる指示の誤検出を低減する。

【解決手段】検出装置(10)は、赤外光の波長領域を撮像する撮像部(15)と、検出対象面上における手の先端部を検出する第1の赤外光と、第1の赤外光より検出対象面から離れた領域に照射される第2の赤外光とを照射する赤外光照射部(11)と、第1の赤外光と第2の赤外光とを照射することにより撮像部(15)によって撮像された画像に基づいて、手の向きを検出し、第1の赤外光を照射することにより撮像された画像に基づいて抽出された先端部の画像領域と、検出した手の向きとに基づいて、検出対象面上の先端部の位置を検出する検出部(19)と、を備える。

【選択図】図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

赤外光の波長領域を撮像する撮像部と、  
検出対象面上における指示部の先端部を検出する第 1 の赤外光と、前記第 1 の赤外光より前記検出対象面から離れた領域に照射される第 2 の赤外光とを照射する照射部と、  
前記第 1 の赤外光と前記第 2 の赤外光とを照射することにより前記撮像部によって撮像された画像に基づいて、前記指示部の向きを検出し、前記第 1 の赤外光を照射することにより撮像された画像に基づいて抽出された前記先端部の画像領域と、検出した前記指示部の向きとに基づいて、前記検出対象面上の前記先端部の位置を検出する検出部と  
を備えることを特徴とする検出装置。

10

**【請求項 2】**

前記第 1 の赤外光及び前記第 2 の赤外光は、前記検出対象面と平行な平行光であることを特徴とする請求項 1 に記載の検出装置。

**【請求項 3】**

前記第 1 の赤外光が前記検出対象面と平行な平行光であり、前記第 2 の赤外光が前記検出対象面と垂直な方向に拡散する拡散光であることを特徴とする請求項 1 に記載の検出装置。

**【請求項 4】**

前記照射部は、  
前記撮像部の撮像タイミングに応じて、前記第 1 の赤外光と前記第 2 の赤外光とを切り替えて照射し、  
前記検出部は、  
前記第 1 の赤外光を照射することにより撮像された第 1 の画像及び前記第 2 の赤外光を照射することにより前記撮像部によって撮像された第 2 の画像に基づいて、前記指示部の向きを検出する  
ことを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の検出装置。

20

**【請求項 5】**

前記照射部は、  
前記第 1 の赤外光と前記第 2 の赤外光とを互いに異なる光の強度で照射することを特徴とする請求項 4 に記載の検出装置。

30

**【請求項 6】**

前記検出部は、  
前記互いに異なる光の強度を照射して撮像された前記第 1 の画像と前記第 2 の画像との差分画像に基づいて、前記指示部の画像領域と前記先端部の画像領域とを抽出し、抽出した前記指示部の画像領域に基づいて前記指示部の向きを検出し、検出した前記指示部の向きと前記先端部の画像領域とに基づいて、前記先端部の位置を検出する  
ことを特徴とする請求項 5 に記載の検出装置。

**【請求項 7】**

前記検出部は、  
前記差分画像を多値化し、多値化した前記差分画像に基づいて、前記指示部の画像領域と前記先端部の画像領域とを抽出する  
ことを特徴とする請求項 6 に記載の検出装置。

40

**【請求項 8】**

前記撮像部は、  
さらに、前記第 1 の赤外光及び前記第 2 の赤外光がともに照射されない期間の画像である第 3 の画像を撮像し、  
前記検出部は、  
前記第 1 の画像と前記第 3 の画像との差分画像、及び前記第 2 の画像と前記第 3 の画像との差分画像に基づいて、前記指示部の画像領域と前記先端部の画像領域とを抽出し、抽出した前記指示部の画像領域に基づいて、前記指示部の向きを検出し、検出した前記指示

50

部の向きと前記先端部の画像領域とに基づいて、前記先端部の位置を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の検出装置。

【請求項 9】

前記検出部は、

前記指示部の画像領域のパターンと予め定められた基準パターンとの比較によるパターンマッチング、前記撮像部の撮像範囲以内に予め指定された検出範囲の境界線のうち、前記指示部の画像領域と重なる位置、及び前記指示部の画像領域の動きベクトルのうちのいずれか 1 つ又は組み合わせによって、前記指示部の向きを検出する

ことを特徴とする請求項 6 から請求項 8 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 10】

前記検出部は、

前記指示部の向きと前記先端部の画像領域とに基づいて、複数の前記先端部の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 6 から請求項 9 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 11】

前記検出部は、

前記第 2 の画像に基づいて、前記撮像部の撮像範囲内で前記指示部が移動する空間上の前記先端部の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 4 から請求項 10 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 12】

前記照射部は、

前記検出対象面に対する垂直方向の照射範囲が互いに異なる複数の前記第 2 の赤外光を順番に照射し、

前記撮像部は、前記複数の第 2 の赤外光それぞれに対応した複数の前記第 2 の画像を撮像し、

前記検出部は、

前記複数の第 2 の画像に基づいて、前記先端部の前記垂直方向の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 11 に記載の検出装置。

【請求項 13】

前記検出部は、

前記第 2 の画像に基づいて前記指示部の画像領域を抽出し、抽出した前記指示部の画像領域における前記先端部の前記第 2 の画像上の位置及び大きさに基づいて前記先端部の検出対象面に対する垂直方向の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 11 に記載の検出装置。

【請求項 14】

前記検出部は、

前記第 2 の画像に基づいて前記指示部の画像領域を抽出し、抽出した前記指示部の画像領域の前記第 2 の画像上の位置及び大きさに基づいて、前記検出対象面に対する水平方向の前記先端部の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 11 から請求項 13 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 15】

請求項 1 から請求項 14 のいずれか一項に記載の検出装置を備えることを特徴とする入力装置。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の入力装置と、

前記検出対象面に画像を投影する投影部と

を備えることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項 17】

請求項 1 から請求項 14 のいずれか一項に記載の検出装置を備えることを特徴とする電子機器。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出装置、入力装置、プロジェクタ、及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

ユーザによる指示動作を検出するための検出装置並びにその検出装置を用いた入力装置が、知られている（例えば、特許文献1を参照）。

【0003】

特許文献1に記載されている入力装置では、ユーザが投影像を直接指示し、ユーザの指又はユーザが持つスタイラスの動きなどに検出することにより指示を検出し、検出した指示によって文字などを入力することが可能となっている。その際、例えば、赤外光の反射を利用して検出されるようになっている。また、ユーザの指による押下動作は、例えば、指の押下前後における赤外像の違いを解析することで検出されるようになっている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2003-535405号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0005】

しかしながら、特許文献1では、単に、ユーザの指又はユーザが持つスタイラスの動きを検出しているため、例えば、装置の側面から指示されたような場合に、指示が誤検出されてしまうことがある。

【0006】

本発明は、上記の事情を考慮してなされたものであり、ユーザによる指示の誤検出を低減することができる検出装置、入力装置、プロジェクタ、及び電子機器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】

【0007】

上記問題を解決するために、本発明の一実施形態は、赤外光の波長領域を撮像する撮像部と、検出対象面上における指示部の先端部を検出する第1の赤外光と、前記第1の赤外光より前記検出対象面から離れた領域に照射される第2の赤外光とを照射する照射部と、前記第1の赤外光と前記第2の赤外光とを照射することにより前記撮像部によって撮像された画像に基づいて、前記指示部の向きを検出し、前記第1の赤外光を照射することにより撮像された画像に基づいて抽出された前記先端部の画像領域と、検出した前記指示部の向きとに基づいて、前記検出対象面上の前記先端部の位置を検出する検出部とを備えることを特徴とする検出装置である。

30

【0008】

また、本発明の一実施形態は、上記検出装置を備えることを特徴とする入力装置である。

40

【0009】

また、本発明の一実施形態は、上記入力装置と、前記検出対象面に画像を投影する投影部とを備えることを特徴とするプロジェクタである。

【0010】

また、本発明の一実施形態は、上記入力装置を備えることを特徴とする電子機器である。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、ユーザによる指示の誤検出を低減することができる。

50

## 【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施の形態を説明するための斜視図である。

【図2】図1のプロジェクタ30の内部構成を示すブロック図である。

【図3】図1の第1の赤外光照射部12における垂直方向の光束を示す側面図である。

【図4】図1の第1の赤外光照射部12における水平方向の光束を示す平面図である。

【図5】図1の第2の赤外光照射部13における垂直方向の光束を示す側面図である。

【図6】図1の第2の赤外光照射部13の変形例における垂直方向の光束を示す側面図である。

【図7】図2の検出装置10の動作を説明するためのタイミングチャートである。

10

【図8】図2の検出装置10の動作を説明するために用いる画像の一例を示す図である。

【図9】図2の検出装置10の動作を説明するために用いるユーザの手の形の一例を示す図である。

【図10】図2の検出装置10の動作を説明するために用いるユーザの手の形の一例と差分画像の一例を示す第1の図である。

【図11】図2の検出装置10の動作を説明するために用いるユーザの手の形の一例と差分画像の一例を示す第2の図である。

【図12】図2の検出装置10の動作を説明するために用いるユーザの手の形の一例と差分画像の一例を示す第3の図である。

【図13】本発明の他の実施形態における動作を説明するためのタイミングチャートである。

20

【図14】本発明の他の実施形態における動作を説明するために用いる画像の一例を示す図である。

【図15】本発明の他の実施形態のプロジェクタ30bの内部構成の一例を示すブロック図である。

【図16】図15の検出装置10aの動作の一例を示す第1の図である。

【図17】図15の検出装置10aの動作の一例を示す第2の図である。

【図18】図15のプロジェクタ30bの動作の一例を示す図である。

【図19】図15のプロジェクタ30bの動作の別の一例を示す図である。

【図20】図15の検出装置10aの動作の別の一例を示す第1の図である。

30

【図21】図15の検出装置10aの動作の別の一例を示す第2の図である。

【図22】図15の検出装置10aをタブレット端末40に適用した一例を模式図である。

【図23】図22のタブレット端末40の構成の一例を示すブロック図である。

【図24】図23のタブレット端末40における赤外光照射部11と撮像部15の一例を示す図である。

【図25】図23のタブレット端末40における赤外光照射部11と撮像部15の一例を示す図である。

【図26】図23のタブレット端末40における撮像部15の別の一例を示す第1の図である。

40

【図27】図23のタブレット端末40における撮像部15の別の一例を示す第2の図である。

【図28】図23のタブレット端末40における撮像部15の別の一例を示す第3の図である。

## 【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

## 〔第1の実施形態〕

図1は、本発明の一実施形態としての検出装置を説明するための斜視図である。図2は、本発明の一実施形態としての検出装置を説明するためのブロック図である。なお、各図

50

において、同一の（あるいは対応する）構成には同一の符号を用いている。

【0014】

図1に示すプロジェクタ30は、本発明が特徴とする検出装置10（図2参照）を内部に備えるとともに、外部に面する位置に投影部31（の照射口）を備えて、検出対象面2に投影像3を投影する。さらに、プロジェクタ30は、外部に面する位置に、第1の赤外光照射部12、第2の赤外光照射部13及び撮像部15を備えている。

【0015】

検出対象面2は、この実施形態では机の天板であるとする。ただし、検出対象面2は、壁面、天井面、床面、映写用スクリーン、黒板、白板などの平面体、球状などの曲面体、ベルトコンベアなどの移動体であってもよい。また、検出対象面2は、投影像3が投影される面に限らず、液晶ディスプレイなどのフラットパネルであってもよい。

10

【0016】

図2に示すように、プロジェクタ30は、入力装置20、投影部31、投影像生成部32及び画像信号入力部33を備えている。

また、入力装置20は、検出装置10及びシステム制御部21を備えている。

【0017】

投影部31は、光源、液晶パネル、レンズ、それらの光源やレンズ、液晶パネルの制御回路などを備えて構成されている。投影部31は、投影像生成部32から入力された画像を拡大して検出対象面2に投射し、投影像3を生成する。

【0018】

投影像生成部32は、画像信号入力部33から入力された画像と、入力装置20内のシステム制御部21から入力された制御情報（あるいは画像情報）とに基づいて、投影部31に出力する画像を生成する。画像信号入力部33から入力された画像は、静止画像や動画像である。システム制御部21から入力された制御情報（あるいは画像情報）とは、ユーザによる指示動作の内容に基づいて投影像3を変化させることを指示するための情報である。ここで、ユーザによる指示動作の内容は、検出装置10によって検出される。

20

【0019】

システム制御部21は、検出装置10によって検出されたユーザによる指示動作の内容に基づいて投影像生成部32に出力する制御情報を生成する。また、システム制御部21は、検出装置10内の物体抽出部17や指示点抽出部18の動作を制御する。また、システム制御部21は、物体抽出部17や指示点抽出部18から抽出結果を受け取る。なお、システム制御部21は、CPU（中央処理装置）、主記憶装置、補助記憶装置、他の周辺装置などを備え、所定のプログラムを実行することで種々の機能を実現する装置として構成することができる。また、システム制御部21は、検出装置10内の一部の構成を含む（すなわちシステム制御部21と検出装置10とを統合する）ように構成されていてもよい。

30

【0020】

検出装置10は、赤外光照射部11、赤外光制御部14、撮像部15、フレーム画像取得部16、物体抽出部17及び指示点抽出部18を備えて構成されている。なお、検出装置10の構成のうち、物体抽出部17及び指示点抽出部18が、検出部19に対応する。

40

【0021】

赤外光照射部11は、第1の赤外光照射部12と第2の赤外光照射部13とを備えている。赤外光制御部14は、第1の赤外光照射部12と第2の赤外光照射部13との赤外線点灯及び消灯時刻を制御して、第1の赤外光と第2の赤外光とを点滅制御するとともに、第1の赤外光と第2の赤外光との強度を制御する。赤外光制御部14は、第1の赤外光と第2の赤外光との点滅制御を、フレーム画像取得部16から供給される同期信号に同期させて制御する。

【0022】

撮像部15は、CCD（電荷結合素子）などからなる撮像素子、レンズ、赤外線透過フィルタなどから構成されている。撮像部15は、赤外線透過フィルタを透過して入射した

50

赤外光の波長領域を撮像素子で撮像することで、すなわち、第1の赤外光及び第2の赤外光の反射光を撮像することで、ユーザの手や指の検出対象面2上での動きを動画で（あるいは連続静止画で）撮影する。撮像部15は、動画撮影の垂直同期信号（v s y n c）とフレーム毎の画像信号とをフレーム画像取得部16に出力する。フレーム画像取得部16は、撮像部15で撮像された各フレームの画像信号と垂直同期信号とを撮像部15から順次取得する。フレーム画像取得部16は、取得した垂直同期信号に基づいて所定の同期信号を生成し、赤外光制御部14に出力する。

【0023】

検出部19は、第1の赤外光と第2の赤外光とを照射することにより撮像部15によって撮像された画像に基づいて、手（指示部）などの向きを検出する。そして、指示点抽出部18は、第1の赤外光を照射することによって撮像された画像に基づいて抽出された先端部の画像領域と、物体抽出部17で検出された手（指示部）の向きとに基づいて、検出対象面2上の指（先端部）の位置を検出する。

10

【0024】

物体抽出部17は、第1の赤外光と第2の赤外光とを照射することにより撮像部15によって撮像された画像に基づいて、手（指示部）の画像領域と、先端部の画像領域とを抽出する。

指示点抽出部18は、物体抽出部17が抽出した手（指示部）の画像領域と、先端部の画像領域とに基づいて、手（指示部）などの向きを検出する。そして、指示点抽出部18は、先端部の画像領域と手（指示部）の向きとに基づいて、検出対象面2上の指（先端部）の位置を検出する。

20

【0025】

なお、第1の赤外光照射部12は、検出対象面2上においてユーザの手の指、ユーザが持つスタイラスの先端などの指示部（指示部＝手やスタイラス）の先端部（すなわち指やスタイラスの先端）を検出するための第1の赤外光を照射する。第2の赤外光照射部13は、第1の赤外光より検出対象面2から離れた領域に照射される第2の赤外光を照射する。第1の赤外光照射部12の出射部と、第2の赤外光照射部13の出射部とは、図1に示すようにプロジェクタ30の外部前面に上下に並んで配置されている。

【0026】

また、図1に示す例では、プロジェクタ30の外部前面に、撮像部15、投影部31、第1の赤外光照射部12の出射部及び第2の赤外光照射部13の出射部が直線状に上下に整列して設置されている。なお、以下では、「指示部」がユーザの「手」、指示部の「先端」がユーザの「指」、である場合を例にして説明する。

30

【0027】

第1の赤外光は、図3の側面図及び図4の平面図に照射領域121として示す検出対象面2とほぼ平行な平行光である。第1の赤外光照射部12は、例えば赤外線LED（発光ダイオード）と、ガルバノスキャナや非球面反射鏡などから構成されている。第1の赤外光照射部12は、図3に示すように、検出対象面2に対して垂直方向の照射領域121が、検出対象面2（の表面）にできるだけ近い高さで、できるだけ狭い照射幅を有し、できるだけ平行な光となるような光束を有するように構成されている。

40

【0028】

また、図4に示すように、平面方向の照射領域121は、扇形の形状を有し、投影部3の多くの部分を覆うように調整されている。この第1の赤外光は、指の先端が検出対象面2に接触していることを検出するために用いられる。なお、第1の赤外光照射部12は、例えば、平面上で比較的狭い指向性を有する平行光赤外線LEDを同一平面上で異なる方向に複数設置して図4に示すように平面上に広い指向性を有するようにすることで、構成することもできる。

【0029】

第2の赤外光は、ユーザの手全体（あるいは手の大部分）を検出するために用いられる。したがって、第2の赤外光の垂直方向の照射領域は、例えば、図3に示すような照射領

50

域 1 2 1 の垂直方向の幅を大きくしたものとすることができる。すなわち第 2 の赤外光は、検出対象面 2 に対して、ユーザの手全体を照射するのに十分な広さの照射幅を有し、できるだけ平行な光となるような光束を有するものとすることができる。

【 0 0 3 0 】

ただし、幅の広い平行光を得るには、光学系を大きくしてしまったり、複雑化してしまったりすることがある。そこで、構成を簡易にするには、例えば、図 5 の側面図に照射領域 1 3 1 として示すように、検出対象面 2 に対して垂直方向上方に向けて拡散する拡散光とすることが考えられる。この場合、第 2 の赤外光の照射領域 1 3 1 は、検出対象面 2 に対して垂直方向下方にはなるべく拡散しないような光束を有するように設定されていることが望ましい。なぜならば、下方に向かう光を弱くすることで、検出対象面 2 からの赤外光の反射を小さく抑えることができるからである。そうすると、手（すなわち指示部）以外からの反射を抑え、後述する物体抽出時の物体検出の感度を良好にすることができる。

10

【 0 0 3 1 】

なお、第 2 の赤外光照射部 1 3 は、例えば赤外線 LED 単体で構成したり、あるいは赤外線 LED とガルバノスキャナや非球面反射鏡などを用いて構成したりすることができる。また、第 2 の赤外光の平面方向の照射領域は、図 4 に示した第 1 の赤外光の平面方向の照射領域 1 2 1 と同様に、扇形の形状を有し、投影像 3 の多くの部分を覆うように調整されている。

【 0 0 3 2 】

なお、第 2 の赤外光照射部 1 3 及び第 2 の赤外光は、図 1 又は図 5 に示すような設置位置や照射幅を有するもののほか、図 6 に示すようなものとすることができる。

20

【 0 0 3 3 】

図 6 に示す構成は、図 5 に示した第 2 の赤外光照射部 1 3 に代えて、図 3 に示した第 1 の赤外光照射部 1 2 と同様な構成の第 2 の赤外光照射部 1 3 a を複数設けた構成である。

図 6 に示すプロジェクタ 3 0 a（プロジェクタ 3 0 に対応）には、図 3 に示した第 1 の赤外光照射部 1 2 と同様な構成の第 1 の赤外光照射部 1 2 a と、複数の第 2 の赤外光照射部 1 3 a とが、垂直方向に一例に並べて設置されている。この場合、第 1 の赤外光照射部 1 2 a は、第 1 の赤外光を照射するために用いられるとともに、複数の第 2 の赤外光照射部 1 3 a とともに第 2 の赤外光を照射するためにも使用される。すなわち、図 6 に示すプロジェクタ 3 0 a では、第 1 の赤外光照射部 1 2 a と複数の第 2 の赤外光照射部 1 3 a とを用いて、垂直方向に照射幅が広い照射領域 1 3 1 a が発生される。

30

【 0 0 3 4 】

次に、図 7 ~ 図 9 を参照して、検出装置 1 0 の動作について説明する。

まず、図 7 を参照して、赤外光制御部 1 4 による第 1 の赤外光及び第 2 の赤外光の照射タイミングの制御について説明する。図 7 は、撮像部 1 5 から出力された垂直同期信号（v s y n c）、第 1 の赤外光の点灯及び消灯、及び第 2 の赤外光の点灯及び消灯の時間変化の関係（及び赤外光の強度の関係）を示すタイミングチャートである。

【 0 0 3 5 】

図 7 は、撮像部 1 5 による撮像動画の n 番目のフレームから n + 3 番目のフレームまでの動作を示している（ただし、n は自然数）。図 7 に示すように、第 1 及び第 2 の赤外光の照射タイミングは、撮像部 1 5 のフレーム切り替えタイミングに合わせて切り替えられるようになっている。

40

【 0 0 3 6 】

例えば、n フレーム目は第 1 の赤外光の照射、n + 1 フレーム目は第 2 の赤外光の照射、n + 2 フレーム目は第 1 の赤外光の照射、...、のように、フレームタイミングに応じて赤外光の照射が時系列で切り替わるように、赤外光制御部 1 4 によって制御される。また、本実施形態では、図 7 に示すように、第 1 の赤外光の強度が、赤外光制御部 1 4 によって、第 2 の赤外光の強度よりも大きくなるように制御されている。

【 0 0 3 7 】

図 8 に、図 7 の n フレーム（第 1 の赤外光照射時）の画像（第 1 の画像）の一例の画像

50



50と、 $n + 1$ フレーム（第2の赤外光照射時）の画像（第2の画像）の一例の画像53とを示した。なお、図8の画像50及び53は、図9に示すような握り方をした手4が検出対象面2上に置かれた場合の撮影画像を示している。

図9(a)は平面図、図9(b)は側面図である。この例では、図9(b)に示すように、手4は人差し指の先端41で検出対象面2に接触し、他の指は接触していない。図8の画像50では、図9の人差し指の先端41の部分が高輝度領域（すなわち画素値の大きい領域；第1の赤外光の反射領域）52となっているほかは、低輝度領域（すなわち画素値の小さい領域）51となっている。一方、図8の画像53では、図9の手4の全体が中輝度領域（すなわち画素値が中程度の領域；第2の赤外光の反射領域）55となっているほかは、低輝度領域54となっている。

10

**【0038】**

図2のフレーム画像取得部16は、撮像部15からフレーム単位で画像を取得する。そして、取得した画像を物体抽出部17に出力する。この例では、フレーム画像取得部16が図9に示す画像50及び画像53を物体抽出部17に出力した場合の例を説明する。

**【0039】**

物体抽出部17は、フレーム画像取得部16から2フレーム分の画像データを受け取ると、 $n$ フレームの画像50と、 $n + 1$ フレームの画像53とについて、対応する画素毎に画素値の差分を算出することで、画像中に含まれる指示部とその先端部の撮像領域を抽出する。すなわち、物体抽出部17は、 $n$ フレームの画像50と、 $n + 1$ フレームの画像53とについて、撮像部15の撮像素子において同一位置に位置する画素毎に、画素値が大きいものから、画素値の小さいものを差し引く処理（すなわち差分処理）を行う。

20

**【0040】**

この差分を算出する処理の結果得られた画像の一例を、図8に画像56として示す。図8に示す例では、画像56に、低輝度領域57、中輝度領域59、高輝度領域58が含まれている。中輝度領域59は、画像53の中輝度領域55（すなわち手4の全体）に対応し、高輝度領域58は画像50の高輝度領域52（すなわち人差し指の先端41）に対応している。

**【0041】**

このように、赤外光制御部14は、図7に示したように、撮像素子の垂直同期信号（*vsync*）に合わせて赤外光の照射タイミングを切り替えることで、フレーム間の赤外光照射状態を変化させる。ここでは、第1の赤外光がON（点灯）の場合は、第2の赤外光がOFF（消灯）となり、第1の赤外光がOFFの場合は、第2の赤外光がONとなる。

30

**【0042】**

撮像部15で撮像されたフレーム取得画像には、太陽光や屋内の照明環境によって放射された赤外光によって、手4以外の周辺の物体も写り込む。また、第1の赤外光に比べて第2の赤外光の強度を低くさせることで第1の赤外光照射時と手4の表示状態とが区別されている。そのため、物体抽出部17は、第1の赤外光照射時と第2の赤外光照射時のフレーム画像の差分を取ることで手4だけを切り出すことが可能となる。

**【0043】**

図8の例では、この差分画像56に含まれる手の領域59の画素値と指の先端の領域58の画素値とは異なる値となる。したがって、差分画像50を所定の画素値の範囲毎に多値化することで手の領域59と指先端の領域58とをそれぞれ抽出することができる。すなわち、物体抽出部17は、差分画像の算出処理と、多値化処理によって、手の領域59と指先端の領域58とを抽出することができる。

40

**【0044】**

次に、指示点抽出部18は、物体抽出部17によって抽出された手の領域59と指の先端領域58から、指示動作を行ったと推定される指の先端領域（すなわち指示点）を抽出する。図8に示す例では、指の先端領域58（すなわち第1の赤外光の反射領域）は1カ所なので、同領域が指示動作を行った領域として抽出される。

**【0045】**

50

ここで、図10を参照して、第1の赤外光の反射領域が複数ある場合の指示点抽出部18の抽出処理について説明する。

【0046】

図10に示す例では、図10(a)に示すように、矢印で示す手の向き(すなわち装置(=プロジェクタ30)正面から入ってきた向き)で手4aが検出対象面2上に置かれ、かつ全ての指が検出対象面2に接触していたものとしている。この場合、物体抽出部17は、図10(b)に示すような差分画像60を算出する。この差分画像60には、低輝度領域61、高輝度領域62~64及び中輝度領域65が含まれている。

【0047】

指示点抽出部18は、物体抽出部17からこの差分画像60を受け取ると、高輝度領域(すなわち第1の赤外光の反射領域)が複数含まれているため、所定の画像処理を行って、手(指示部)4aの向きを検出する処理を行う。

【0048】

所定の画像処理としては、次のようなものを用いることができる。すなわち、1つの手法として、中輝度領域(指示部の画像領域)のパターンと予め定められた基準パターンとの比較によるパターンマッチングがある。他の手法として、撮像部15の撮像範囲以内に予め指定された検出範囲の境界線のうち、中輝度領域(指示部の画像領域)と重なる位置を検出することで手の腕側(根元側)の方向を得るものがある。さらに他の手法として、過去に抽出した中輝度領域(指示部の画像領域)の動きベクトルに基づいて、手の差し出し方向を算出するものがある。そして、これらの1つ又は組み合わせによって、指示部の向きを検出することができる。

【0049】

この場合、指示点抽出部18によって、図10(b)に矢印で示す手の向きが検出されたとする。指示点抽出部18は、手の向きと、高輝度領域(すなわち第1の赤外光の反射領域)の位置とに基づいて、手(指示部)の先端部(指示点と呼ぶ)の位置を抽出する。例えば、手が装置正面から入ってきた場合は第1の赤外光で反射された領域のうち最も下にある領域を指示点とする。また、例えば、手が装置左側面から入った場合は最も右にある領域を指示点とする。

【0050】

図10に示す例では、指示点抽出部18は、手4aが装置正面から入ってきたと認識するので、第1の赤外光で反射された領域のうち最も下にある領域、すなわち高輝度領域63を指示点と決定する。そして、指示点抽出部18は、高輝度領域63の位置情報をシステム制御部21に出力する。

【0051】

次に、図11を参照して、第1の赤外光の反射領域が複数ある場合の指示点抽出部18の抽出処理の他の例について説明する。図11に示す例では、図11(a)に示すように、矢印で示す手の向き(すなわち図9で右上から装置の方向)で手4bが検出対象面2上に置かれ、かつ人差し指42と親指43とが検出対象面2に接触していたものとしている。この場合の物体抽出部17は、図11(b)に示すような差分画像70を算出する。

この差分画像70には、低輝度領域71、高輝度領域72~74及び中輝度領域75が含まれている。指示点抽出部18は、物体抽出部17から画像70を受け取ると、高輝度領域(すなわち第1の赤外光の反射領域)が複数含まれているため、上述したような画像処理を行って、手(指示部)4bの向きを検出する処理を行う。

【0052】

この場合、指示点抽出部18によって、図11(b)に矢印で示す手の向きが検出されたとする。すなわち、図10に示す例では、指示点抽出部18は、手4bが装置やや斜めから入ってきたと認識するので、第1の赤外光で反射された領域のうち手の向きの最先端の領域(すなわち高輝度領域72)を指示点と決定する。そして、指示点抽出部18は、高輝度領域72の位置情報をシステム制御部21に出力する。

【0053】

10

20

30

40

50

また、図 1 2 に示す例では、図 1 2 ( a ) に示すように、矢印で示す手の向きで手 4 c が検出対象面 2 上に置かれ、かつ人差し指 4 5 が検出対象面 2 に接触していたものとして  
いる。この場合の物体抽出部 1 7 は、図 1 2 ( b ) に示すような差分画像 8 0 を算出する。  
この差分画像 8 0 には、低輝度領域 8 1、高輝度領域 8 2 及び中輝度領域 8 3 が含まれて  
いる。指示点抽出部 1 8 は、物体抽出部 1 7 から画像 8 0 を受け取ると、高輝度領域 (   
すなわち第 1 の赤外光の反射領域 ) が 1 カ所であるため、高輝度領域 8 2 を指示点と決定  
する。そして、指示点抽出部 1 8 は、高輝度領域 8 2 の位置情報をシステム制御部 2 1 に  
出力する。

#### 【 0 0 5 4 】

この例では、図 1 2 ( a ) に示すように、手の向きの最先端の位置には、人差し指 4 5  
の先端と、中指 4 6 の先端とが位置している。ただし、人差し指 4 5 は検出対象面 2 に接  
触、中指 4 6 は検出対象面 2 に非接触である。この場合に、仮に、第 1 の赤外光を用いた  
画像撮影を行っていなかった場合にはどこを指示点とするかの判定が困難となるが、本実  
施形態では第 1 の赤外光を用いることで接触した指が高輝度領域として示されるので容易  
に判定を行うことができる。

10

#### 【 0 0 5 5 】

なお、図 2 の指示点抽出部 1 8 では、指示点の位置を抽出するだけでなく、過去に抽出  
した指示点の位置情報に基づく移動ベクトルを算出する処理を行うようにしてもよい。こ  
の場合に、例えば図 1 1 ( a ) に実線の矢印で示すように、人差し指 4 2 と親指 4 3 とが  
閉じたり開いたりするように動いたことが検出された場合には、その旨を示す情報をシス  
テム制御部 2 1 に出力するようにする。ただし、この場合には、指示点抽出部 1 8 内に (   
あるいは他の記憶装置内に ) 過去の一定期間のすべての高輝度領域の位置情報を移動ベク  
トルとともに記憶しておくようにする。このようにすることで、手 ( 指示部 ) の動きを検  
出することができる。なお、指示点の動き検出には、パターン認識の手法などを用いても  
よい。

20

#### 【 0 0 5 6 】

また、本実施形態における検出装置 1 0 は、複数の先端部の位置を検出することが可能  
である。

例えば、図 1 1 ( b ) に示すように、指示点抽出部 1 8 は、矢印で示す手の向きと、高  
輝度領域 7 2 ~ 7 4 ( 指先端の領域 7 2 ~ 7 4 ) とから、矢印で示す手の向きに近い先端  
部である、高輝度領域 7 2 及び高輝度領域 7 4 を先端部の位置として検出する。

30

また、図 1 2 において、例えば、指示点抽出部 1 8 は、手の向きと高輝度領域とに基づ  
いて、複数の先端部の位置を検出する。この場合、手の向きに近い全ての高輝度領域を、  
先端部の位置として検出する。この例では、図 1 2 ( b ) に示すように、高輝度領域 8 2  
を先端部の位置としているが、図 1 2 ( a ) の中指 4 5 と人差し指 4 5 とが検出対象面 2  
に接触する場合には、物体抽出部 1 7 によって、高輝度領域が 2 箇所抽出される。そして  
、指示点抽出部 1 8 は、手の向きに近い先端部である中指 4 5 と人差し指 4 5 とに対応す  
る高輝度領域を先端部の位置として検出する。

#### 【 0 0 5 7 】

なお、図 1 1 及び図 1 2 において、指示点抽出部 1 8 は、中輝度領域 7 5 ( 又は 8 3 )  
をパターン認識の手法などを用いて手 ( 指示部 ) の形状を抽出し、手 ( 指示部 ) の形状に  
基づいて、複数の先端部を検出するか否かを判定してもよい。例えば、指示点抽出部 1 8  
は、中輝度領域 8 3 をパターン認識の手法などを用いて、図 1 2 に示す手の形状が、キー  
ボードを押下する際の形状である判定し、複数の先端部の位置を検出する。これにより、  
本実施形態における検出装置 1 0 は、キーボードにおける複数の指の検出に対応するこ  
とができる。

40

また、指示点抽出部 1 8 は、投影部 3 1 から検出対象面 2 に投影される投影像 3 の内容  
と手の向きに基づいて、複数の先端部を検出するか否かを判定してもよい。例えば、投影  
像 3 としてキーボードが投影され、手の向きがキーボードを押下する向きである場合に、  
指示点抽出部 1 8 は、複数の先端部の位置を検出してもよい。また、指示点抽出部 1 8 は

50

、上述した手（指示部）の動きを検出することによって、複数の先端部を検出するか否かを判定してもよい。

【0058】

また、図7を参照して説明した例では、第1の赤外光の強度と第2の赤外光の強度とを互いに異ならせる場合について説明した。これについては、撮像部15で、第1の赤外光による反射光の画素値（輝度）と、第2の赤外光による反射光の画素値（輝度）とを異ならせることが目的であった。したがって、強度を異ならせることに代えて、次のような手法を採用することも可能である。すなわち、例えば、撮像部15を構成する撮像素子の周波数特性に合わせて第1の赤外光による画素値が比較的大きくなり、第2の赤外光による画素値が比較的小さくなるように、第1の赤外光の波長と第2の赤外光の波長とを異ならせることができる。また、同様の効果を得るため、第1の赤外光の波長と第2の赤外光の波長を異ならせることに加えて、撮像部15を構成する赤外線透過フィルタの特性を変更してもよい。

10

【0059】

以上のように、本実施形態における検出装置10は、撮像部15が、赤外光の波長領域を撮像し、赤外光照射部11（照射部）が、検出対象面2上における指示部の先端部を検出する第1の赤外光と、第1の赤外光より検出対象面2から離れた領域に照射される第2の赤外光とを照射する。そして、検出部19は、第1の赤外光と第2の赤外光とを照射することにより撮像部15によって撮像された画像に基づいて、指示部の向きを検出する。さらに、検出部19は、第1の赤外光を照射することにより撮像された画像に基づいて抽出された先端部の画像領域と、検出した指示部の向きとに基づいて、検出対象面2上の先端部の位置を検出する。

20

【0060】

これにより、照射領域が互いに異なる第1の赤外光及び第2の赤外光を用いて指示部の向きが検出されるとともに、第1の赤外光を照射することにより撮像された画像に基づいて抽出された先端部の画像領域と、検出された指示部の向きとに基づいて、検出対象面上の先端部の位置が検出される。すなわち、本実施形態における検出装置10は、手の向きを検出するようにしているので、複数の先端部がある場合や手の向きの違いによる指示の誤検出を低減することができる。なお、本実施形態における検出装置10は、赤外光を用いるので、人の肌の色の影響を受けずに、手を検出することが可能であるので、指示の誤検出を低減することができる。

30

また、照射領域が異なる第2の赤外光及び第2の赤外光のうち、第1の赤外光が検出対象面2上における指示部の先端部を検出するように設けられている。そのため、本実施形態における検出装置10は、先端部の位置や動きの検出精度を向上させることができる。

【0061】

また、本実施形態において、第1の赤外光及び第2の赤外光は、検出対象面2と平行な平行光である。この場合、検出対象面2と平行な赤外光を使用するため、指示部の先端部や動きを精度よく検出することができる。よって、本実施形態における検出装置10は、ユーザによる指示の誤検出を低減し、検出精度を向上させることができる。

40

【0062】

また、本実施形態において、第1の赤外光が検出対象面2と平行な平行光であり、第2の赤外光が検出対象面2と垂直な方向に拡散する拡散光である。この場合、第2の赤外光に拡散光を使用するため、広い範囲の検出を行うことができる。そのため、本実施形態における検出装置10は、ユーザによる指示の誤検出を低減し、検出精度を向上させることができる。また、第2の赤外光に平行光にする必要がないため、第2の赤外光照射部13を簡易な構成にすることができる。

【0063】

また、本実施形態において、赤外光照射部11は、撮像部15の撮像タイミングに応じて、第1の赤外光と第2の赤外光とを切り替えて照射する。そして、検出部19は、第1の赤外光を照射することにより撮像された第1の画像（画像50）及び第2の赤外光を照

50

射することにより撮像部 15 によって撮像された第 2 の画像（画像 53）に基づいて、指示部の向きを検出する。

これにより、第 1 の画像（画像 50）と第 2 の画像（画像 53）とを容易に取得することができる。

【0064】

また、本実施形態において、赤外光照射部 11 は、第 1 の赤外光と第 2 の赤外光とを互いに異なる光の強度で照射する。検出部 19（物体抽出部 17）は、互いに異なる光の強度を照射して撮像された第 1 の画像（画像 50）と第 2 の画像（画像 53）との差分画像に基づいて、指示部の画像領域（手の領域 59）と先端部の画像領域（指先端の領域 58）とを抽出し、抽出した指示部の画像領域に基づいて指示部の向きを検出し、抽出した指示部の向きと先端部の画像領域とに基づいて、先端部の位置を検出する。

10

【0065】

これにより、検出部 19（物体抽出部 17）は、第 1 の画像（画像 50）と第 2 の画像（画像 53）との差分画像を生成することにより、容易に、指示部の画像領域（手の領域 59）及び先端部の画像領域（指先端の領域 58）を抽出することができる。また、第 1 の画像（画像 50）及び第 2 の画像（画像 53）には、太陽光や屋内の照明環境によって放射された赤外光が写り込んでいるが、検出部 19（物体抽出部 17）は、この差分画像を生成することにより、この写り込みを除外することができる。したがって、本実施形態における検出装置 10 は、ユーザによる指示の誤検出を低減し、検出精度を向上させることができる。

20

【0066】

また、本実施形態において、検出部 19（物体抽出部 17）は、差分画像を多値化し、多値化した差分画像に基づいて、指示部の画像領域（手の領域 59）と先端部の画像領域（指先端の領域 58）とを抽出する。

これにより、多値化した差分画像に基づいて抽出するため、検出部 19（物体抽出部 17）は、指示部の画像領域（手の領域 59）と先端部の画像領域（指先端の領域 58）とを容易に抽出することができる。

【0067】

また、本実施形態において、検出部 19（指示点抽出部 18）は、指示部の画像領域（手の領域 59）のパターンと予め定められた基準パターンとの比較によるパターンマッチング、撮像部 15 の撮像範囲以内に予め指定された検出範囲の境界線のうち、指示部の画像領域（手の領域 59）と重なる位置、及び指示部の画像領域（手の領域 59）の動きベクトルのうちのいずれか 1 つ又は組み合わせによって、指示部の向きを検出する。

30

これにより、検出部 19（指示点抽出部 18）は、容易、且つ検出精度よく指示部の向きを検出することができる。そのため、本実施形態における検出装置 10 は、ユーザによる指示の誤検出を低減し、検出精度を向上させることができる。

【0068】

また、本実施形態において、検出部 19（指示点抽出部 18）は、指示部の向きと先端部の画像領域（例えば指先端の領域 72 及び 74）とに基づいて、複数の先端部の位置を検出する。

40

これにより、本実施形態における検出装置 10 は、複数の位置を検出する用途に適用することができる。例えば、複数の指を用いるキーボードや手の動きを検出するモーション検出に適用することができる。

【0069】

[ 第 2 の実施形態 ]

次に、図 13 及び図 14 を参照して、本発明の他の実施形態について説明する。

【0070】

本実施形態は、図 13 のタイミングチャートに示すように、上記の第 1 の実施形態で 2 フレームを 1 単位として指示点を検出していたものを、3 フレームを 1 単位として指示点を検出するようにしたものである。ただし、本実施形態では、第 1 の赤外光の強度と第 2

50

の赤外光の強度とを同一とすることができる。なお、本実施形態については、図2のブロック図では、各部の内部処理が一部異なることになる。

【0071】

本実施形態では、図13に示すように、第1の赤外光及び第2の赤外光共に照射しないフレームが付加される。例えば、 $n$ フレーム目は赤外光照射無し、 $n+1$ フレーム目は第1の赤外光の照射、 $n+2$ フレーム目は第2の赤外光の照射、...、のようになる。未照射時のフレーム画像を基準にして、第1の赤外光及び第2の赤外光照射時それぞれの取得画像から差分画像を抽出して手の向きと指示点を計算する。図14を参照して、物体抽出処理と指示点抽出処理の内容について具体的に説明する。

【0072】

図14は、 $n$ フレーム目（赤外光照射なし時）の取得画像90（第3の画像）、 $n+1$ フレーム目（第1の赤外光照射時）の取得画像91（第1の画像）、 $n+2$ フレーム目（第2の赤外光照射時）の取得画像93（第1の画像）の一例を示す図である。なお、指示部（手）の状態は、図9に示す通りである。この場合、画像91には、図9の人差し指の先端41に対応する高輝度領域92が含まれ、画像93には、図9の手4に対応する高輝度領域94が含まれている。

【0073】

図2に示す物体抽出部17は、フレーム画像取得部16から、 $n$ フレーム目の画像90、 $n+1$ フレーム目の画像91、及び $n+2$ フレーム目の画像93を受け取ると、 $n+1$ フレーム目の画像91と $n$ フレーム目の画像90との差分画像と、 $n+2$ フレーム目の画像93と $n$ フレーム目の画像90との差分画像とを算出する。図14に、 $n+1$ フレーム目の画像91と $n$ フレーム目の画像90との差分画像95と、 $n+2$ フレーム目の画像93と $n$ フレーム目の画像90との差分画像97との算出結果を示した。この場合、画像95及び97の背景画像99からは、太陽光や屋内の照明環境によって放射された赤外光による影響が除かれている。また、画像95に含まれる高輝度領域96（先端部の画像領域）と画像97に含まれる高輝度領域98（指示部の画像領域）とに基づき、上記の実施形態と同様にして手の向きを検出することが可能である。

【0074】

以上のように、本実施形態における検出装置10は、撮像部15が、さらに、第1の赤外光及び第2の赤外光がともに照射されない期間の画像である第3の画像（画像90）を撮像する。また、検出部19（物体抽出部17）は、第1の画像（画像91）と第3の画像との差分画像、及び第2の画像（画像93）と第3の画像との差分画像に基づいて、指示部の画像領域と先端部の画像領域とを抽出する。検出部19（指示点抽出部18）は、抽出した指示部の画像領域に基づいて、指示部の向きを検出し、抽出した指示部の向きと先端部の画像領域とに基づいて、先端部の位置を検出する。

【0075】

これにより、本実施形態における検出装置10は、第1の実施形態と同様に、手の向きを検出するようにしているので、複数の先端部がある場合や手の向きの違いによる指示の誤検出を低減することができる。

また、検出部19（物体抽出部17）は、第1の画像（画像91）と第3の画像との差分画像、及び第2の画像（画像93）と第3の画像との差分画像を生成することにより、容易に、指示部の画像領域及び先端部の画像領域を抽出することができる。また、第1の画像（画像91）及び第2の画像（画像93）には、太陽光や屋内の照明環境によって放射された赤外光が写り込んでいるが、検出部19（物体抽出部17）は、この差分画像を生成することにより、この写り込みを除外することができる。したがって、本実施形態における検出装置10は、ユーザによる指示の誤検出を低減し、検出精度を向上させることができる。

【0076】

また、本実施形態における検出装置10は、第1の赤外光と第2の赤外光との光の強度を変更する必要がない。そのため、赤外光照射部11の構成を簡易な構成にすることがで

10

20

30

40

50

きる。

【0077】

なお、上記の実施形態によれば、入力装置20は、上述した検出装置10を備えている。これにより、入力装置20は、検出装置10と同様に、ユーザによる指示の誤検出を低減し、検出精度を向上させることができる。

【0078】

また、上記の実施形態によれば、プロジェクタ30は、入力装置20と、検出対象面2に画像を投影する投影部31とを備えている。これにより、プロジェクタ30は、先端部の位置や動きの検出する場合に、検出装置10と同様に、ユーザによる指示の誤検出を低減し、検出精度を向上させることができる。

10

【0079】

[第3の実施形態]

次に、図15～図19を参照して、本発明の他の実施形態について説明する。

図15は、別の実施形態としての検出装置10aを説明するためのブロック図である。なお、図15において、図2と同一の（あるいは対応する）構成には同一の符号を用いている。

図15に示すように、本実施形態における検出装置10aは、空間位置抽出部191を備えている点が、上記の各実施形態と異なる。本実施形態における検出装置10aは、この空間位置抽出部191を備えることにより、ユーザの手が空間上に位置する場合の3次元座標を取得可能になっている。なお、本実施形態では、検出装置10aの構成のうち、物体抽出部17、指示点抽出部18及び空間位置抽出部191が、検出部19aに対応する。また、プロジェクタ30b（プロジェクタ30に対応）は、入力装置20a（入力装置20に対応）を備え、入力装置20aは、検出装置10a（検出装置10に対応）を備えている。

20

【0080】

空間位置抽出部191は、第2の赤外光を照射することにより撮像部15によって撮像された第2の画像に基づいて、撮像部15の撮像範囲内で手（指示部）が移動する空間上の指（先端部）の位置（3次元座標）を検出する。

【0081】

図16及び図17は、赤外光照射部11が図6に示すような構成である場合の本実施形態における検出装置10aの動作の一例を示す図である。

30

図16及び図17に示すように、第2の赤外光照射部13aは、複数の第2の赤外光照射部（130a, 130b, 130c）を備えている。複数の第2の赤外光照射部（130a, 130b, 130c）は、それぞれ異なる高さの異なる第2の赤外光を照射する。すなわち、この複数の第2の赤外光照射部（130a, 130b, 130c）は、検出対象面2に対する垂直方向の照射範囲が互いに異なる第2の赤外光を照射する。

また、本実施形態では、フレーム画像取得部16は、赤外光制御部14を介して複数の第2の赤外光照射部（130a, 130b, 130c）を異なるタイミングにより順番に第2の赤外光を照射させる。そして、撮像部15は、複数の第2の赤外光照射部（130a, 130b, 130c）それぞれに対して第2の画像を撮像する。つまり、撮像部15は、複数の第2の赤外光それぞれに対応した複数の第2の画像を撮像する。

40

【0082】

フレーム画像取得部16は、例えば、1フレーム目は最下段（第2の赤外光照射部130a）を照射させ、2フレーム目は一つ上の段（第2の赤外光照射部130b）・・・とフレームと同期させて、第2の赤外光を照射されるタイミングをずらしていく。撮像部15は、このような照射タイミングにより第2の画像を撮像し、撮像した第2の画像をフレーム画像取得部16に出力する。

【0083】

また、物体抽出部17は、フレーム画像取得部16によって取得された上述の第2の画像に基づいて、手（指示部）の画像領域（この場合、指の先端の画像領域）を抽出する。

50

空間位置抽出部 191 は、例えば、物体抽出部 17 が抽出した指の先端の画像領域に基づいて、指の先端を検出した照射タイミングを判定する。空間位置抽出部 191 は、指の先端が検出された照射タイミングに対応する第 2 の赤外光照射部 (130a, 130b, 130c) の高さに基づいて、高さ方向 (垂直方向) の指の位置を検出する。このように、空間位置抽出部 191 は、上述した複数の第 2 の画像に基づいて、先端部 (指の先端) の垂直方向 (高さ方向) の位置を検出する。

【0084】

また、空間位置抽出部 191 は、撮像部 15 が撮像した第 2 の画像に基づいて、横方向及び奥行き方向の位置を検出する。空間位置抽出部 191 は、例えば、検出した高さ位置に応じて、先端部 (指の先端) の縮尺 (大きさ) を変化させることにより、横方向と奥行き方向の検出エリア (撮像範囲) における絶対位置が抽出する。すなわち、空間位置抽出部 191 は、抽出した指示部の画像領域の第 2 の画像上の位置及び大きさに基づいて、検出対象面 2 に対する水平方向の先端部の位置を検出する。

10

【0085】

例えば、図 16 は、第 2 の赤外光照射部 130a が照射する第 2 の赤外光 131b の照射範囲に指の先端がある場合を示している。この場合、撮像部 15 は、第 2 の赤外光 131b に対応する第 2 の画像として画像 101 を撮像する。画像 101 において、破線 102 は、手 4 が存在する領域を示しており、領域 103 は、第 2 の赤外光 131b が照射されている指の先端の部分 (先端部の画像領域 103) を示している。空間位置抽出部 191 は、この画像 101 に基づいて、第 2 の赤外光 131b の照射位置に対応する高さ位置を垂直方向の先端部の位置として検出する。

20

また、人の手において、指の先端部の幅は、ほぼ一定であることを利用して、空間位置抽出部 191 は、画像 101 上の画像領域 103 の位置と幅 (大きさ) に基づいて、横方向及び奥行き方向 (水平方向) の先端部の位置を検出 (抽出) する。このように、空間位置抽出部 191 は、指示部 (手) が移動する空間上の 3 次元位置を検出する。

【0086】

また、例えば、図 17 は、第 2 の赤外光照射部 130b が照射する第 2 の赤外光 131c の照射範囲に指の先端がある場合を示している。この場合、撮像部 15 は、第 2 の赤外光 131c に対応する第 2 の画像として画像 101a を撮像する。画像 101a において、破線 102a は、手 4 が存在する領域を示しており、領域 103a は、第 2 の赤外光 131c が照射されている指の先端の部分 (先端部の画像領域 103a) を示している。空間位置抽出部 191 は、図 16 に示される場合と同様に、指示部 (手) が移動する空間上の 3 次元位置を検出する。

30

なお、図 17 では、図 16 に示される場合よりも、手 4 が高い位置にある。そのため、画像領域 103a は、画像領域 103 に比べて、画像 101a の上方の位置になるとともに、画像領域 103a の幅 (大きさ) は、画像領域 103 の幅 (大きさ) よりも大きい。

【0087】

以上のように、本実施形態における検出装置 10a は、検出部 19a は、第 2 の画像に基づいて、撮像部 15 の撮像範囲内で指示部 (手) が移動する空間上の先端部の位置を検出する。これにより、検出装置 10a は、空間上の先端部 (指の先端) の位置 (3 次元位置) を検出することができるので、例えば、指の位置に応じた、ユーザーインターフェース表示を行うことが可能になる。

40

例えば、プロジェクタ 30b は、図 18 に示すように、検出範囲 (撮像部 15 の撮像範囲) に指が入った場合に、表示画面 104 から表示画面 105 に移り、メニュー 106 を表示する。さらに、指が検出対象面 2 に近づいた場合に、プロジェクタ 30b は、表示画像 107 に示すように、拡大したメニュー 108 を表示し、指の先端が検出対象面 2 に接触した場合に、このメニューを選択したと判定する。そして、プロジェクタ 30b は、選択されたメニューに対応する所定の処理を実行する。

【0088】

また、例えば、プロジェクタ 30b は、図 19 に示すように、指が検出対象面 2 に近づ

50



いた場合に、キー表示 109 からキー表示 109 a に表示を変化させ、指の先端が検出対象面 2 に接触した場合に、このキー表示 109 a を押下したと判定する。そして、プロジェクタ 30 b は、指の先端が検出対象面 2 から離れた場合に、キー表示 109 a からキー表示 109 b に表示を変化させる。このように、検出装置 10 a は、指の押し下げ及び押し上げの操作を指の位置関係から検出することができる。そのため、検出装置 10 a は、より実際のキーボード操作に近い環境を作り出すことができる。

したがって、本実施形態における検出装置 10 a は、ユーザによる指示の誤検出を低減するとともに、上述のようなユーザーインターフェース表示が可能になるので利便性を向上させることができる。

なお、ここで、表示される映像コンテンツ等は、ネットワークに接続されたサーバー装置上にあってもよく、プロジェクタ 30 b は、ネットワークを介してサーバー装置と通信しつつ、入力を制御することが可能であってもよい。

#### 【0089】

また、例えば、赤外光照射部 11 は、検出対象面 2 に対する垂直方向の照射範囲が互いに異なる複数の第 2 の赤外光を順番に照射し、撮像部 15 は、複数の第 2 の赤外光それぞれに対応した複数の第 2 の画像を撮像する。そして、検出部 19 a は、複数の第 2 の画像に基づいて、先端部の垂直方向の位置を検出する。

これにより、本実施形態における検出装置 10 a は、正確に先端部の垂直方向の位置を検出することができる。

#### 【0090】

さらに、検出部 19 a は、第 2 の画像に基づいて指示部の画像領域を抽出し、抽出した指示部の画像領域の第 2 の画像上の位置及び大きさに基づいて、検出対象面に対する水平方向の先端部の位置を検出する。

これにより、本実施形態における検出装置 10 a は、簡易な手段により、水平方向の先端部の位置を検出することができる。

#### 【0091】

##### [第4の実施形態]

次に、図 20 及び図 21 を参照して、本発明の他の実施形態について説明する。

本実施形態では、検出装置 10 a がユーザの手が空間上に位置する場合の 3次元座標を検出する第 3の実施形態の変形例について説明する。

なお、本実施形態におけるプロジェクタ 30 b の内部構成は、図 15 に示される第 3の実施形態と同様である。

#### 【0092】

また、本実施形態では、上述の 3次元座標を検出を図 5 に示す赤外光照射部 11 に適用した場合について説明する。

この場合、空間位置抽出部 19 1 は、第 2 の画像に基づいて指示部の画像領域を抽出し、抽出した指示部の画像領域における先端部の第 2 の画像上の位置及び大きさに基づいて先端部の垂直方向の位置を検出する。

#### 【0093】

図 20 及び図 21 は、赤外光照射部 11 が図 5 に示すような構成である場合の本実施形態における検出装置 10 a の動作の一例を示す図である。

図 20 及び図 21 に示すように、第 2 の赤外光照射部 13 は、放射状に第 2 の赤外光を照射する。そのため、物体抽出部 17 は、第 2 の画像に基づいて、手（指示部）の画像領域（この場合、手の全体の画像領域）を抽出する。

#### 【0094】

例えば、図 20 は、第 2 の赤外光照射部 13 が照射する第 2 の赤外光 13 1 d の照射範囲の下方領域に指の先端がある場合を示している。この場合、撮像部 15 は、第 2 の赤外光 13 1 d に対応する第 2 の画像として画像 10 1 c を撮像する。画像 10 1 c において、領域 10 2 c は、第 2 の赤外光 13 1 d が照射されている手の画像領域（指示部の画像領域）を示している。検出部 19 a は、この画像 10 1 c に基づいて、第 2 の赤外光 13

10

20

30

40

50

1 bの照射位置に対応する高さ位置を垂直方向の先端部の位置として検出する。

具体的に、物体抽出部 1 7 は、画像 1 0 1 c に基づいて、手の画像領域（領域 1 0 2 c）を抽出する。人の手において、指の先端部の幅は、ほぼ一定であることを利用して、空間位置抽出部 1 9 1 は、物体抽出部 1 7 が抽出した指示部の画像領域（領域 1 0 2 c）における先端部の第 2 の画像上の位置及び大きさに基づいて先端部の垂直方向の位置を検出する。

また、同様に、人の手において、指の先端部の幅は、ほぼ一定であることを利用して、空間位置抽出部 1 9 1 は、画像 1 0 1 上の指示部の画像領域（領域 1 0 2 c）の位置と幅（大きさ）に基づいて、横方向及び奥行き方向（水平方向）の先端部の位置を検出（抽出）する。このように、空間位置抽出部 1 9 1 は、指示部（手）が移動する空間上の 3 次元位置を検出する。

10

#### 【0095】

また、例えば、図 2 1 は、第 2 の赤外光照射部 1 3 が照射する第 2 の赤外光 1 3 1 d の照射範囲の上方領域に指の先端がある場合を示している。この場合、撮像部 1 5 は、第 2 の赤外光 1 3 1 c に対応する第 2 の画像として画像 1 0 1 d を撮像する。画像 1 0 1 d において、領域 1 0 2 d は、第 2 の赤外光 1 3 1 d が照射されている手の画像領域（指示部の画像領域）を示している。空間位置抽出部 1 9 1 は、図 1 6 に示される場合と同様に、指示部（手）が移動する空間上の 3 次元位置を検出する。

なお、図 2 1 では、図 2 0 に示される場合よりも、手 4 が高い位置にある。そのため、画像領域 1 0 2 d は、画像領域 1 0 2 c に比べて、画像 1 0 1 d の上方の位置になるとともに、画像領域 1 0 2 d における先端部（指の先端）の幅（大きさ）は、画像領域 1 0 2 c における先端部（指の先端）の幅（大きさ）よりも大きい。

20

#### 【0096】

以上のように、本実施形態における検出装置 1 0 a は、検出部 1 9 a は、第 2 の画像に基づいて、撮像部 1 5 の撮像範囲内で指示部（手）が移動する空間上の先端部の位置を検出する。これにより、検出装置 1 0 a は、第 3 の実施形態と同様に、空間上の先端部（指の先端）の位置（3 次元位置）を検出することができるので、例えば、指の位置に応じた、ユーザーインターフェース表示を行うことが可能になる。

#### 【0097】

また、本実施形態によれば、検出部 1 9 a は、第 2 の画像に基づいて指示部の画像領域を抽出し、抽出した指示部の画像領域における先端部の第 2 の画像上の位置及び大きさに基づいて先端部の垂直方向の位置を検出する。

30

これにより、本実施形態における検出装置 1 0 a は、簡易な手段により先端部の垂直方向の位置を検出することができる。

#### 【0098】

##### [ 第 5 の実施形態 ]

次に、図 2 2 及び図 2 3 を参照して、本発明の他の実施形態について説明する。

本実施形態では、上述した検出装置 1 0 a をタブレット端末 4 0 に適用した場合の一例について説明する。

図 2 2 は、検出装置 1 0 a をタブレット端末 4 0 に適用した一例を模式図である。

40

図 2 2 において、タブレット端末 4 0（電子機器）は、一例として、第 4 の実施形態における検出装置 1 0 a を備えている。なお、検出装置 1 0 a は、タブレット端末 4 0 に取り付けられて一体とされていてもよいし、タブレット端末 4 0 に着脱可能に取り付けられてもよい。

また、図 2 3 は、タブレット端末 4 0 の構成の一例を示すブロック図である。

図 2 3 において、図 1 5 と同一の構成については同一の符号を付す。

タブレット端末 4 0 は、表示部 4 0 1 を備えており、表示部 4 0 1 は、システム制御部 2 1 から出力された画像を表示する。

#### 【0099】

図 2 2 に示すように、検出装置 1 0 a は、第 2 の赤外光照射部 1 3 が照射する第 2 の赤

50

外光 1 3 1 d に応じて撮像部 1 5 が撮像した第 2 の画像に基づいて、空間上のユーザ U 1 の指の先端の位置 ( 3 次元位置 ) を検出することができる。そのため、タブレット端末 4 0 は、検出装置 1 0 a と同様の効果を奏する。例えば、タブレット端末 4 0 は、ユーザによる指示の誤検出を低減するとともに、上述のようなユーザーインターフェース表示が可能になるので利便性を向上させることができる。

#### 【 0 1 0 0 】

なお、本発明は、上記の各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変更可能である。

例えば、上記の各実施形態では、撮像部 1 5 を 1 つ備える形態を説明したが、撮像部 1 5 を複数設けてオクルージョンをなくすための処理を加えてもよい。また、第 1 の赤外光と第 2 の赤外光をフィルタやガルバノスキャナとを用いることで 1 つの赤外光光源を用いて生成する形態でもよい。

また、上記の各実施形態において、検出装置 1 0 及び入力装置 2 0 をプロジェクタ 3 0 に適用する形態を説明したが、他の装置に適用する形態でもよい。例えば、表示機能付きの電子黒板や電子会議装置などに適用する形態でもよい。また、検出装置 1 0 及び入力装置 2 0 は、複数を組み合わせて使用する形態でもよいし、単独の装置として使用する形態でもよい。

#### 【 0 1 0 1 】

また、タブレット端末 4 0 は、上記の第 5 の実施形態に限定されるものではなく、下記のような変形例が可能である。

例えば、図 2 4 に示すように、タブレット端末 4 0 は、検出装置 1 0 a を表示部 4 0 1 の表示面とフラットに近い状態に実装する形態でもよい。この場合、撮像部 1 5 は、表示面から斜め上に見上げるように配置されている。この撮像部 1 5 は、可動式でユーザ U 1 自身によって調整可能な形態であってもよいし、表示部 4 0 1 の傾きに応じて撮像する角度を変更できる形態でもよい。また、撮像部 1 5 の横に配置されている複数の第 2 の赤外光照射部 ( 1 3 b , 1 3 c ) は、左右で傾きが異なるように配置されており、照射タイミングも撮像部 1 5 のフレーム周波数に同期して異なる形態でもよい。

#### 【 0 1 0 2 】

図 2 4 に示す例では、第 2 の赤外光照射部 1 3 b が照射する第 2 の赤外光 1 3 2 b の方が、第 2 の赤外光照射部 1 3 c が照射する第 2 の赤外光 1 3 2 c より上向きに傾いて照射される。つまり、第 2 の赤外光 1 3 2 b と第 2 の赤外光 1 3 2 c とは、照射範囲がエリア分けてされている。この場合、タブレット端末 4 0 は、第 2 の赤外光 1 3 2 b と第 2 の赤外光 1 3 2 c とをエリア分割することにより、先端部の位置を限定することができるので、より高精度に 3 次元位置を抽出することができる。

なお、図 2 4 において、第 1 の赤外光照射部 1 2 の図示を省略しているが、第 1 の赤外光照射部 1 2 は、上記の各実施形態と同様に、第 1 の赤外光を照射する。

#### 【 0 1 0 3 】

また、例えば、図 2 5 に示すように、タブレット端末 4 0 ( 検出装置 1 0 a ) は、2 つ以上の複数の第 2 の赤外光照射部 ( 1 3 d ~ 1 3 g ) を備え、照射範囲 ( 照射エリア ) の異なる複数の第 2 の赤外光 ( 1 3 3 a ~ 1 3 3 d ) を照射する形態でもよい。この場合、複数の第 2 の赤外光照射部 ( 1 3 d ~ 1 3 g ) は、上述したように赤外光の照射方向のみ変えて勝者エリアを分けてもよいし、第 2 の赤外光照射部 ( 1 3 d ~ 1 3 g ) の配置位置を変えて照射エリアをより細かく分けるようにしてもよい。

#### 【 0 1 0 4 】

なお、図 2 5 において、第 1 の赤外光照射部 1 2 の図示を省略しているが、第 1 の赤外光照射部 1 2 は、上記の各実施形態と同様に、第 1 の赤外光を照射する。

また、タブレット端末 4 0 がタッチパネルを備える場合には、検出装置 1 0 a とタッチパネルを組み合わせる指示部 ( 手 ) による入力を検出する形態でもよい。この場合、タブレット端末 4 0 は、指示部 ( 手 ) の検出対象面 2 への接触をタッチパネルにより検出して、第 1 の赤外光を用いない形態でもよい。こうすることでタブレット端末 4 0 は、撮像部

10

20

30

40

50

15の回転可動域が少なくても検出できるようになる。例えば、一般に、タブレット端末が備えるカメラでは、手が画面近くにあるときは検出することができない。そこでタブレット端末40は、ある程度離れた検出エリアのみ撮像部15により検出し、接触をタッチパネルで検出する形態でもよい。

【0105】

また、上記の空間位置抽出部は、第2の画像上の手(指の先端)の位置と大きさ(指の幅)とに基づいて奥行き方向の先端部の位置を抽出する形態を説明したが、これに限定されるものではない。例えば、図26に示すように、撮像部15が画角(G1a, G1b)の異なる2つの撮像部(15a, 15b)を備えて、検出装置10a(タブレット端末40)は、2つの撮像部(15a, 15b)の視差に基づいて、奥行き方向の先端部の位置(距離L1)を算出する形態でもよい。

10

【0106】

また、検出装置10aは、視差を利用して奥行き方向の先端部の距離を算出する場合には、図27に示すように、ミラー(151a, 151b, 152a, 152b)、及び凹レンズ(153a, 153b)を用いて、1つの撮像部15によって異なる画角(G2a, G2b)を実現してもよい。

また、撮像部15がAF(オートフォーカス)機能を有している場合には、検出装置10aは、撮像部15のAF機能を用いて、奥行き方向の先端部の距離を検出してもよい。

【0107】

また、図22に示すような撮像部15が下から見上げるように配置されている場合には、撮像部15が広角レンズを備える形態でもよい。なお、撮像部15は、2個以上配置されてもよい。例えば、撮像部15が表示部401の表示面の四隅(4箇所)に配置される形態でもよい。

20

【0108】

また、図28に示すように、検出装置10aは、タブレット端末40が内蔵する撮像部15を用いる形態でもよい。この場合、検出装置10aは、ミラー154を備えて、撮像部15がミラー154によって反射した表示部401の表示面の範囲(画角G3)を撮像する形態でもよい。

【0109】

また、上記の第5の実施形態において、電子機器の一例としてタブレット端末40に検出装置10aを適用する形態を説明したが、携帯電話などの他の電子機器に適用する形態でもよい。

30

また、上記の第5の実施形態において、検出装置10aをタブレット端末40に適用する形態を説明したが、上記の第1及び第2の実施形態における検出装置10をタブレット端末40に適用する形態でもよい。

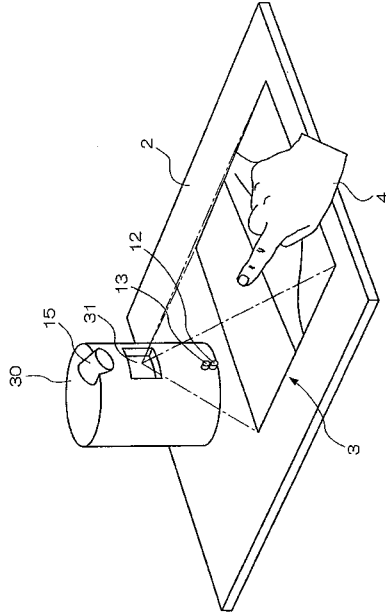
【符号の説明】

【0110】

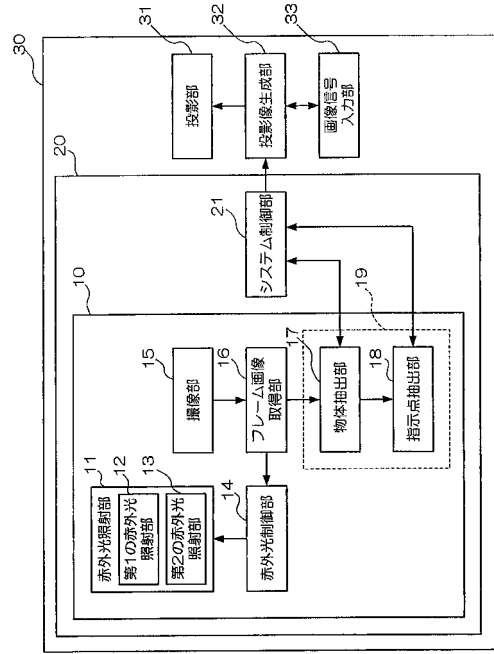
10, 10a...検出装置、11...赤外光照射部、15...撮像部、17...物体抽出部、18...指示点抽出部、19, 19a...検出部、20, 20a...入力装置、30, 30a, 30b...プロジェクタ、31...投影部、40...タブレット端末、191...空間位置抽出部

40

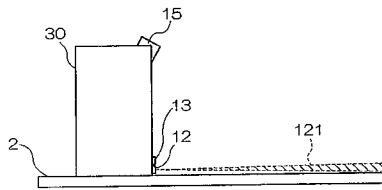
【 図 1 】



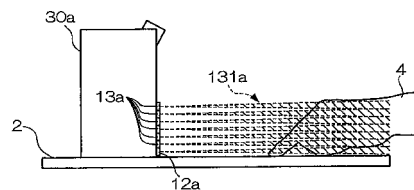
【 図 2 】



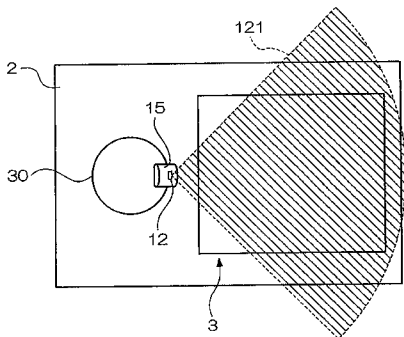
【 図 3 】



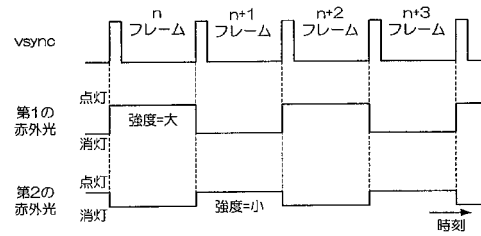
【 図 6 】



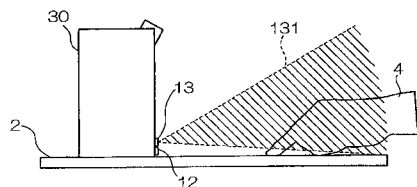
【 図 4 】



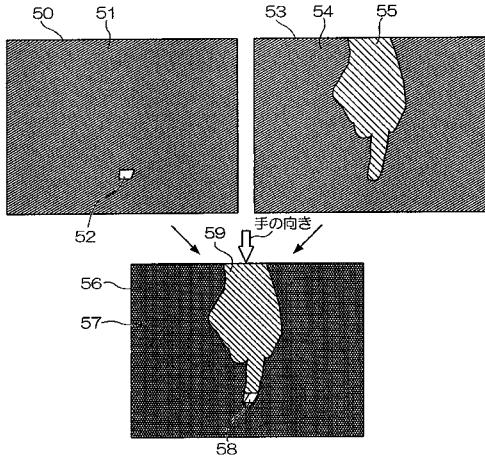
【 図 7 】



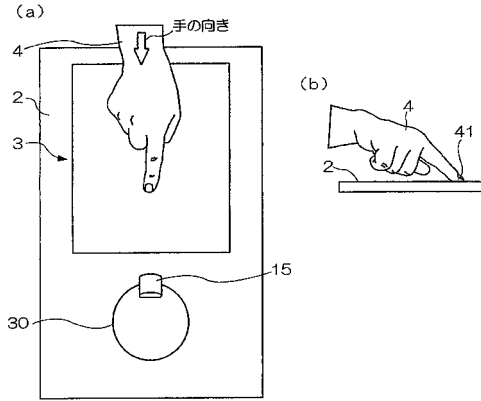
【 図 5 】



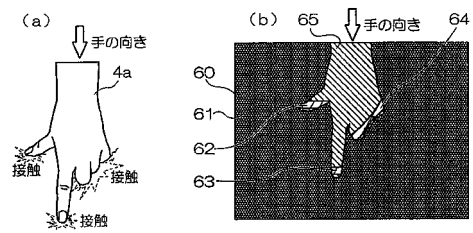
【 図 8 】



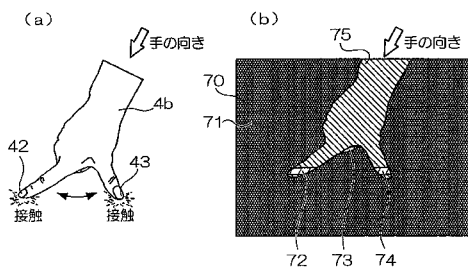
【 図 9 】



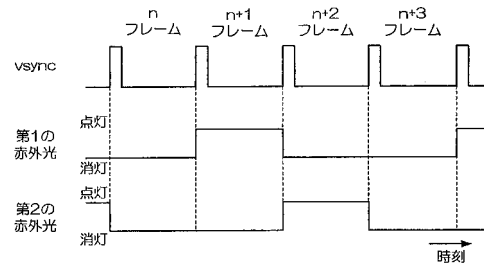
【 図 10 】



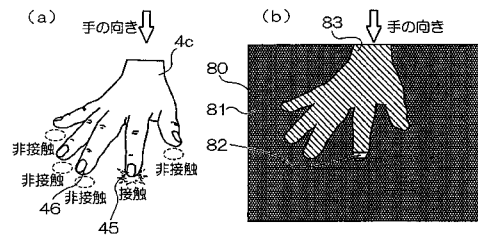
【 図 11 】



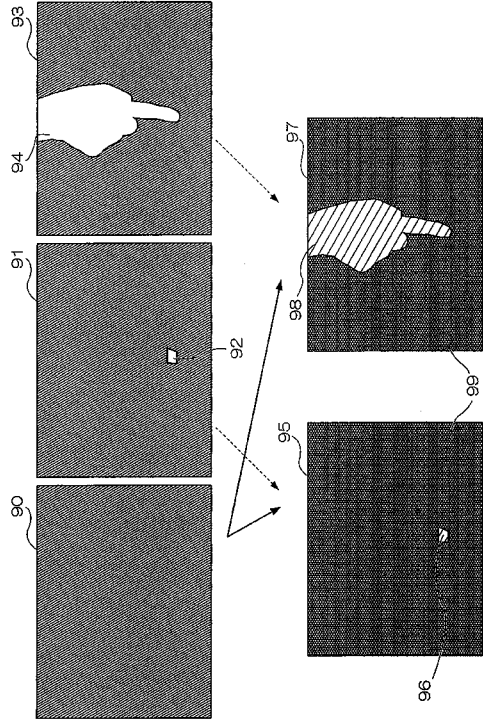
【 図 13 】



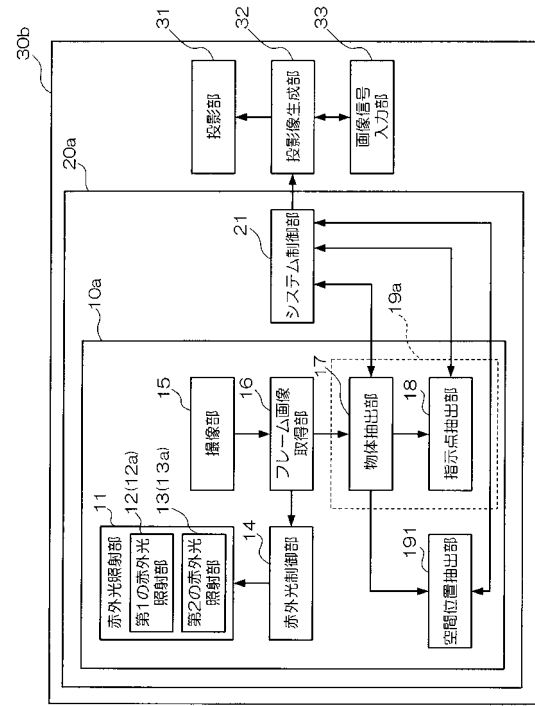
【 図 12 】



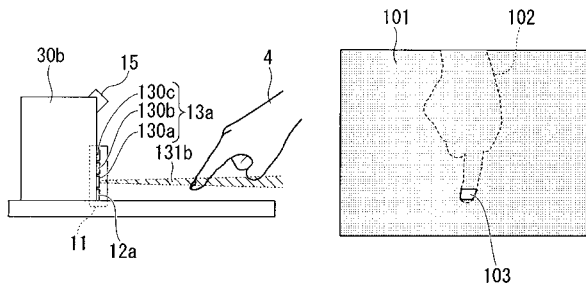
【 図 1 4 】



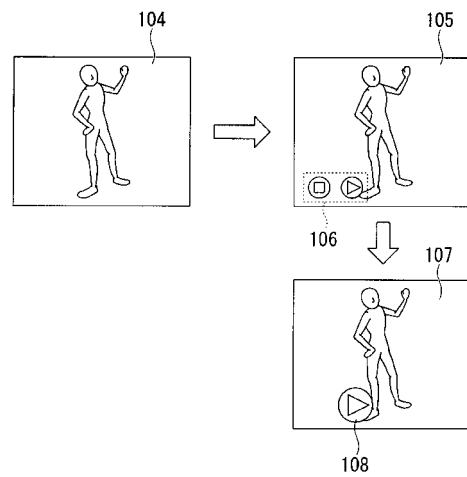
【 図 1 5 】



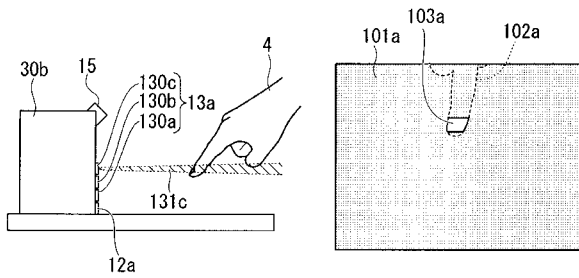
【 図 1 6 】



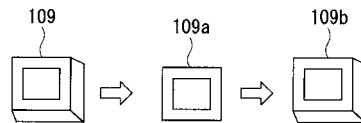
【 図 1 8 】



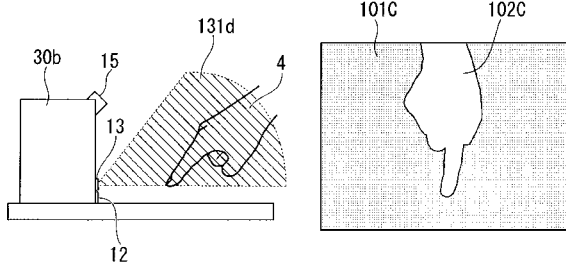
【 図 1 7 】



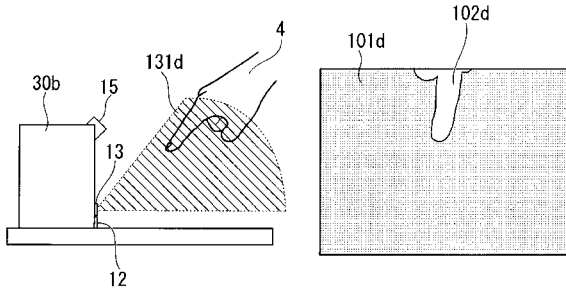
【 図 1 9 】



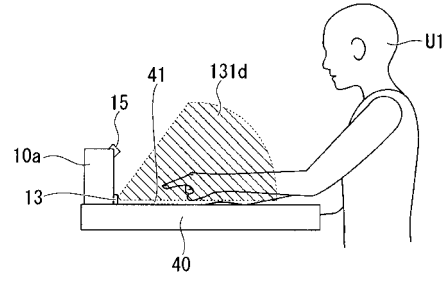
【図20】



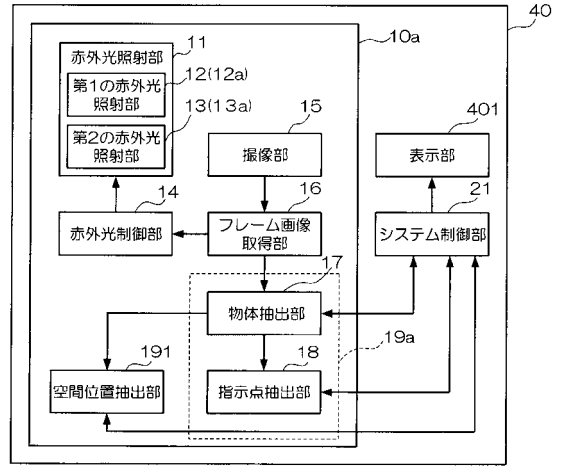
【図21】



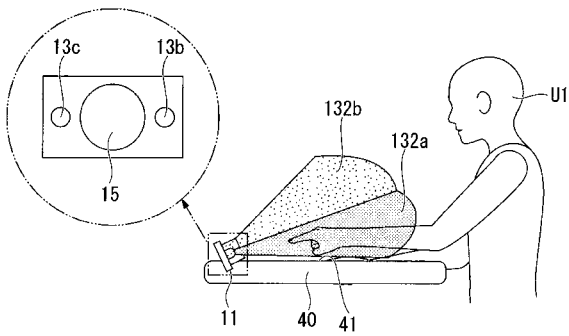
【図22】



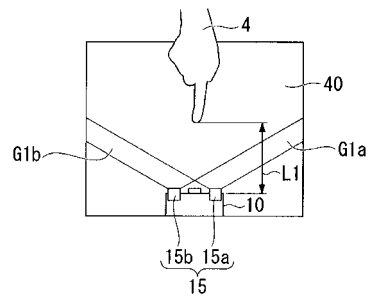
【図23】



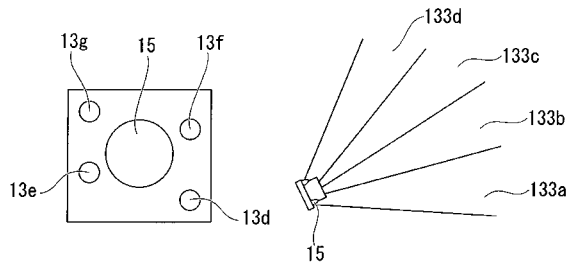
【図24】



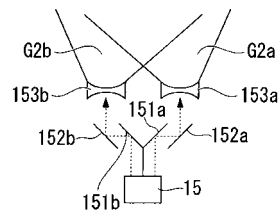
【図26】



【図25】



【図27】





【 図 2 8 】

