(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2017-120462
(P2017-120462A)
(43)公開日　平成29年7月6日(2017.7.6)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
G06F 3/042 (2006.01)	G06F 3/042 485	

審査請求 未請求　請求項の数 11　ＯＬ　（全 18 頁）

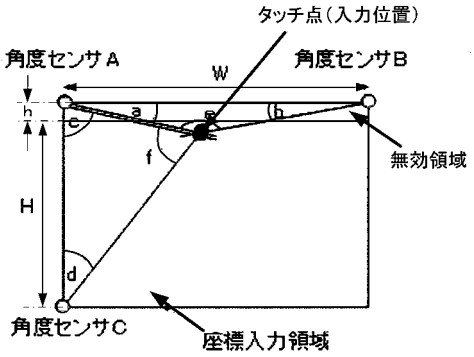
(21)出願番号　特願2015-255611 (P2015-255611)
(22)出願日　平成27年12月28日 (2015.12.28)

(71)出願人　000006747
株式会社リコー
東京都大田区中馬込１丁目３番６号
(74)代理人　100102901
弁理士　立石　篤司
(72)発明者　大村　克之
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内
(72)発明者　大井　則忠
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内
(72)発明者　大嶋　仁敬
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】座標検出装置、ディスプレイ装置、画像投影システム及び座標検出方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】入力位置の座標の検出精度を向上できる座標検出装置を提供する。
【解決手段】座標検出装置は、表示面に設定された座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する座標検出装置であって、座標入力領域の外縁に沿って配置された３つの角度センサＡ～Ｃと、外縁に沿って隣り合う２つの角度センサをセンサ対としたときに２つのセンサ対の出力に基づいて座標を求める処理装置と、を備える。各センサ対の一方の角度センサは、他方の角度センサと入力位置を見込む角度を検出し、他方の角度センサは、一方の角度センサと入力位置を見込む角度を検出する。
【選択図】図８



【特許請求の範囲】
【請求項１】
表示面又は投影面に設定された座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する座標検出装置であって、
前記座標入力領域の外縁に沿って配置された少なくとも３つの光学式の角度センサと、
前記外縁に沿って隣り合う２つの前記角度センサをセンサ対としたときに複数のセンサ対の出力に基づいて前記座標を求める処理装置と、を備え、
前記センサ対の一方の角度センサは、他方の角度センサと前記入力位置を見込む角度を検出し、前記他方の角度センサは、前記一方の角度センサと前記入力位置を見込む角度を検出する座標検出装置。
【請求項２】
前記座標入力領域の外縁に沿って配置された再帰性反射部材を更に備え、
前記角度センサは、
前記座標入力領域に沿う光を放射する発光手段と、
前記発光手段から放射され前記再帰性反射部材で反射された光を受光する受光手段と、を含むことを特徴とする請求項１に記載の座標検出装置。
【請求項３】
少なくとも１つの前記センサ対の２つの角度センサは、前記座標入力領域の外側に配置されることを特徴とする請求項１又は２に記載の座標検出装置。
【請求項４】
前記座標入力領域は、少なくとも３つの頂点を有する多角形状であり、
少なくとも１つの前記センサ対の少なくとも一方の角度センサは、少なくとも１つの前記頂点に配置されることを特徴とする請求項１又は２に記載の座標検出装置。
【請求項５】
前記処理装置は、
前記複数のセンサ対それぞれの出力に基づいて、該センサ対の一方の角度センサと前記入力位置を通る直線と、他方の角度センサと前記入力位置を通る直線が交わる角度である交角を算出する交角算出手段と、
算出された複数の前記交角から一の交角を選択する選択手段と、
選択された前記一の交角と、該一の交角に対応する前記センサ対の２つの角度センサの距離に基づいて、前記座標を算出する座標算出手段と、を含むことを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載の座標検出装置。
【請求項６】
前記選択手段は、直角との差が前記複数の交角それぞれと直角との差の平均値以下である前記交角を前記一の交角とすること特徴とする請求項５に記載の座標検出装置。
【請求項７】
前記選択手段は、直角との差が最小の前記交角を前記一の交角とすることを特徴とする請求項５又は６に記載の座標検出装置。
【請求項８】
座標入力領域が設定された表示面を有するディスプレイと、
前記座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する請求項１～７のいずれか一項に記載の座標検出装置と、を備えるディスプレイ装置。
【請求項９】
座標入力領域が設定された投影面に画像を投影する投影装置と、
前記座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する請求項１～７のいずれか一項に記載の座標検出装置と、を備える画像投影システム。
【請求項１０】
表示面又は投影面の座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する座標検出方法であって、
前記座標入力領域の外縁に沿って少なくとも３つの角度センサを配置する工程と、

前記外縁に沿って隣り合う２つの前記角度センサをセンサ対としたときに、複数のセンサ対それぞれの一方の角度センサにより、該センサ対の他方の角度センサと前記入力位置とを見込む角度を検出し、前記他方の角度センサにより、前記一方の角度センサと前記入力位置とを見込む角度を検出する工程と、を含む座標検出方法。
【請求項１１】
前記複数のセンサ対それぞれの出力に基づいて、該センサ対の一方の角度センサと前記入力位置を通る直線と、他方の角度センサと前記入力位置を通る直線が交わる角度である交角を算出する工程と、
算出された複数の前記交角から一の交角を選択する工程と、
選択された前記一の交角と、該一の交角に対応する前記センサ対の２つの角度センサの距離に基づいて、前記座標を算出する工程と、を更に含むことを特徴とする請求項１０に記載の座標検出方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、座標検出装置、ディスプレイ装置、画像投影システム及び座標検出方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、表示面や投影面の座標入力領域に対する指示入力手段（例えばユーザの手指、指示棒、ペン等）による入力位置の座標を検出する装置の開発が盛んに行われている。
【０００３】
例えば、特許文献１には、三角測量の原理を用いて入力位置の座標を検出する装置が開示されている。
【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に開示されている装置では、入力位置の座標の検出精度に関して向上の余地があった。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本発明は、表示面又は投影面に設定された座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する座標検出装置であって、前記座標入力領域の外縁に沿って配置された少なくとも３つの光学式の角度センサと、前記外縁に沿って隣り合う２つの前記角度センサをセンサ対としたときに複数のセンサ対の出力に基づいて前記座標を求める処理装置と、を備え、各センサ対の一方の角度センサは、他方の角度センサと前記入力位置を見込む角度を検出し、前記他方の角度センサは、前記一方の角度センサと前記入力位置を見込む角度を検出する座標検出装置である。
【発明の効果】
【０００６】
本発明によれば、入力位置の座標の検出精度を向上できる。
【図面の簡単な説明】
【０００７】
【図１】本発明の一実施形態に適用される光学的三角測量方式タッチパネル装置を説明するための図（その１）である。
【図２】一実施形態に適用される光学的三角測量方式タッチパネル装置を説明するための図（その２）である。
【図３】一実施形態に適用される光学的三角測量方式タッチパネル装置を説明するための図（その３）である。

【図４】一実施形態に適用される光学的三角測量方式タッチパネル装置を説明するための図（その４）である。
【図５】一実施形態に適用される光学的三角測量方式タッチパネル装置を説明するための図（その５）である。
【図６】従来の光学的三角測量方式の問題点について説明するための図（その１）である。
【図７】従来の光学的三角測量方式の問題点について説明するための図（その２）である。
【図８】一実施形態の実施例１の座標検出装置の概略的構成を示す図である。
【図９】一実施形態の実施例１の座標検出装置の機能を示すブロック図である。
【図１０】一実施形態の実施例１の座標検出処理を説明するためのフローチャートである。
【図１１】一実施形態の実施例２の座標検出装置の概略的構成を示す図である。
【図１２】一実施形態の実施例２の座標検出装置の機能を示すブロック図である。
【図１３】一実施形態の実施例２の座標検出処理を説明するためのフローチャートである。
【図１４】交角の選択が座標検出精度に影響する理由を説明するための図である。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
以下、本発明の一実施形態について図面を参照して説明する。
【０００９】
一実施形態の座標検出装置は、表示面にタッチパネル機能を付与可能な例えばパーソナルコンピュータ等のディスプレイ、電子黒板、ホワイトボード等に搭載され、該表示面に情報の入力や選択をするためのペン、手指等の指示入力手段によって指示入力された入力位置の座標を検出する。
【００１０】
先ず、本実施形態が適用される光学的三角測量方式のタッチパネル装置の構成を説明する。なお、ここで説明する構成は、光学的三角測量方式タッチパネル装置に関する一例であって、本実施形態は、この方式に限らず、光学的三角測量方式のタッチパネル装置全般について適用可能である。
【００１１】
図１には、本実施形態の座標検出装置が搭載される光学的三角測量方式のタッチパネル装置の構成が示されている。
【００１２】
このタッチパネル装置において、座標入力領域としてのタッチパネル面３は、四角形（例えば矩形）の形状をなし、電子的に画像を表示するディスプレイやマーカー等のペンで書き込みが可能なホワイトボード（電子ホワイトボードを含む）の表示面などが該当する。
【００１３】
このタッチパネル面３に、光学的に不透明な材質からなる例えばユーザの手指やペン、指示棒などの指示入力手段を接触させた場合もしくは近接させた場合、すなわちユーザがタッチパネル面３に対して指示入力手段で指示入力した場合を考える。このときのタッチパネル面３の指示入力手段で指示入力された位置である入力位置２の座標を検出することが、光学的三角測量方式のタッチパネル装置の目的である。
【００１４】
光学的三角測量方式のタッチパネル装置は、タッチパネル面３に加えて、タッチパネル面３の上側の２つの頂点にそれぞれ配置された２つの角度センサを有する。各角度センサは、受発光手段１を含んで構成される。
【００１５】
タッチパネル面３の上方両端に受発光手段１が装着されている。受発光手段１からはタ

ッチパネル面３側に向けて、L1、L2、L3、…Lnの光ビームの束（プローブ光）が照射されている。実際には点光源８１（図２参照）から広がる、タッチパネル面３に沿って進行する扇形板状の光波である。

【００１６】

タッチパネル面３の周辺部分には、再帰性反射部材５５が再帰反射面をタッチパネル面３の中央に向けて装着されている。すなわち、再帰性反射部材５５は、タッチパネル面３の外縁に沿って配置されている。

【００１７】

再帰性反射部材５５は、入射した光を、入射角度によらずに同じ方向に反射する特性をもった部材である。例えば受発光手段１から発した扇形板状の光波のうちある一つのビーム１２に注目すると、ビーム１２は再帰性反射部材５５によって反射されて再び同じ光路を再帰反射光１１として受発光手段１に向かって戻るように進行する。受発光手段１には、後に述べる受光手段が設置されており、プローブ光L1～Lnのそれぞれに対して、その再帰光が受発光手段に再帰したかどうかを判断することができる。

【００１８】

ここで、ユーザがタッチパネル面３の位置２に指示入力手段を接触もしくは近接させた場合を考える。このとき、プローブ光１０は位置２で指示入力手段に遮られて再帰性反射部材５５には到達しない。従ってプローブ光１０の再帰光は受発光手段１には到達せず、プローブ光１０に対応する再帰光が受光されないことを検出することによって、プローブ光１０の延長線（直線Ｌ）上に指示入力手段が接触もしくは近接されたことを検出することができる。

【００１９】

同様に、図１の右上方に設置された受発光手段１からもプローブ光を照射し、プローブ光１３に対応する再帰光が受光されないことを検出することによって、プローブ光１３の延長線（直線Ｒ）上に指示入力手段が接触もしくは近接されたことを検出することができる。直線Ｌ及び直線Ｒを求めることができれば、この交点座標を演算により算出することにより、指示入力手段が接触もしくは近接された位置（入力位置）の座標を得ることができる。

【００２０】

観点を変えると、左上方の角度センサは、直線Ｌを求めることができれば、入力位置と右上方の角度センサを見込む角度αを検出することができる。同様に、右上方の角度センサは、直線Ｒを求めることができれば、入力位置と左上方の角度センサを見込む角度βを検出することができる。そして、角度α、βから直線Ｒ、Ｌが交わる角度である交角を検出できる。さらに、この交角と２つの角度センサの距離から入力位置の座標を検出できる。

【００２１】

次に受発光手段１の構成とプローブ光L1からLnのうち、どのプローブ光が遮断されたかを検出する仕組みについて説明する。

【００２２】

図２には、受発光手段１の内部の構造の概略が示されている。図２は図１のタッチパネル面３に取り付けられた受発光手段１を、タッチパネル面３に垂直な方向から見た図である。ここでは簡単のため、タッチパネル面３に平行な２次元平面で説明を行う。

【００２３】

受発光手段１は、点光源８１、集光レンズ５１及び受光素子５０を含んで構成される。点光源８１は受光素子５０とは反対の方向に扇形に光を射出するものとする。点光源８１から射出された扇形の光は矢印５３、５８、その他の方向に進行するビームの集合であると考える。矢印５３方向に進行したビームは再帰性反射部材５５で反射されて、集光レンズ５１を通り、受光素子５０上の位置５７に到達する。また、進行方向５８に沿って進行したビームは再帰性反射部材５５によって受光素子５０上の位置５６に到達する。このように点光源８１から発し、再帰性反射部材５５で反射され同じ経路を戻ってきた光は、集

光レンズ５１の作用によって、それぞれ受光素子５０上の異なる位置に到達する。

【００２４】

従って、タッチパネル面３上のある位置に指示入力手段が接触もしくは近接し、ビームが遮断されると、そのビームに対応する受光素子５０上の点に光が到達しなくなる。よって、受光素子５０上の光強度の分布を調べることによって、どのビームが遮られたかを知ることができる。

【００２５】

上記動作を、図３を用いて詳しく説明する。図３おいて受光素子５０は集光レンズ５１の焦点位置に設置されているものとする。点光源８１から図３の右側に向けて発した光は再帰性反射部材５５によって反射され同じ経路を戻り、点光源８１の位置に集光する。集光レンズ５１は中心が点光源８１の位置と一致するように設置される。再帰性反射部材５５から戻った再帰反射光は集光レンズ５１の中心を通るので、集光レンズ５１後方（受光素子５０側）に対称の経路で進行する。

【００２６】

このときの受光素子５０上の光強度分布を考える。符号８０で示される位置に指示入力手段が接触もしくは近接していなければ、受光素子５０上の光強度分布はほぼ一定であるが、図３に示されるように符号８０の位置に光を遮る指示入力手段が接触もしくは近接した場合、この位置に向かうビームは指示入力手段により遮られ、受光素子５０上では位置D_nの位置に、光強度が弱い領域が生じる（暗点）。この位置D_nは遮られたビームの出射／入射角θ_nと対応しており、D_nを検出することによりθ_nを知ることができる。すなわちθ_nはD_nの関数として、次の（１）式で表すことができる。

$$\theta_n=\arctan(D_n/f) \quad \cdots (1)$$

【００２７】

ここで、特に図１の左上方の受発光手段１におけるθ_nをθ_{nL}、D_nをD_{nL}と置き換える。

【００２８】

さらに、図４において、左上方の受発光手段１とタッチパネル面３との幾何学的な相対位置関係の変換gにより、左上方の受発光手段１と位置８０を通る直線と左上方及び右上方の２つの受発光手段１を通る直線が成す角θ_Lは、上記（１）式で求められるD_{nL}の関数として、次の（２）式で表すことができる。

$$\theta_L=g(\theta_{nL}) \quad \text{ただし、} \theta_{nL}=\arctan(D_{nL}/f) \quad \cdots (2)$$

【００２９】

同様に、図１の右上方の受発光手段１についても同様の説明により、上記式のL記号をR記号に置き換えて、右側の受発光手段１とタッチパネル面３との幾何学的な相対位置関係の変換hにより、次の（３）式で表すことができる。

$$\theta_R=h(\theta_{nR}) \quad \text{ただし、} \theta_{nR}=\arctan(D_{nR}/f) \quad \cdots (3)$$

【００３０】

ここで、タッチパネル面３上の、２つの受発光手段１の取り付け間隔を図４に示すWとし、原点とxy座標を図４に示すようにとれば、タッチパネル面３における指示入力手段が接触もしくは近接した位置８０の座標(x、y)は、次の（４）式、（５）式で表すことができる。

$$x=W\tan\theta_R/(\tan\theta_L+\tan\theta_R) \quad \cdots (4)$$

$$y=W\tan\theta_L\cdot\tan\theta_R/(\tan\theta_L+\tan\theta_R) \quad \cdots (5)$$

【００３１】

このようにx、yは、D_{nL}、D_{nR}の関数として表すことができる。すなわち左右２つの受発光手段１の受光素子５０上の暗点の位置D_{nL}、D_{nR}を検出し、２つの受発光手段１の幾何学的配置を考慮することにより、指示入力手段で指示入力された位置（入力位置）の座標を検出することができる。

【００３２】

次に、タッチパネル面３を有するディスプレイやホワイトボードなどに前述した受発光

手段１及び再帰性反射部材５５を含む光学系を設置する例を説明する。

【００３３】

図５に示される例は、図１、図２で述べた左右の受発光手段１のうち一方を、タッチパネル面３の外縁（例えば頂点）に設置した例である。

【００３４】

図５の符号３はタッチパネル面を示しており、図２で示したy軸の負から正に向かう方向に見たものである。また、図５の符号Ａ及び符号Ｂは、説明のため視点を変えて表示したものである。

【００３５】

先ず、受発光手段１のうち発光手段について説明する。光源８３としてレーザーダイオード、ピンポイントLEDなどビームスポットをある程度絞ることが可能な光源を用いる。

【００３６】

光源８３からタッチパネル面３に対して垂直に射出された光はシリンドリカルレンズ８４によってx方向にのみコリメートされる。コリメートされた光は、後にハーフミラー８７で折り返された後、タッチパネル面３と垂直な方向には平行光として配光するためである。

【００３７】

シリンドリカルレンズ８４を介した光は、シリンドリカルレンズ８４とは曲率の分布が直交する２枚のシリンドリカルレンズ８５、８６で図５のｙ方向に対して集光される。図５の符号Ａで示される部分はこの様子を説明するためにシリンドリカルレンズ８４、８５、８６を含むシリンドリカルレンズ群の配置と光束の集光状態を、視点をz軸に対して回転しx方向から見たものである。

【００３８】

このシリンドリカルレンズ群の作用により、線状に集光された光領域がシリンドリカルレンズ８６の後方に形成される。ここにｙ方向に狭くx方向に細長いスリット８２を挿入する。すなわち、スリット位置に線状の二次光源８１´を形成する。二次光源８１´から発した光はハーフミラー８７で折り返され、タッチパネル面３に垂直方向には広がらず平行光で、タッチパネル面３と平行方向には二次光源８１´を中心に扇形状に広がりながら、タッチパネル面３に沿って進行する。進行した光はタッチパネル面３の周辺端に設置してある再帰性反射部材５５で反射されて、同様の経路でハーフミラー８７方向（矢印C）に戻る。ハーフミラー８７を透過した光は、タッチパネル面３に平行に進み集光レンズ５１を通り受光素子５０に入射する。

【００３９】

このとき、二次光源８１´と集光レンズ５１は、ハーフミラー８７に対して共役な位置関係にある（図５の符号Ｄ部分）。従って、図５の二次光源８１´は図３の点光源８１に対応し、図５の集光レンズ５１は図３の集光レンズ５１に対応する。また、図５の符号Ｂ部分は、受発光手段１の受光手段を構成する集光レンズ５１（例えばシリンドリカルレンズ）、受光素子５０を視点を変えてz軸方向から見たものであり、それぞれ図３の集光レンズ５１、受光素子５０に対応する。

【００４０】

以下に、従来技術の問題点について説明する。特許第４６２７７８１（特許文献１）やＵＳＰ４５０７５５７（参考文献１）には、ペンがタッチパネル面に接触もしくは近接されたときに、再帰反射板から戻る照明光が、ペンによって遮られることによって生じる影の位置をセンサで検知し、該センサからペンを見込む角度に変換し、三角測量の原理を用いてペンの座標位置を算出する光学式タッチパネルディスプレイが開示されている。さらに、例えば特許第２６７８２３１（参考文献２）には、発光ダイオードなどの発光素子と、フォトダイオードなどの受光素子を、ディスプレイの対向する端部に、それぞれ対向するように配置し、素子毎にペンによる光の遮断を検知することで、座標を検知する光学式タッチパネルディスプレイが開示されている。

【００４１】

特許文献１や参考文献１では、いずれもペンや指等の指示入力手段で光を遮ったときの影の状態から、指示入力手段による入力位置を三角測量によって算出するものである。

【００４２】

以下、図６及び図７を用いて従来の光学的三角測量方式について説明する。従来の光学的三角測量方式は、例えば矩形領域の２つの基準点Ａ、Ｂ間の距離Ｗと、基準点Ａから被測定位置Ｐと基準点Ｂを見込む角度ａ及び基準点Ｂから被測定位置Ｐ（以下では「点Ｐ」とも呼ぶ）と基準点Ａを見込む角度ｂから点Ｐの座標を算出するものである。実際には、基準点Ａ、Ｂには、それぞれ角度ａ、ｂを測定する上記光学式の角度センサが設置される。

【００４３】

ところで、角度ａ、bの測定では、必ず測定誤差が入る。このとき、点Ｐが図６に示される矩形領域内を直線Ｌに沿って移動する場合を考える。角度ａ、ｂが所定の誤差分振れたときに、点Ｐが矩形領域の上端近くにあり点Ｐから基準点Ａ、Ｂを見込む角度ｅが１８０°に近い場合、角度ａ、bから算出される点Ｐの測定値は大きくふれてしまう。

【００４４】

一方、点Ｐが直線Ｌに沿って下方に移動するほど、角度ｅは１８０°よりも小さくなり、角度ａ、ｂに所定の振れが生じても、算出される点Ｐの座標は大きく振れなくなる。図６の右のグラフは、点Ｐが直線Ｌに沿って移動した場合に、角度ａ、ｂに一定の振れが生じた場合の点Ｐの測定位置誤差を模式的に示したものである。前述のとおり点Ｐが矩形領域の上端に近づくと位置誤差が極端に増加し、角度ｅが１８０°では無限大に発散する。

【００４５】

このような現象を防ぐために、図７の左図に示されるように、矩形領域の上端付近の一定幅の領域を、座標を検知しない無効領域として設定することが一般的に行われている。具体的には、図７の右図に示されるように、無効領域をベゼルで覆い、矩形領域の無効領域以外の部分をディスプレイやホワイトボードの表示面とする。結果として、タッチパネル面の上端付近のベゼル幅が増大して、いわゆる狭額縁化が困難になり商品性が低下してしまう。

【００４６】

そこで、発明者らは、無効領域を狭くしてベゼル幅の増大を抑制しつつ検出精度の向上を図るために、本実施形態の実施例１、２の座標検出装置１００、２００を開発した。

【００４７】

［実施例１］

実施例１の座標検出装置１００は、上述した光学的三角測量方式のタッチパネル装置（以下では「タッチパネル」と略称する）が搭載されたディスプレイやホワイトボードに設置されている。

【００４８】

座標検出装置１００は、図８に示されるように、横幅Ｗ、縦幅Ｈの矩形の座標入力領域を有している。座標入力領域は、座標を検知すべき領域であり、指示入力手段によるタッチ操作がなされると（指示入力手段が接触もしくは近接されると）、その位置の座標が検出される領域である。

【００４９】

座標検出装置１００が、例えばタッチパネル付ディスプレイやタッチパネル付きホワイトボードに設置される場合は、ディスプレイやホワイトボードの表示面が座標入力領域とほぼ一致する構成となる。そして、座標入力領域の上辺を除く外縁に沿って再帰性反射部材（図８では不図示）が略Ｕ字状に配置されている。

【００５０】

ここで、座標入力領域の外側には、上述した無効領域と同様の無効領域が設定されている。

【００５１】

詳述すると、無効領域は、座標入力領域の上側に隣接する横幅Ｗ、縦幅ｈの矩形の領域

である。無効領域は、不図示のベゼルで覆われている。

【００５２】

無効領域の長さＷの上辺の左端点、右端点には、上記角度センサと同様の構成の角度センサＡ、角度センサＢがそれぞれ設置されている。すなわち、角度センサＡと角度センサＢの距離は、Ｗである。

【００５３】

角度センサＡは、上記受発光手段１を含んで構成され、タッチ点（入力位置）と角度センサＢを見込む角度ａ及びタッチ点と角度センサＣを見込む角度ｃを検出する。

【００５４】

角度センサＢは、上記受発光手段１を含んで構成され、タッチ点（入力位置）と角度センサＡを見込む角度ｂを検出する。

【００５５】

座標入力領域の長さＨの左辺の下端点には、上記角度センサと同様の構成の角度センサＣが設置されている。すなわち、角度センサＡと角度センサＣの距離は、Ｈ＋ｈである。

【００５６】

角度センサＣは、上記受発光手段１を含んで構成され、タッチ点（入力位置）と角度センサＡを見込む角度ｄを検出する。

【００５７】

図９には、上記３つの角度センサＡ、Ｂ、Ｃが検出した角度からタッチ点の座標を検出する処理装置１００ａの機能ブロック図が示されている。処理装置１００ａは、交角演算部Ｅ、交角演算部Ｆ、交角判定部、角度選定部、座標演算部、座標出力部を備えている。以下に、処理装置１００ａによる座標検出の流れを説明する。

【００５８】

先ず、角度センサＡが検出した角度ａと、角度センサＢが検出した角度ｂは交角演算部Ｅに送られ、交角ｅが算出される。角度センサＡが検出した角度ｃと、角度センサＣが検出した角度ｄは交角演算部Ｆに送られ、交角ｆが算出される。交角ｅ及び交角ｆは交角判定部に送られ、所定のアルゴリズムによって交角ｅ及び交角ｆのいずれかが選択、採用される。採用された交角は角度選定部に送られる。角度選定部に送られた交角が交角ｅならば、角度選定部において角度ａ及び角度ｂの組が採用される。角度選定部に送られた交角が交角ｆならば、角度選定部において角度ｃ及び角度ｄの組が採用される。採用された角度の組は、座標演算部に送られ、角度ａ、角度ｂ、距離Ｗの組、または角度ｃ、角度ｄ、距離Ｈ＋ｈの組から、上記（４）式及び（５）式を用いた演算によってタッチ点の座標が計算される。計算された座標は座標出力部から出力される。

【００５９】

以下に、処理装置１００ａにおいて、交角判定部に送られた交角ｅ及び交角ｆのいずれの交角を採用するかを決定するアルゴリズム（座標検出処理）について、図１０のフローチャートを用いて説明する。

【００６０】

図１０のフローチャートに示される手順は、図９に示される、交角判定部、角度選定部、座標演算部、座標出力部で実施される手順を示したものである。

【００６１】

最初のステップＳ１では、交角ｅを交角演算部Ｅから読み込む。

次のステップＳ２では、交角ｆを交角演算部Ｆから読み込む。

次のステップＳ３では、交角ｅと９０°の差の絶対値である偏角ｅ′を算出する。

次のステップＳ４では、交角ｆと９０°の差の絶対値である偏角ｆ′を算出する。

次のステップＳ５では、「偏角ｆ′－偏角ｅ′」を判定値として計算する。

【００６２】

次のステップＳ６では、判定値が０よりも大きいか否かを判断する。判定値が０よりも大きい場合、すなわち偏角ｅ′が偏角ｆ′よりも小さい場合には、ここでの判断が肯定され、ステップＳ７に移行する。一方、判定値が０以下の場合、すなわち偏角ｆ′が偏角ｅ

´以下の場合には、ここでの判断が否定され、ステップＳ８に移行する。
【００６３】
ステップＳ７では、交角ｅを形成する角度ａと角度ｂ、及び角度ａと角度ｂを算出する角度センサＡ、Ｂ間の距離Ｗを採用する。ステップＳ７が実行されると、ステップＳ９に移行する。
【００６４】
ステップＳ８では、交角ｆを形成する角度ｃと角度ｄ、及び角度ｃと角度ｄを算出する角度センサＡ、Ｃ間の距離Ｈ＋ｈを採用する。ステップＳ８が実行されると、ステップＳ９に移行する。
【００６５】
ステップＳ９では、採用した[ａ、ｂ、Ｗ]及び[ｃ、ｄ、Ｈ＋ｈ]のいずれかの組から三角測量により座標を算出する。
【００６６】
次のステップＳ１０では、座標を出力する。出力された座標は、ディスプレイやホワイトボードの表示制御部（不図示）に送られ、表示面のタッチ位置の画像に対する所定の処理（例えばタッチ位置画像マーキング処理、タッチ位置画像配信処理、タッチ位置画像拡大処理、タッチ位置画像詳細化処理等）が実施される。
【００６７】
以上説明した座標検出処理において交角の選択が座標検出精度に影響する理由を説明する。図１４において、点Ｐの位置を三角測量で測定する場合に角度Ａ、Ｂ、Ｃ、Ｄが同じ角度Δεだけ変動すると仮定する。点Ｐの位置では直線Ａ－Ｐと直線Ｂ－Ｐの交角が１８０度に近いため、角度Ａ、Ｂがそれぞれ Δεだけ変動すると、点Ｐの位置は大きく変動する。一方、直線Ｃ－Ｐと直線Ｄ－Ｐの交角は直角に近いため、角度Ｃ、角度ＤがΔεだけ変動しても、点Ｐの位置は前者に比べて小さい量しかずれない。したがって、点Ｐの位置を求める場合に三角形ＡＰＢを用いる場合と、三角形ＣＰＤを用いる場合では、それぞれの角度変動が同じ場合には、後者の方が点Ｐの位置ずれが小さくて済む。つまり、Ａ、Ｂの位置に一人ずつ人が立って長い棒を互いに持ち点Ｐで交差させる場合と、Ｃ、Ｄの位置に人が立って長い棒を互いに持ち点Ｐで交差せることを考えると、点Ｐの位置を安定に保つことは、Ａ、Ｂに立つ人にとっては非常に難しい。
【００６８】
［実施例２］
実施例２の座標検出装置２００は、図１１に示されるように、横幅Ｗ、縦幅Ｈの矩形の座標入力領域を有している。座標入力領域は、座標を検知すべき領域であり、指示入力手段によるタッチ操作（指示入力手段の接触もしくは近接）がなされると、その位置の座標が検出される領域である。
【００６９】
座標検出装置２００が、例えばタッチパネル付ディスプレイやタッチパネル付きホワイトボードに設置される場合は、ディスプレイやホワイトボードの表示面が座標入力領域とほぼ一致する構成となる。そして、座標入力領域の外縁に沿って再帰性反射部材（図１１では不図示）が矩形枠状に配置されている。
【００７０】
ここで、座標入力領域の外側には、上述した無効領域と同様の無効領域が設定されている。
【００７１】
詳述すると、無効領域は、座標入力領域の上側に隣接する横幅Ｗ、縦幅ｈの矩形の領域である。無効領域は、不図示のベゼルで覆われている。
【００７２】
無効領域の長さＷの上辺の左端点、右端点には、上記角度センサと同様の構成の角度センサＡ、角度センサＢがそれぞれ設置されている。すなわち、角度センサＡと角度センサＢの距離は、Ｗである。

【００７３】
角度センサＡは、上記受発光手段１を含んで構成され、タッチ点（入力位置）と角度センサＢを見込む角度ａ及びタッチ点と角度センサＣを見込む角度ｃを検出する。
【００７４】
角度センサＢは、上記受発光手段１を含んで構成され、タッチ点（入力位置）と角度センサＡを見込む角度ｂ及びタッチ点と角度センサＤを見込む角度ｊを検出する。
【００７５】
座標入力領域の長さＨの左辺の下端点には、上記角度センサと同様の構成の角度センサＣが設置されている。すなわち、角度センサＡと角度センサＣの距離は、Ｈ＋ｈである。
【００７６】
角度センサＣは、上記受発光手段１を含んで構成され、該撮像手段の撮像画像を解析する画像解析部とを含み、タッチ点（入力位置）と角度センサＡを見込む角度ｄ及びタッチ点と角度センサＤを見込む角度ｇを検出する。
【００７７】
座標入力領域の長さＷの下辺の右端点には、上記角度センサと同様の構成の角度センサＤが設置されている。すなわち、角度センサＣと角度センサＤの距離はＷであり、角度センサＤと角度センサＢの距離はＨ＋ｈである。
【００７８】
角度センサＤは、上記受発光手段１を含んで構成され、タッチ点（入力位置）と角度センサＣを見込む角度ｈ及びタッチ点と角度センサＢを見込む角度ｉを検出する。
【００７９】
図１２には、上記４つの角度センサＡ～Ｄが検出した角度からタッチ点の座標を検出する処理装置２００ａの機能ブロック図が示されている。処理装置２００ａは、交角演算部Ｅ、交角演算部Ｆ、交角演算部Ｋ、交角演算部Ｌ、交角判定部、角度選定部、座標演算部、座標出力部を備えている。以下に、処理装置２００ａによる座標検出の流れを説明する。
【００８０】
先ず、角度センサＡが検出した角度ａと角度センサＢが検出した角度ｂは、交角演算部Ｅに送られ、交角ｅが算出される。角度センサＡが検出した角度ｃと角度センサＣが検出した角度ｄは、交角演算部Ｆに送られ、交角ｆが算出される。角度センサＣが検出した角度ｇと角度センサＤが検出した角度ｈは交角演算部Ｋに送られ、交角ｋが算出される。角度センサＤが算出した角度ｉと、角度センサＢが算出した角度ｊは交角演算部Ｌに送られ、交角ｌが算出される。
【００８１】
交角ｅ、交角ｆ、交角ｋ及び交角ｌは交角判定部に送られ、所定のアルゴリズムによって交角ｅ、交角ｆ、交角ｋ及び交角ｌのいずれかが採用される。採用された交角は角度選定部に送られる。角度選定部に送られた交角がｅならば、角度選定部において角度ａ及び角度ｂの組が採用される。角度選定部に送られた交角がｆならば、角度選定部において角度ｃ及び角度ｄの組が採用される。角度選定部に送られた交角がｋならば、角度選定部において角度ｇ及び角度ｈの組が採用される。角度選定部に送られた交角がｌならば、角度選定部において角度ｉ及び角度ｊの組が採用される。採用された角度の組は、座標演算部に送られ、角度ａ、角度ｂ、距離Ｗの組、角度ｃ、角度ｄ、距離Ｈ＋ｈの組、角度ｇ、角度ｈ、距離Ｗの組、または角度ｉ、角度ｊ、距離Ｈ＋ｈの組から、上記（４）式及び（５）式を用いた演算によって座標が計算される。計算された座標は座標出力部から出力される。
【００８２】
以下に、処理装置２００ａにおいて、交角判定部に送られた交角ｅ、交角ｆ、交角ｋ及び交角ｌのいずれの交角を採用するかを決定するアルゴリズム（座標検出処理）について、図１３のフローチャートを用いて説明する。
【００８３】

図１３のフローチャートに示される手順は、図１３に示される、交角判定部、角度選定部、座標演算部、座標出力部で実施される手順を示したものである。

【００８４】

はじめに交角ｅ交角ｆ、交角ｋ及び交角ｌを交角演算部から読み込む。次に交角ｅ、交角ｆ、交角ｋ及び交角ｌそれぞれと９０°との差の絶対値である偏角ｅ′、偏角ｆ′、偏角ｋ′及び偏角ｌ′を算出する。

【００８５】

最初のステップＳ２１では、交角ｅを交角演算部Ｅから読み込む。

次のステップＳ２２では、交角ｆを交角演算部Ｆから読み込む。

次のステップＳ２３では、交角ｋを交角演算部Ｋから読み込む。

次のステップＳ２４では、交角ｌを交角演算部Ｌから読み込む。

次のステップＳ２５では、交角ｅと９０°の差の絶対値である偏角ｅ′を算出する。

次のステップＳ２６では、交角ｆと９０°の差の絶対値である偏角ｆ′を算出する。

次のステップＳ２７では、交角ｋと９０°の差の絶対値である偏角ｋ′を算出する。

次のステップＳ２８では、交角ｌと９０°の差の絶対値である偏角ｌ′を算出する。

【００８６】

次のステップＳ２９では、偏角ｅ′、偏角ｆ′、偏角ｋ′、偏角ｌ′のうち偏角ｅ′が最小か否かを判断する。ここでの判断が肯定された場合にはステップＳ３０に移行し、否定された場合にはステップＳ３１に移行する。

【００８７】

ステップＳ３０では、交角ｅを形成する角度ａと角度ｂ、及び角度ａと角度ｂを算出する角度センサＡ、Ｂ間の距離Ｗを採用する。ステップＳ３０が実行されると、ステップＳ３６に移行する。

【００８８】

ステップＳ３１では、偏角ｅ′、偏角ｆ′、偏角ｋ′、偏角ｌ′のうち偏角ｆ′が最小か否かを判断する。ここでの判断が肯定された場合にはステップＳ３２に移行し、否定された場合にはステップＳ３３に移行する。

【００８９】

ステップＳ３２では、交角ｆを形成する角度ｃと角度ｄ、及び角度ｃと角度ｄを算出する角度センサＡ、Ｃ間の距離Ｈ＋ｈを採用する。ステップＳ３２が実行されると、ステップＳ３６に移行する。

【００９０】

ステップＳ３３では、偏角ｅ′、偏角ｆ′、偏角ｋ′、偏角ｌ′のうち偏角ｋ′が最小か否かを判断する。ここでの判断が肯定された場合にはステップＳ３４に移行し、否定された場合すなわち偏角ｌ′が最小の場合にはステップＳ３５に移行する。

【００９１】

ステップＳ３４では、交角ｋを形成する角度ｇと角度ｈ、及び角度ｇと角度ｈを算出する角度センサＣ、Ｄ間の距離Ｗを採用する。ステップＳ３４が実行されると、ステップＳ３６に移行する。

【００９２】

ステップＳ３５では、交角ｌを形成する角度ｉと角度ｊ、及び角度iと角度ｊを算出する角度センサＤ、Ｂ間の距離Ｈ＋ｈを採用する。ステップＳ３５が実行されると、ステップＳ３６に移行する。

【００９３】

次のステップＳ３６では、採用した［ａ、ｂ、Ｗ］、［ｃ、ｄ、Ｈ＋ｈ］、［ｇ、ｈ、Ｗ］及び［ｉ、ｊ、Ｈ＋ｈ］のいずれかの組から三角測量により座標を算出する。

【００９４】

次のステップＳ３７では、座標を出力する。出力された座標は、ディスプレイやホワイトボードの表示制御部に送られ、表示面のタッチ位置の画像に対する所定の処理（例えばタッチ位置画像マーキング処理、タッチ位置画像配信処理、タッチ位置画像拡大処理、タ

ッチ位置画像詳細化処理、タッチ位置画像消去処理等）が実施される。

【００９５】

以上説明した本実施形態の座標検出装置（実施例１、２の座標検出装置１００、２００）は、表示面に設定された座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する座標検出装置であって、座標入力領域の外縁に沿って配置された少なくとも３つの光学式の角度センサ（例えば３つの角度センサＡ～Ｃ又は４つの角度センサＡ～Ｄ）と、上記外縁に沿って隣り合う２つの角度センサをセンサ対としたときに複数（例えば２つ又は４つ）のセンサ対の出力に基づいて座標を求める処理装置と、を備え、各センサ対の一方の角度センサは、他方の角度センサと入力位置を見込む角度を検出し、他方の角度センサは、一方の角度センサと前記入力位置を見込む角度を検出することを特徴とする座標検出装置である。

【００９６】

この場合、入力位置の座標を求める際、該座標の複数の候補を求めるためのパラメータである複数のセンサ対の出力から適切なものを選択できる。

【００９７】

この結果、入力位置の座標の検出精度を向上できる。

【００９８】

また、本実施形態の座標検出装置は、座標入力領域の外縁に沿って配置された再帰性反射部材５５を更に備え、角度センサは、座標入力領域に沿う光を放射する発光手段と、該発光手段から放射され再帰性反射部材で反射された光を受光する受光手段と、を含む。

【００９９】

この場合、角度センサは、指示入力手段による光の遮蔽を利用して、上記見込む角度を検出することができる。

【０１００】

また、複数（例えば２つ又は４つ）のセンサ対のうち１つのセンサ対の２つの角度センサＡ、Ｂは、座標入力領域の外側に配置されても良い。すなわち、２つの角度センサＡ、Ｂは、無効領域に配置されても良い。

【０１０１】

この場合、角度センサＡ、Ｂから成るセンサ対を座標入力領域に近接配置した場合すなわち無効領域の幅を狭くした場合でも、該無効領域付近の入力位置を検出する際、別のセンサ対の出力を採用できるため、入力位置の座標の検出精度が低下するのを抑制できる。

【０１０２】

この結果、無効領域の幅、ベゼル幅を小さくすることができる。すなわち、狭額縁化を図ることができる。

【０１０３】

なお、角度センサＡ、Ｂに加えて角度センサＣやＤも座標入力領域の外側に配置して、全体としてＬ次形状もしくは枠形状の無効領域を形成しても良い。この場合も、無効領域の幅（ベゼル幅）を狭くすることができる。

【０１０４】

要は、座標入力領域の上側、左側、下側、右側の少なくとも１つに無効領域を形成しても良い。

【０１０５】

一方、全ての角度センサを、座標入力領域の外縁上の異なる複数位置（例えば座標入力領域の複数の頂点）にそれぞれ配置しても良い。すなわち、無効領域を設定しなくて良い。この場合であっても、入力位置の座標の検出精度が低下するのを抑制できる。

【０１０６】

また、座標入力領域は、４つの頂点を有する多角形状（例えば矩形）であり、複数のセンサ対のうち少なくとも１つのセンサ対の少なくとも１つの角度センサ（例えば角度センサＣやＤ）は、少なくとも３つの頂点のうち少なくとも１つの頂点近傍に配置されても良い。

【０１０７】
この場合、無効領域を全体として小さくすることができる。
【０１０８】
なお、座標入力領域は、三角形、矩形以外の四角形等であっても良く、要は、Ｎ角形（Ｎ≧３）であれば良い。
【０１０９】
また、処理装置は、複数のセンサ対それぞれの出力に基づいて、該センサ対の一方の角度センサと入力位置を通る直線と、他方の角度センサと入力位置を通る直線が交わる角度である交角を算出する交角算出手段と、算出された複数の交角から一の交角を選択する選択手段と、選択された一の交角と、該一の交角に対応する前記センサ対の２つの角度センサの距離に基づいて、座標を算出する座標算出手段と、を含むことが好ましい。
【０１１０】
この場合、入力位置の座標の複数の候補を求めることなく、適切な座標（入力位置の正確な座標）を算出することができる。
【０１１１】
また、選択手段は、直角との差が最小の交角を一の交角とする場合には、入力位置の検出精度を極力向上できる。
【０１１２】
なお、選択手段は、直角との差が複数の交角それぞれと直角との差の平均値以下である交角（上記最小の交角を含む）を一の交角としても良い。
【０１１３】
また、座標入力領域が設定された表示面を有するディスプレイと、座標入力領域に対する指示入力手段による入力位置の座標を検出する本実施形態の座標検出装置と、を備えるディスプレイ装置によれば、入力位置の正確な座標を得ることができるため、該入力位置に応じた処理を行うことができる。また、ベゼル幅を小さくできるため、付加価値の高いディスプレイ装置を提供できる。
【０１１４】
なお、本実施形態の座標検出装置は、ディスプレイ装置に限らず、例えば、座標入力領域が設定された投影面（例えばスクリーン面）に画像を投影する投影装置（例えばプロジェクタ）を備える画像投影システムに適用することもできる。具体的には、少なくとも３つの角度センサを投影面の外縁に沿って配置するとともに、投影面の外縁に沿って再帰性反射部材５５を配置することにより、上記実施形態と同様の作用・効果を得ることができる。
【０１１５】
また、本実施形態の座標検出方法は、表示面又は投影面の座標入力領域に対して指示入力手段によって指示入力された位置である入力位置の座標を検出する座標検出方法であって、座標入力領域の外縁に沿って少なくとも３つの光学式の角度センサを配置する工程と、上記外縁に沿って隣り合う２つの角度センサをセンサ対としたときに、複数のセンサ対それぞれの一方の角度センサにより、該センサ対の他方の角度センサと入力位置とを見込む角度を検出し、他方の角度センサにより、一方の角度センサと入力位置とを見込む角度を検出する工程と、を含む。
【０１１６】
この場合、入力位置の座標を求める際、該座標の複数の候補を求めるためのパラメータである複数のセンサ対の出力から適切なものを選択できる。
【０１１７】
この結果、入力位置の座標の検出精度を向上できる。
【０１１８】
また、複数のセンサ対それぞれの出力に基づいて、該センサ対の一方の角度センサと前記入力位置を通る直線と、他方の角度センサと前記入力位置を通る直線が交わる角度である交角を算出する工程と、算出された複数の前記交角から一の交角を選択する工程と、選

択された前記一の交角と、該一の交角に対応する前記センサ対の２つの角度センサの距離に基づいて、前記座標を算出する工程と、を更に含むことが好ましい。

【０１１９】

この場合、入力位置の座標の複数の候補を求めることなく、適切な座標（入力位置の正確な座標）を算出することができる。

【０１２０】

なお、上記実施形態の座標検出装置の各角度センサは、受発光手段１を含んで構成されているが、これに限らず、要は、別の角度センサと入力位置を見込む角度を検出可能なものであれば良い。

【０１２１】

また、上記実施形態の座標検出装置の角度センサの数は、３つ又は４つであるが、これに限らず、要は、３つ以上であれば良い。この場合に、角度センサを設置する位置としては、座標入力領域の頂点や頂点間の位置、無効領域の頂点や頂点間の位置が好適である。角度センサの数を多くするほど（センサ対の数を多くするほど）検出精度を向上させることができるが、構成、制御が煩雑となる。そこで、装置に要求される座標検出精度に応じて、角度センサの数や配置を決定することが好ましい。

【符号の説明】

【０１２２】

１００、２００…座標検出装置。

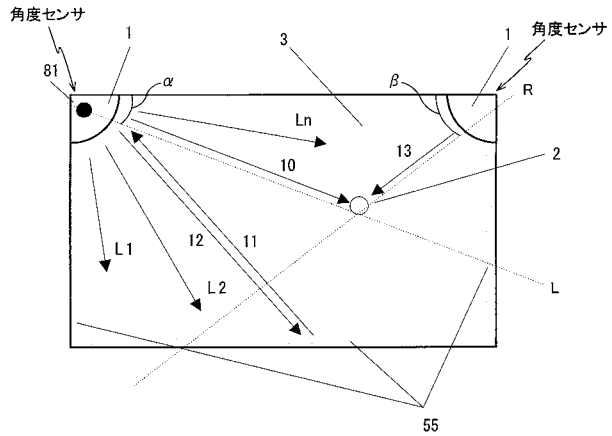
【先行技術文献】

【特許文献】

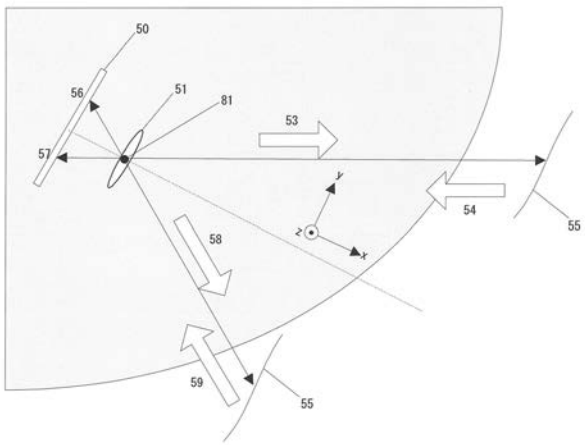
【０１２３】

【特許文献１】特許第４６２７７８１号公報

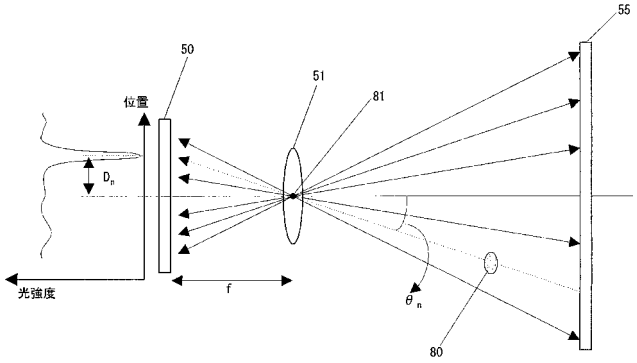
【図１】



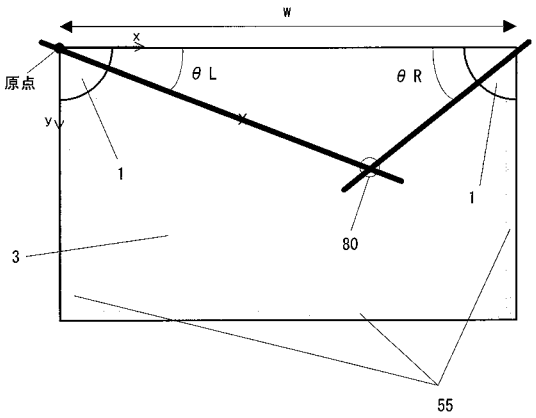
【図２】



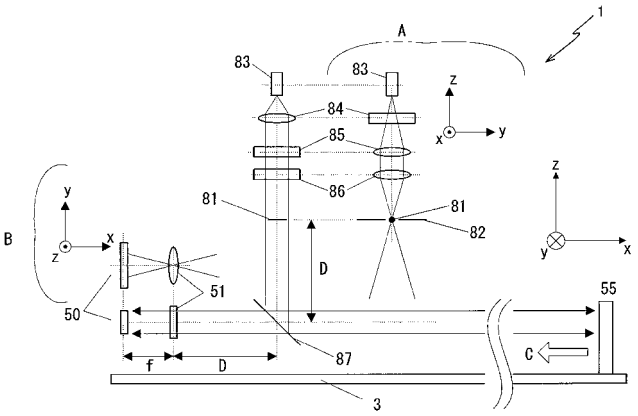
【図３】



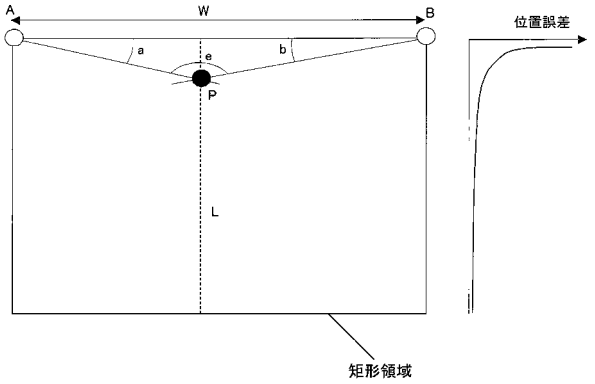
【図４】



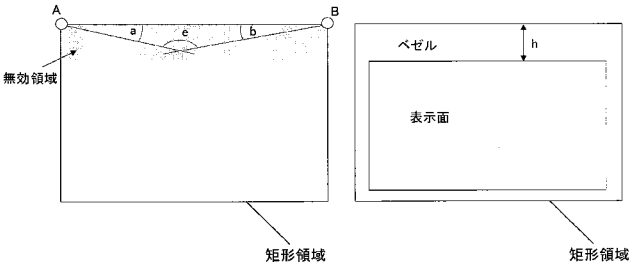
【図５】



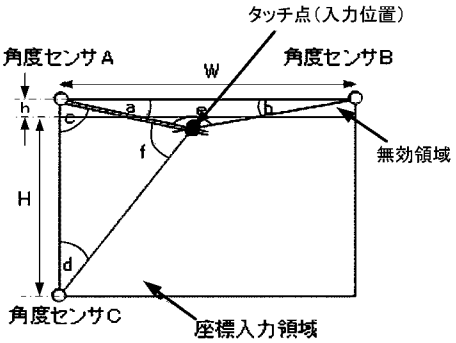
【図６】



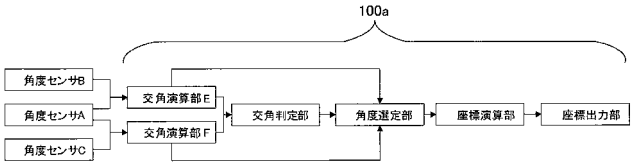
【図７】



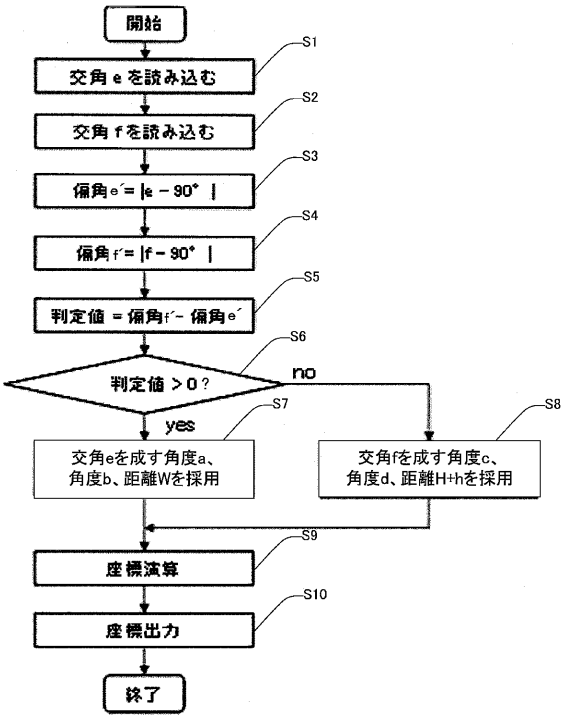
【図８】



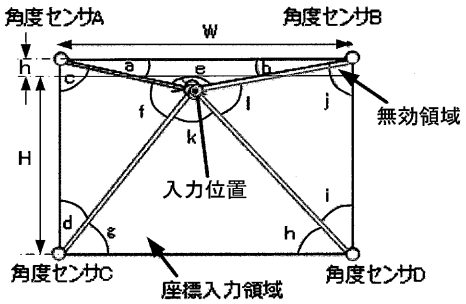
【図９】



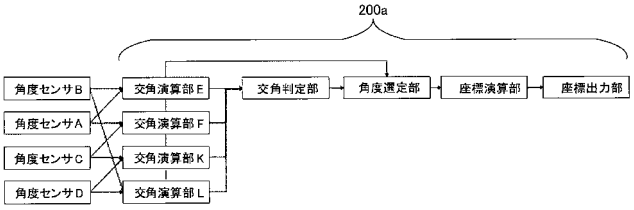
【図１０】



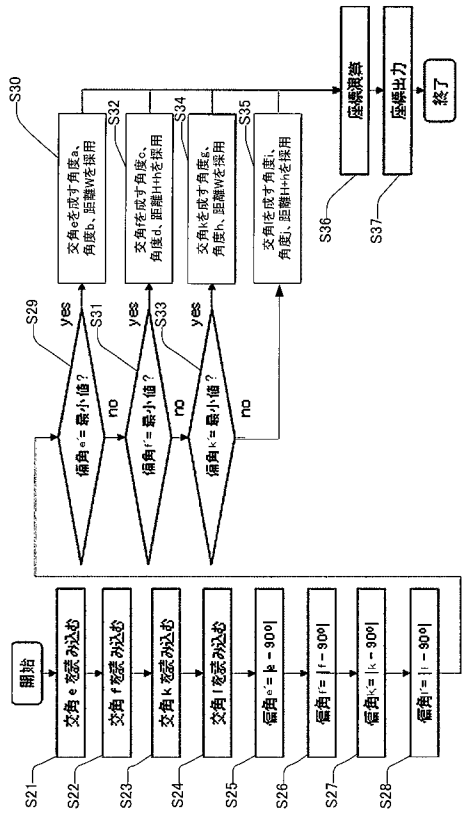
【図１１】



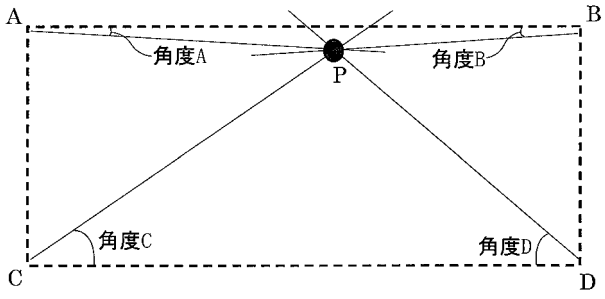
【図１２】



【図１３】



【図１４】



フロントページの続き

(72)発明者　長尾　壮史
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内
(72)発明者　石川　直行
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内
(72)発明者　山本　聖子
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内
(72)発明者　山形　正信
東京都大田区中馬込１丁目３番６号　株式会社リコー内