

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 9 月 29 日(29.09.2016)



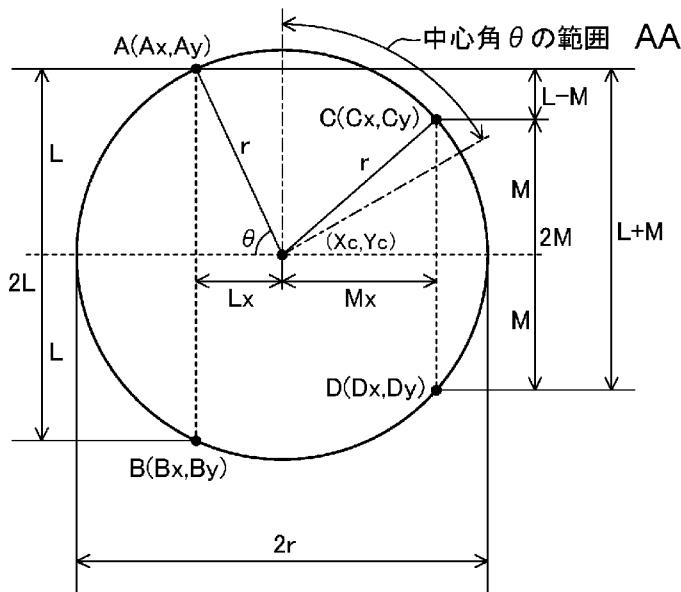
(10) 国際公開番号

WO 2016/152125 A1

- (51) 国際特許分類:
G07D 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/001575
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 17 日(17.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-057499 2015 年 3 月 20 日(20.03.2015) JP
- (71) 出願人: グローリー株式会社 (GLORY LTD.)
[JP/JP]; 〒6708567 兵庫県姫路市下手野 1 丁目 3 番 1 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 大野 佑介(OHNO, Yusuke); 〒6708567 兵庫県姫路市下手野 1 丁目 3 番 1 号 グローリー株式会社内 Hyogo (JP). 橋本 幸太(HASHIMOTO, Kota); 〒6708567 兵庫県姫路市下手野 1 丁目 3 番 1 号 グローリー株式会社内 Hyogo (JP). 多田 和矢(TADA, Kazuya); 〒6708567 兵庫県姫路市下手野 1 丁目 3 番 1 号 グローリー株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人前田特許事務所(MAEDA & PARTNERS); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜 1 丁目 2 番 1 号 新ダイビル 2 3 階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COIN IDENTIFICATION DEVICE AND COIN CENTER LOCATION DETECTION METHOD

(54) 発明の名称: 硬貨識別装置、及び、硬貨中心位置検出方法



(57) Abstract: Provided is a coin identification device (1), comprising: an image capture unit (3) which captures an image of the entirety of a coin (10) while a conveyance unit (2) is conveying the coin along the y-axis; a center x-coordinate acquisition unit (421) which acquires the center x-coordinate Xc of the coin in the image; a diameter information acquisition unit (422) which acquires the size of the diameter of the coin; an edge point information acquisition unit (423) which acquires the x-coordinates and y-coordinates of edge points of the coin in the image; and a computation unit (425) which computes the center y-coordinate Yc of the coin on the y-axis. The computation unit computes the center y-coordinate of the coin on the y-axis, using an approximation which approximates a geometric relational expression which is established between the center of a circle and points on the circumference of the circle with a polynomial expression.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/152125 A1



硬貨識別装置（１）は、搬送部（２）がＹ方向に硬貨（１０）を搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像する撮像部（３）と、画像における硬貨の中心Ｘ座標 X_c を取得する中心Ｘ座標取得部（４２１）と、硬貨の径の大きさを取得する径情報取得部（４２２）と、硬貨のエッジ点の、画像におけるＸ座標及びＹ座標を取得するエッジ点情報取得部（４２３）と、硬貨のＹ方向についての中心Ｙ座標 Y_c を演算する演算部（４２５）と、を備える。演算部は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用い、硬貨のＹ方向についての中心Ｙ座標を演算する。

明 細 書

発明の名称：硬貨識別装置、及び、硬貨中心位置検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、硬貨識別装置において、硬貨を撮像した硬貨画像における硬貨中心を検出する硬貨中心位置検出方法に関し、硬貨画像における硬貨中心を簡易な演算で高精度に検出することができる硬貨中心位置検出方法に関するものである。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、硬貨の外径を算出する装置が記載されている。この装置は、プーリに巻き掛けられたベルトによって硬貨を搬送するように構成されていると共に、その搬送路の途中に配設された遮光式のセンサを備えている。この装置は、センサの検出結果と、プーリの回転情報とに基づいて、硬貨の外周縁によって構成される円の 2 箇所において、互いに平行な 2 本の弦の長さを計測する。この装置は、計測した 2 本の弦の長さに基づき、幾何学的な関係式を利用して、硬貨の外径を演算する。

[0003] また、特許文献 2 には、所定の方に搬送している硬貨の外径を算出すると共に、硬貨の中心位置を検出する装置が記載されている。この装置もまた、搬送路の途中に配設されかつ、硬貨を検出するセンサを備えており、当該センサが硬貨を検出している時間と、硬貨の搬送速度の情報とに基づいて、硬貨の外周縁によって構成される円の 2 箇所において、互いに平行な 2 本の弦の長さを計測する。この装置は、計測した 2 本の弦の長さに基づき、幾何学的な関係式を利用して、硬貨の外径を演算すると共に、硬貨の中心位置を検出する。

[0004] 尚、特許文献 1 及び 2 に記載されている装置は、例えば、硬貨に関する各種の処理を行う硬貨処理装置の識別装置に組み込まれており、この装置が算出する硬貨の外径、又は、外径及び中心位置は、硬貨の識別に利用される。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平4－32709号公報

特許文献2：特開平8－315209号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところで、特許文献1及び特許文献2に記載されている装置においては、外径や中心位置の演算に利用する式に平方根が含まれている。平方根を含む演算は、コンピュータの処理の負荷が高いため、演算時間が長くなってしまいうという問題がある。前述の通り、硬貨の外径、又は、外径及び中心位置は、硬貨処理装置において硬貨の識別に利用される。このため、演算時間をできるだけ短くすることが求められる。

[0007] ここに開示する技術は、かかる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、硬貨の中心位置を検出する際に、中心位置の検出に要する演算時間を短くすることにある。

課題を解決するための手段

[0008] 具体的に、ここに開示する技術は、硬貨識別装置に係り、この装置は、硬貨をY方向に搬送するよう構成された搬送部と、搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するよう構成された撮像部と、前記撮像部が撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記Y方向に直交するX方向についての前記硬貨の中心X座標を取得するよう構成された中心X座標取得部と、前記撮像部が撮像した前記画像において、前記硬貨の径の大きさを取得するよう構成された径情報取得部と、前記撮像部が撮像した前記画像において、前記硬貨の外周縁上の点であるエッジ点のX座標及びY座標を取得するよう構成されたエッジ点情報取得部と、前記中心X座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算するよう構成された演算部と、を備える。

[0009] そして、前記演算部は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的

な関係式を多項式で近似した近似式を用い、前記中心X座標と前記エッジ点のX座標との差、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のY座標から、前記Y方向についての中心Y座標を演算する。

- [0010] この構成によると、硬貨は、搬送部によってY方向に搬送されると共に、撮像部は、硬貨を搬送している最中に、その全体の画像を撮像する。
- [0011] ここで、搬送部は、例えば、硬貨の搬送方向に沿って延びるように配設されたベルトであって、硬貨の表面又は裏面に当接した状態で、硬貨を押さえながら走行することにより、硬貨を搬送するよう構成された搬送ベルトを備えて構成してもよい。また、搬送ベルトに固定されたピンや爪が、搬送ベルトの走行に伴い硬貨の後端部を押すことにより、硬貨を搬送するよう構成してもよい。
- [0012] また、撮像部は、イメージセンサを有して構成すればよく、イメージセンサは、例えばY方向に直交するX方向に延びかつ、硬貨の搬送に同期して撮像をすることにより、硬貨全体の画像を撮像するよう構成されたラインセンサとしてもよい。また、イメージセンサは、X方向及びY方向のそれぞれに拡がりかつ、硬貨全体の画像を一度に撮像するよう構成されたエリアセンサとしてもよい。
- [0013] 中心X座標取得部及び径情報取得部はそれぞれ、撮像部が撮像した画像に基づいて、硬貨の、X方向についての中心X座標、及び、硬貨の径の大きさを取得する。中心X座標取得部及び径情報取得部は、例えば、X方向及びY方向のそれぞれについて所定の画素数を有する硬貨全体の画像において、X方向に並ぶ各画素列について、各画素の輝度値をY方向に足し合わせた値から構成される輝度ヒストグラム（つまり、X方向の輝度ヒストグラム）から、硬貨の中心X座標、及び、硬貨の径の大きさを取得することが可能である。輝度ヒストグラムを利用することによって、硬貨の中心X座標、及び、硬貨の径の大きさを、短時間で取得することが可能である。また、X方向の輝度ヒストグラムを利用することによって、前述したY方向に延びる搬送ベルトの影響を受けずに、硬貨の外周縁上のエッジ点の座標を、比較的、正確に

取得することが可能になる。その結果、硬貨の中心X座標、及び、硬貨の径の大きさをそれぞれ、精度良く取得することができる。

[0014] また、エッジ点情報取得部は、撮像部が撮像した画像に基づいて、硬貨のエッジ点（つまり、外周縁上の点）のX座標及びY座標を取得する。エッジ点情報取得部は、例えば、Y方向の輝度ヒストグラムから、エッジ点のX座標及びY座標を取得する。ここで、Y方向の輝度ヒストグラムは、硬貨全体の画像において、Y方向に並ぶ各画素列について、各画素の輝度値をX方向に足し合わせた値から構成される。

[0015] 演算部は、エッジ点情報取得部が取得したエッジ点のX座標及びY座標と、前述した硬貨の中心X座標及び硬貨の径の大きさと、に基づいて、硬貨の、Y方向についての中心Y座標を演算する。このときに、演算部は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用いて演算を行う。幾何学的な関係式は、例えば三平方の定理であり、そのまま用いたのでは演算式に平方根が含まれる。しかしながら、前記の構成では、演算部は、平方根を含まない近似式を用いる。このことによって、演算部の演算処理の負荷が軽減し、演算に要する時間が短くなる。よって、この硬貨識別装置は、中心位置の演算に要する時間を短くするという要求を満足することができる。

[0016] 前記エッジ点情報取得部は、少なくとも3つの前記エッジ点の座標を取得し、前記の硬貨識別装置は、前記少なくとも3つのエッジ点の中から、1つ又は2つのエッジ点を選択するよう構成されたエッジ点選択部をさらに備え、前記演算部は、前記エッジ点選択部が選択した前記1つ又は2つのエッジ点に基づいて、前記中心Y座標を演算し、前記エッジ点選択部は、前記エッジ点について、前記中心X座標取得部が取得した前記中心X座標、及び、前記径情報取得部が取得した前記径の大きさに基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を、前記近似式を用いて判断すると共に、その信頼度に基づいてエッジ点を選択する、としてもよい。

[0017] エッジ点情報取得部は、撮像部が撮像した画像に基づいて、エッジ点のX

座標及びY座標を取得するが、このエッジ点のY座標が正確でないと、近似式を用いて演算する硬貨の中心Y座標も正確でなくなる。

[0018] 前述したように、エッジ点情報取得部が、Y方向の輝度ヒストグラムに基づいて、エッジ点のX座標及びY座標を取得する場合、そのY方向の輝度ヒストグラムは、前述した搬送ベルトを避けた狭い区間で、画素列毎に、各画素の輝度値を足し合わせなければならない。このため、Y方向の輝度ヒストグラムから取得されるエッジ点のY座標には、誤差が含まれやすい。

[0019] そこで、硬貨の中心Y座標の正確性が高まるように、複数のエッジ点の情報を取得しかつ、その複数のエッジ点の中から信頼できるエッジ点を選択した上で、硬貨の中心Y座標を演算するようにしてもよい。

[0020] 具体的には、エッジ点情報取得部は、少なくとも3つのエッジ点の座標を取得する。これらのエッジ点は、硬貨の中心Y座標を演算する際に利用するエッジ点の候補である。

[0021] エッジ点選択部は、複数のエッジ点のそれぞれについて、円周上の点であるかの信頼度を判定し、その信頼度に基づいて、1つ又は2つのエッジ点を選択する。演算部は、信頼度に基づいて選択されたエッジ点から、近似式を用いて硬貨の中心Y座標を演算するため、硬貨の中心Y座標の正確性が高まる。

[0022] また、エッジ点選択部は、エッジ点が円周上の点であるかの信頼度を判定するに際し、近似式を利用する。このため、判定に要する時間を短縮することが可能になる。複数のエッジ点から、信頼度に基づいてエッジ点を選択した上で、硬貨の中心Y座標を演算するまでの時間が短くなる。

[0023] 前記エッジ点選択部は、前記エッジ点情報取得部が取得した前記エッジ点の中から、任意に選択した2つのエッジ点について、前記エッジ点情報取得部が取得したY座標に基づく、2つのエッジ点間のY方向の距離と、前記エッジ点情報取得部が取得したX座標に基づき、前記近似式を用いて算出した2つのエッジ点間のY方向の距離とを比較することによって、前記信頼度を判断する、としてもよい。

- [0024] エッジ点情報取得部が、例えばY方向の輝度ヒストグラムに基づいて、エッジ点のX座標及びY座標を取得する場合、Y座標には誤差が含まれやすい一方で、X座標には誤差が含まれない。そこで、エッジ点情報取得部が取得したY座標に基づく、2つのエッジ点間のY方向の距離と、エッジ点情報取得部が取得したX座標に基づき、近似式を用いて算出した2つのエッジ点間のY方向の距離とを比較することによって、2つのエッジ点のY座標の信頼度を評価することが可能になる。つまり、比較する2つのエッジ点間のY方向の距離の差が小さいときには、2つのエッジ点のY座標の値は、幾何学的な関係に基づく円周上の点に近いことを意味するため、信頼度が高いと判断することが可能になる。
- [0025] 前記エッジ点情報取得部は、X座標が一致すると共に、Y方向に搬送される前記硬貨の前側に相当するエッジ点と、後側に相当するエッジ点との2つのエッジ点のX座標及びY座標を少なくとも取得し、前記演算部は、前記エッジ点選択部が、X座標が一致する2つのエッジ点を選択したときには、前記近似式を用いて前記中心Y座標を演算する代わりに、選択した2つのエッジ点のY座標の中点を、前記中心Y座標にする、としてもよい。
- [0026] 信頼度に基づいて、2つのエッジ点を選択可能なときには、その2つのエッジ点のY座標に基づいて硬貨の中心Y座標を演算した方が、演算時間が短くなると共に、中心Y座標の正確性も高くなる。従って、X座標が一致する2つのエッジ点を抽出したときには、近似式を用いて前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算する代わりに、2つのエッジ点のY座標の中点を、硬貨の中心Y座標にする。このことで、演算時間を短縮すると共に、中心Y座標の正確性も高まる。ここで、X座標が一致する2つのエッジ点は、X方向の所定の区間について作成する、1つのY方向の輝度ヒストグラムに基づいて取得することが可能である。
- [0027] 前記エッジ点情報取得部は、前記硬貨の中心を原点と仮定したときに、X座標及びY座標それぞれの正負が共に異なるエッジ点のX座標及びY座標を少なくとも2つ取得し、前記演算部は、前記エッジ点選択部が、X座標及び

Y座標それぞれの正負が共に異なる2つの前記エッジ点を選択したときには、前記近似式を用いて前記中心Y座標を演算する代わりに、選択した2つの前記エッジ点に対する垂直2等分線と、前記中心X座標取得部が取得した前記中心X座標とから、中心座標を演算する、としてもよい。

[0028] X座標及びY座標それぞれの正負が共に異なる2つのエッジ点は、Y方向に搬送される硬貨の前側のエッジ点と、後側のエッジ点とに相当する。こうした2つのエッジ点を選択したときには、その2つのエッジ点に対する垂直2等分線と、硬貨の中心X座標とから、硬貨の中心Y座標を演算する。このことにより、少ない演算量で演算に要する時間を短くしつつ、硬貨の中心Y座標を精度良く演算することが可能になる。ここで、Y方向に搬送される硬貨の前側のエッジ点と後側のエッジ点との間のY方向の距離は、比較的長くなる。前述の通り、2つのエッジ点間のY方向の距離に基づいて信頼度を判定する際に、正確な判定が可能になる。

[0029] 前記近似式は、硬貨の中心に対する所定の角度範囲において設定されており、前記演算部は、前記所定の角度範囲に含まれるエッジ点に基づいて、前記中心Y座標を演算する、としてもよい。

[0030] つまり、所定の角度範囲は、多項式で近似した近似式によって、所定の精度を確保可能な角度範囲として設定すればよい。所定の角度範囲に含まれるエッジ点に基づき、近似式を用いて硬貨の中心Y座標を演算することにより、中心Y座標を、精度良く演算することが可能になる。

[0031] ここに開示する硬貨識別装置はまた、硬貨をY方向に搬送するよう構成された搬送部と、搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するよう構成された撮像部と、撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記Y方向に直交するX方向についての前記硬貨の中心X座標を取得するよう構成された中心X座標取得部と、撮像した前記画像において、前記硬貨の径の大きさを取得するよう構成された径情報取得部と、撮像した前記画像において、それぞれ前記硬貨の外周縁上の点である、少なくとも3つのエッジ点のX座標及びY座標を取得するよう構成されたエッジ点情報取得部と、前記少なくと

も3つのエッジ点の中から、1つ又は2つのエッジ点を選択するよう構成されたエッジ点選択部と、前記中心X座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算するよう構成された演算部と、を備える。

[0032] そして、前記エッジ点選択部は、前記1つ又は2つのエッジ点について、前記中心X座標取得部が取得した前記中心X座標、及び、前記径情報取得部が取得した前記径の大きさに基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を判断すると共に、その信頼度に基づいてエッジ点を選択する。

[0033] この構成によると、前述したように、エッジ点情報取得部が取得した複数のエッジ点の候補から、エッジ点選択部が、信頼度に基づいてエッジ点を選択した上で、演算部が、硬貨の中心Y座標を演算することにより、中心Y座標の正確性が高まり、ひいては、中心X座標取得部が取得した正確な中心X座標と共に、硬貨の中心位置を正確に決定することができる。

[0034] 前記エッジ点選択部は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用いて、前記信頼度を判断する、としてもよい。

[0035] 円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を、多項式で近似した近似式を用いて、複数のエッジ点の信頼度を判断することにより、演算時間の短縮が図られる。

[0036] ここに開示する硬貨中心位置検出方法は、Y方向に硬貨を搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記Y方向に直交するX方向についての、前記画像における前記硬貨の中心X座標を取得するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記硬貨の径の大きさを取得するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記硬貨の外周縁上の点であるエッジ点のX座標及びY座標を取得するステップと、前記中心X座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算するステップと、を備え、前記中心Y座標を演算するステップは、円の中心と円

周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用い、前記中心X座標と前記エッジ点のX座標との差、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算する。

[0037] これとは異なる硬貨中心位置検出方法は、Y方向に硬貨を搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記Y方向に直交するX方向についての前記硬貨の中心X座標を取得するステップと、撮像した前記画像において、前記硬貨の径の大きさを取得するステップと、撮像した前記画像において、それぞれが前記硬貨の外周縁上の点である、少なくとも3つのエッジ点のX座標及びY座標を取得するステップと、前記少なくとも3つのエッジ点の中から、1つ又は2つのエッジ点を選択するステップと、前記中心X座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算するステップと、を備え、前記エッジ点を選択するステップは、前記1つ又は2つのエッジ点について、前記中心X座標、及び、前記径の大きさに基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を判断すると共に、その信頼度に基づいてエッジ点を選択する。

発明の効果

[0038] 前記の硬貨識別装置及び硬貨中心位置検出方法によると、中心位置を検出する演算時間を短くすることができる。

図面の簡単な説明

[0039] [図1]図1は、硬貨識別装置における、硬貨の搬送部及び撮像部の構成を示す概念図である。

[図2]図2は、図1のII-II断面図を含む、硬貨識別装置の構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、硬貨の画像から作成される輝度ヒストグラムを説明する図である。

[図4]図4は、硬貨の中心座標の演算に用いる各点の幾何学的な関係を示す説

明図である。

[図5]図5は、2つのエッジ点から、硬貨の中心Y座標を演算する手法を説明する図である。

[図6]図6は、硬貨の中心座標の演算に係るフローチャートの一部である。

[図7]図7は、硬貨の中心座標の演算に係るフローチャートの一部である。

[図8]図8は、硬貨識別装置を有する硬貨処理装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0040] 以下、硬貨識別装置及び硬貨中心位置検出方法の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。ただし、以下の説明は、例示である。この硬貨識別装置は、各種の処理を行う硬貨処理装置に組み込まれて、硬貨の識別に利用される装置である。

[0041] 図8は、硬貨識別装置を有する硬貨処理装置100の構成を例示している。硬貨処理装置100は、投入されたバラ硬貨の識別を行った後に、例えば金種毎に収納するように構成されている。図示を省略する入金口から投入されたバラ硬貨は、2つの円盤を有する繰り出し機構27によって一枚ずつ搬送部2に繰り出される。搬送部2は、図8における紙面左から右方向に硬貨を搬送する搬送ベルト23と、紙面下から上方向に硬貨を搬送する第2の搬送ベルト26とを有している。

[0042] 搬送ベルト23を含んで構成される搬送路21には、硬貨の性状を検出するために、磁気センサ29とイメージセンサ（つまり、撮像部3）とが配設されている。

[0043] 第2の搬送ベルト26を含んで構成される第2搬送路28には、搬送方向に順に、汚損硬貨及びその他硬貨を排除するための排除孔25a、新硬貨創設時や多量の金種のために利用され得る任意金種選別孔25b、及び、金種毎の孔25c～25hが設けられている。第2の搬送ベルト26によって第2搬送路28に沿って搬送される硬貨は、硬貨識別装置1の識別結果に基づいて、いずれかの孔25a～25hから下方に落下する。孔25b～25hから落下した硬貨はそれぞれ、図示省略の、異なる収納庫に収納される。

[0044] ここで、硬貨識別装置 1 による硬貨の識別は、撮像部 3 によって撮像した硬貨全体の画像を用いて、パターンマッチングによって行われる（但し、硬貨の識別は、パターンマッチングの他にも、磁気センサ 29 による検出結果に基づく硬貨の材質等も考慮して行われる）。パターンマッチングには、硬貨の中心位置を中心とする 2 つの同心円に囲まれたリング状に、硬貨の画像を切り出すと共に（但し、切り出した画像には硬貨の外周縁部が含まれる）、リング状に切り出した画像を極座標変換した画像を用いる。以下においては、硬貨識別装置 1 において、硬貨の画像を切り出すと共に、極座標変換する際の、硬貨の中心位置（つまり、仮の中心位置）を検出する方法について詳細に説明する。

[0045] 図 1 及び図 2 は、硬貨識別装置 1 の構成を示している。硬貨識別装置 1 は、硬貨 10 を Y 方向に搬送する搬送部 2 と、搬送している硬貨 10 の全体の画像を撮像する撮像部 3 と、搬送部 2 及び撮像部 3 の制御と共に、硬貨 10 の識別に関する各種の制御（硬貨 10 の中心位置を決定するための各種演算等を含む）を行う制御部 4 と、を備えて構成されている。

[0046] 搬送部 2 は、Y 方向（つまり、図 1 の紙面上下方向、図 2 の紙面左右方向に相当）に延びかつ、硬貨 10 が搬送される搬送路 21 を有している。搬送路 21 は、Y 方向に直交する X 方向の片側（つまり、図 1 の紙面左側）にガイド 22 を有している。硬貨 10 は、搬送路 21 上を、X 方向の一侧に寄せてガイド 22 に当接した状態で搬送される。

[0047] 搬送部 2 は、硬貨 10 を搬送するための搬送ベルト 23 を有している。搬送ベルト 23 は、搬送路 21 に沿って Y 方向に延びている。搬送ベルト 23 は、図示は省略するが、2 つのプーリ間に巻き掛けられた無端状のベルトである。搬送ベルト 23 は、ガイド 22 に当接するように X 方向の一侧に寄った状態で搬送される硬貨 10 の中心に対し、X 方向の他側（つまり、図 1 の紙面右側）にずれた位置で硬貨 10 に当接している。搬送ベルト 23 が搬送路 21 に沿って走行することに伴い、搬送ベルト 23 と共に、硬貨 10 が搬送路 21 に沿って Y 方向に搬送される。尚、図示は省略するが、搬送ベルト

23に対し、所定間隔を空けてピンや爪と設けておき、搬送ベルト23の走行に伴い、これらのピンや爪が、硬貨10の後端部を押すようにして、硬貨10を搬送路21に沿ってY方向に搬送するように構成してもよい。

[0048] 尚、図例では、理解容易のために、1枚の硬貨10のみを搬送しているように描いているが、複数枚の硬貨10が、その前端縁と後端縁とを実質的に接触させた状態で、Y方向に並んで、搬送路21上を搬送される場合もある。

[0049] 撮像部3は、搬送路21の下側に配設されている。搬送路21の一部は、透光性の材料からなる窓部24によって構成されている。撮像部3は、この窓部24の真下に配設されている。

[0050] 撮像部3は、イメージセンサ31を有している。イメージセンサ31は、X方向に延びるラインセンサ、又は、X方向及びY方向のそれぞれに広がるエリアセンサによって構成されている。撮像部3はまた、窓部24を通過する硬貨10の下面を照射する照明部32を有している。照明部32は、硬貨10に対して、外周囲の全体から光を照射するように、環状に構成されている。照明部32はまた、図2に矢印で示すように、硬貨10に対し、小さい角度と、大きい角度との2つの角度から光を照射するように、2種類の光源を有している。これにより、硬貨10の表面又は裏面に設けられた模様を、明りょうに撮像することが可能になる。2種類の光源はそれぞれ、例えばLEDによって構成される。

[0051] 照明部32は、窓部24を通過する硬貨の搬送に同期して発光する。イメージセンサ31は、硬貨10からの反射光を撮像する。イメージセンサ31は硬貨10の搬送に同期して撮像を行うことにより、硬貨10の全体の画像を取得する。イメージセンサ31が撮像する画像の画素数は、例えばX方向に256画素、Y方向に240画素である。

[0052] 制御部4は、硬貨10の中心位置の検出に関連する機能ブロックとして、撮像部3が撮像した画像を取得する画像取得部41と、画像取得部41が取得した画像から、硬貨の仮中心を決定する仮中心決定部42と、決定した仮

中心に基づいて画像を処理する画像処理部43と、画像処理部43において処理をした画像や、その他の判断基準に従って、硬貨の識別処理を行う識別処理部44を有している。制御部4は、例えば周知のマイクロコンピュータを基に構成されている。詳細は後述するが、仮中心決定部42は、以下の機能ブロックを有している。つまり、硬貨10の画像から、硬貨のX方向についての中心座標を取得する中心X座標取得部421、硬貨10の画像から、硬貨10の径の大きさを取得する径情報取得部422、硬貨10の画像から、予め設定した2箇所のX座標位置のそれぞれにおいて、Y方向に搬送される硬貨10の前側に相当する外周縁上のエッジ点と、後側に相当する外周縁上のエッジ点との2つのエッジ点のX座標及びY座標を取得するエッジ点情報取得部423、取得したエッジ点の中から、信頼できる1つ又は2つのエッジ点を選択するエッジ点選択部424、及び、選択したエッジ点に基づいて硬貨10の仮中心の座標を演算する演算部425、である。

[0053] 制御部4にはまた、各種の情報を記憶する記憶部5が接続されている。制御部4は、記憶部5に記憶されている情報を利用しながら演算等を行ったり、演算した結果等を、記憶部5に記憶させたりする。

[0054] 画像取得部41は、イメージセンサ31が撮像した画像について、1画素毎に、その明るさを256階調の輝度値に分解することによって、例えば 256×256 のデジタル化した画像に変換する。以下の説明において、硬貨の「画像」と言うときは、このデジタル化した画像を意味する。

[0055] 以下、仮中心決定部42が行う、硬貨10の仮中心の決定手順について、図を参照しながら説明をする。図3は、硬貨10の画像imを例示している。前述の通り、硬貨10の画像imは例えば、X方向に256画素、Y方向に256画素からなる。

[0056] 仮中心決定部42は、硬貨10の画像imに基づいて、X方向（つまり、水平方向）の輝度ヒストグラムHhist、及び、Y方向（つまり、垂直方向）の輝度ヒストグラムVhistを作成する。X方向の輝度ヒストグラムHhistは、垂直方向に延びる画素列毎に、各画素の輝度値を総和した輝度度数を、水

平方向に順に並べたものである。ここで、輝度度数は、予め設定した区間 $H_T \sim H_B$ 内に含まれる画素の輝度値を総和したものである。区間 $H_T \sim H_B$ は、Y方向に並んだ状態で搬送される硬貨同士の接触部分が影響しないように、Y方向に搬送される硬貨10の、前端部分と後端部分を除外するように設定される。また、前端部分と後端部分を除外するように区間 $H_T \sim H_B$ を設定することにより、X方向の輝度ヒストグラムHhistは、図3において破線で示す搬送ベルト23が画像im内に写ることの影響を受けない。

[0057] Y方向の輝度ヒストグラムVhistは、水平方向に延びる画素列毎に、各画素の輝度値を総和した輝度度数を、垂直方向に順に並べたものである。ここで、従来の仮中心決定部は、Y方向の輝度ヒストグラムVhistとして、予め設定した区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ 内に含まれる画素の輝度値を総和した輝度ヒストグラムのみを作成していた。この区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ は、Y方向に並んだ状態で搬送される硬貨同士の接触部分が影響しないようにかつ、図3において破線で示す搬送ベルト23が画像im内に写ることの影響を受けないように設定される。さらに、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ は、硬貨10の摩耗等により発生する金属粉やゴミ等の影響を受け難い区間として設定される。つまり、硬貨10の搬送を繰り返している間に、硬貨10の摩耗等により発生する金属粉が搬送路21上に残り、その金属粉が画像im内に写ってしまう場合がある。前述の通り、硬貨10はガイド22の方に寄せて搬送されるため、搬送路21におけるX方向の一侧（図3においては、紙面左側に対応する）は、常時、硬貨10が移動することになり、発生した金属粉等は、硬貨10と共に移動をすることによって、搬送路21上に残り難い。一方、搬送路21におけるX方向の他側（図3においては、紙面右側に対応する）は、図1に示すように、搬送路21上を搬送される硬貨10のサイズ等によっては、硬貨10が搬送されない部分も存在する。このため、搬送路21におけるX方向の一侧と他側とを比較したときに、他側の方が、金属粉等が残りやすい。搬送路21におけるX方向の他側は、金属粉等が画像imに写って、その影響を受けやすいのに対し、一侧の方は、金属粉等の影響を受け難い。

[0058] 従来の仮中心決定部に対し、ここに開示する硬貨中心位置決定装置の仮中心決定部42は、Y方向の輝度ヒストグラムVhistとして、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ の輝度ヒストグラムだけでなく、搬送路21におけるX方向の他側に相当する区間 $V_{L2} \sim V_{R2}$ の輝度ヒストグラムも作成する。つまり、この仮中心決定部42は、2つのY方向の輝度ヒストグラムVhistを作成する。区間 $V_{L2} \sim V_{R2}$ もまた、Y方向に並んだ状態で搬送される硬貨同士の接触部分が影響しないようにかつ、図3において破線で示す搬送ベルト23が画像im内に写ることの影響を受けないように設定される区間である。

[0059] 中心X座標取得部421は、X方向の輝度ヒストグラムHhistに基づいて、硬貨10のX方向についての中心座標を取得する。具体的に、中心X座標取得部421は、X方向の輝度ヒストグラムHhistに基づいて、硬貨10の外周縁上の点、つまり、エッジ点を決定する。エッジ点の決定は、例えば図3に示すように、予め設定したしきい値THと、輝度ヒストグラムの輝度度数とを比較し、輝度度数がしきい値よりも小さくなるX座標値よりも、1つ中央側のX座標値を、エッジ点XL、XRとしてもよい。こうして、2つのエッジ点XL、XRを決定すれば、画像imにおける、硬貨10の中心X座標Xcを、 $Xc = (XL + XR) / 2$ として決定する。

[0060] 径情報取得部422も、X方向の輝度ヒストグラムHhistに基づいて、硬貨10のX方向についての中心座標を取得する。具体的に、径情報取得部422は、X方向の輝度ヒストグラムHhistに基づいて決定されたエッジ点XL、XRの差分（ $|XR - XL|$ ）を、硬貨10の径の大きさ2rとする（つまり、 $2r = |XR - XL|$ ）。

[0061] ここで、X方向の輝度ヒストグラムHhistは、前述したように、Y方向に並んだ状態で搬送される硬貨同士の接触部分が影響しないようにかつ、搬送ベルト23が画像im内に写ることの影響を受けないようにしつつも、比較的広い区間 $H_T \sim H_B$ を設定して作成することが可能であると共に、その区間 $H_T \sim H_B$ は、Y方向に搬送される硬貨10においてX方向の最大幅の部分を含んで設定することが可能である。そのため、X方向の輝度ヒストグラムHh

istに基づいて、硬貨10の中心X座標 x_c 、及び、硬貨10の径の大きさ $2r$ を、精度良く取得することが可能である。

[0062] 従来の仮中心決定部は、前述したように、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} として、予め設定した区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ 内に含まれる画素の輝度値を総和した輝度ヒストグラムのみを作成していた。そして、硬貨10のY方向についての中心座標 Y_c は、そのY方向の輝度ヒストグラム V_{hist} に基づいて決定されたエッジ点 Y_{T1} 、 Y_{B1} から決定されていた（つまり、 $Y_c = (Y_{T1} + Y_{B1}) / 2$ ）。しかしながら、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} は、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ の設定に際し制約が多く、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ が比較的狭くなってしまう。このため、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} に基づいて決定されるエッジ点 Y_{T1} 、 Y_{B1} の誤差が大きくなり易い。

[0063] また、本願発明者等の検討によれば、硬貨10の状態、例えば硬貨10の汚れ等が少ない新貨では、照明部32によって照射した光が、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ 内の、硬貨10の搬送方向の前側に相当する外周縁の付近において強く反射される結果、撮像部3が撮像した画像において、硬貨10の外周縁の撮像状態が不明瞭になってしまう場合もあった。この場合、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ において作成したY方向の輝度ヒストグラム V_{hist} に基づいて、しきい値 TH によってエッジ点 Y_{T1} 、 Y_{B1} を正確に決定することは困難になる。

[0064] 結果として、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ において作成したY方向の輝度ヒストグラム V_{hist} のみに基づいて、硬貨10の中心Y座標を決定しようとする、正確性が低下する場合がある。

[0065] そこで、ここを開示する硬貨識別装置1では、1つのY方向の輝度ヒストグラム V_{hist} のみに基づいて、硬貨10の中心Y座標を演算するのではなく、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} から得られる複数のエッジ点の候補から、信頼度の高いエッジ点を選択した上で、選択したエッジ点に基づいて、硬貨10の中心Y座標を演算する。

[0066] エッジ点情報取得部423は、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ のY方向の輝度ヒストグラムに基づいて、エッジ点 Y_{T1} 、 Y_{B1} を決定する。エッジ点 Y_{T1} 、 Y_{B1} の決定は、

予め設定したしきい値 TH と、輝度ヒストグラムの輝度度数との比較によって行う。こうして、エッジ点 YT_1 、 YB_1 を決定すれば、図4に示すように、エッジ点の候補として、エッジ点 A (A_x , A_y) 及びエッジ点 B (B_x , B_y) が決定される。エッジ点 A の X 座標 A_x は、図3及び図4からわかるように、区間を定める V_{R1} により定まり、 Y 座標 A_y は、 Y 方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YT_1 により定まる。同様に、エッジ点 B の X 座標 B_x は、区間を定める V_{R1} により定まり、 Y 座標 B_y は、 Y 方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YB_1 により定まる。エッジ点 A (A_x , A_y) 及びエッジ点 B (B_x , B_y) は、言い換えると、 X 座標が一致すると共に、 Y 方向に搬送される硬貨10の前側に相当するエッジ点、及び、後側に相当するエッジ点であり、この2つのエッジ点 A 及び B は共に、1つの Y 方向の輝度ヒストグラムに基づいて取得することができる。

[0067] 同様にして、エッジ点情報取得部423は、区間 $V_{L2} \sim V_{R2}$ の Y 方向の輝度ヒストグラムに基づいて、エッジ点 YT_2 、 YB_2 を決定する。エッジ点 YT_1 、 YB_1 を決定すれば、図4に示すように、エッジ点の候補として、エッジ点 C (C_x , C_y) 及びエッジ点 D (D_x , D_y) が決定される。エッジ点 C の X 座標 C_x は、図3及び図4からわかるように、区間を定める V_{L2} により定まり、 Y 座標 C_y は、 Y 方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YT_2 により定まる。同様に、エッジ点 D の X 座標 D_x は、区間を定める V_{L2} により定まり、 Y 座標 D_y は、 Y 方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YB_2 により定まる。エッジ点 C (C_x , C_y) 及びエッジ点 D (D_x , D_y) は、言い換えると、 X 座標が一致すると共に、 Y 方向に搬送される硬貨10の前側に相当するエッジ点、及び、後側に相当するエッジ点であり、この2つのエッジ点 C 及び D は共に、1つの Y 方向の輝度ヒストグラムに基づいて取得することができる。

[0068] 以上のように、エッジ点情報取得部423は、エッジ点の候補として、エッジ点 A 、 B 、 C 、及び D の4点の X 座標及び Y 座標を取得する。ここで、各エッジ点の X 座標の値は、イメージセンサ31の構成から定まる値であるため、正確である。一方、各エッジ点の Y 座標の値は、 Y 方向の輝度ヒスト

グラムに基づいて決定される YT_1 、 YB_1 、 YT_2 、及び YB_2 であるため、誤差を含む可能性がある。

[0069] エッジ点選択部424は、エッジ点情報取得部423が取得した4つのエッジ点の信頼度を評価し、その中から、2つ、又は、1つのエッジ点を選択する。4つのエッジ点は全て円周上に位置すべき点であることから、エッジ点選択部424は、信頼度の評価として、中心X座標取得部421が取得した中心X座標と、径情報取得部422が取得をした硬貨10の径の大きさ $2r$ とに基づき、各エッジ点のX座標及びY座標が、円の中心と円周上の点の間で成り立つ幾何学的な関係を満足するか、を評価する。

[0070] 図4は、4つのエッジ点（A、B、C、D）と、硬貨10の中心との幾何学的な関係を示している。円の中心と円周上の点の間で成り立つ幾何学的な関係式は、

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \quad \cdots (1)$$

で表される。 $\sin \theta = L/r$ 、 $\cos \theta = Lx/r$ であるから、式（1）は、

$$L^2 + Lx^2 = r^2 \quad \cdots (2)$$

となる。前述したように、 r は、径情報取得部422により、X方向の輝度ヒストグラムHhistから得られ、 Lx は、中心X座標取得部421により、X方向の輝度ヒストグラムHhistから得られる中心X座標 Xc と、エッジ点のX座標（例えば Ax ）とから得られる（つまり、 $Lx = |Xc - Ax|$ ）。

[0071] 式（2）から、 L は、

$$L = \sqrt{r^2 - Lx^2}$$

によって演算することが可能である。しかしながら、平方根を含む演算は、制御部4における演算処理の負荷を高くしかつ、演算時間が長くなる。ここでは、硬貨識別装置1において、硬貨の識別の際に必要な仮の中心位置を決定しており、仮の中心位置を迅速に決定することが求められる。そこで、ここに表示する硬貨識別装置1では、演算時間を短縮するために、平方根を含まない近似式を用いる。

[0072] 近似式は、式（1）の関係式を多項式によって近似しており、具体的には

、

$$y = -0.08x^2 + 0.156x + 0.988 \quad \dots (3)$$

但し $y = \sin \theta = L/r$ 、 $x = \cos \theta = Lx/r$ である。式 (3) の近似式は、中心角 θ が、 $30^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ のときに利用可能である（つまり、近似精度が高い）。中心角が 30° 未満のときには、式 (3) で示される近似式の精度が低下してしまう。また、中心角 θ が、 $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ の範囲で利用可能な近似式を用いることも可能であるが、その場合は、近似式の精度が低下してしまう。式 (3) に示す近似式を利用することができるように、エッジ点情報取得部 423 が取得するエッジ点 A、B、C、及び D は、中心角 θ が、 $30^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ の範囲に含まれていることが望ましく、そのために、Y 方向の輝度ヒストグラム Vhist を作成する際の区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ 、及び、区間 $V_{L2} \sim V_{R2}$ が、適宜設定される。

[0073] 式 (3) は、L、Lx、r を利用して、

$$L = (-0.08Lx^2 + 0.156rLx + 0.988r^2) / r \quad \dots (4)$$

で表すことができる。同様に、式 (3) は、M、Mx、r を利用して、

$$M = (-0.08Mx^2 + 0.156rMx + 0.988r^2) / r \quad \dots (5)$$

で表すことができる。尚、図 4 より、Mx は、 $Mx = |Xc - Cx|$ である。式 (4) 及び式 (5) には共に、平方根が含まれないため、L、又は、M を演算する際の負荷が軽く、演算時間を短くすることができる。図 4 に示すように、L は、エッジ点 A と円の中心との Y 方向の距離（又は、エッジ点 B と円の中心との Y 方向の距離）に相当し、M は、エッジ点 C と円の中心との Y 方向の距離（又は、エッジ点 D と円の中心との Y 方向の距離）に相当する。L 及び M は共に、Y 方向の輝度ヒストグラム Vhist に基づく値を利用することなく、演算することができる。そこで、エッジ点選択部 424 は、式 (4) 及び式 (5) を用いて演算した L 及び M 等と、Y 方向の輝度ヒストグラム Vhist に基づき決定される各エッジ点 A、B、C、D の Y 座標の値とを比較することにより、各エッジ点の信頼度を評価する。

[0074] 図 6 及び図 7 は、エッジ点選択部 424 及び演算部 425 が実行する、エ

ッジ点の選択から、硬貨10の中心Y座標の演算までの手順を示すフローチャートである。まず、ステップS1では、エッジ点C及びエッジ点Dの中心角 θ が、 30° 未満であるか否かを判定する。 30° 未満のときには、前述した近似式に基づく式(5)を利用することができない。そのため、ステップS1の判定がYESのときには、エッジ点A及びエッジ点Bの信頼度が高いとして、ステップS7に進み、エッジ点A及びエッジ点Bを選択する。ステップS7ではまた、エッジ点A及びエッジ点BのY座標に基づいて、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算する。具体的に、中心Y座標 Y_c は、図5に示すように、エッジ点A及びエッジ点BのY方向の中点 $TmpAB = (A_y + B_y) / 2$ とされる。ここで、 A_y は、Y方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YT_1 により定まり、 B_y は、Y方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YB_1 によって定まる。ステップS7では、硬貨10の中心Y座標を、区間 $V_{L1} \sim V_{R1}$ におけるY方向の輝度ヒストグラム V_{hist} に基づいて設定することになる。フローはその後、終了する。

[0075] ステップS1の判定がNOのときには、続くステップS2において、エッジ点A及びエッジ点Bの中心角 θ が、 30° 未満であるか否かを判定する。 30° 未満のときには、前述した近似式に基づく式(4)を利用することができない。そのため、ステップS2の判定がYESのときには、エッジ点C及びエッジ点Dの信頼度が高いとして、ステップS8に進み、エッジ点C及びエッジ点Dを選択する。ステップS8ではまた、エッジ点C及びエッジ点DのY方向の中点 $TmpCD = (C_y + D_y) / 2$ を、硬貨10の中心Y座標とする。 C_y は、Y方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YT_2 により定まり、 D_y は、Y方向の輝度ヒストグラムから決定したエッジ点 YB_2 によって定まることから、ステップS8では、硬貨10の中心Y座標を、区間 $V_{L2} \sim V_{R2}$ におけるY方向の輝度ヒストグラム V_{hist} に基づいて設定することになる。

[0076] ステップS2の判定がNOのときには、続くステップS3において、 $DiffA$ が、所定の画素数 $P1$ 以下であるか否かを判定する。 $DiffAB$ は、

$$DiffAB = | (| A_y - B_y |) - 2L | \quad \dots (6)$$

から求められる点Aと点BとのY方向の目標値との差である。ここで、 A_y は、エッジ点AのY座標であり、 B_y は、エッジ点BのY座標であり、 L は、式(4)から算出することができる。式(6)は、図4から明らかなように、エッジ点A及びエッジ点Bについて、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} から得られるY座標の差 $|A_y - B_y|$ (つまり、Y方向の距離)と、エッジ点A及びエッジ点BのX座標 A_x 及び B_x 、硬貨10の中心X座標 X_c 、並びに、硬貨10の径の大きさ $2r$ に基づき近似式を用いて得られる、エッジ点A及びエッジ点BのY方向の距離 $2L$ と、を比較する式である。 $Diff_{AB}$ がゼロに近いほど、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} から得られたY座標 A_y 及び B_y は、円周上の点である信頼性が高いことになる。所定の画素数 $P1$ は、例えば5画素としてもよい。ステップS3の判定がYESのときには、エッジ点A及びエッジ点Bの信頼度が高いとして、ステップS9に移行し、前述した $Tmp_{AB} (= (A_y + B_y) / 2)$ を、硬貨10の中心Y座標 Y_c とする(図5も参照)。

[0077] ステップS3の判定がNOのときには、続くステップS4で、 $Diff_{CD}$ が、所定の画素数 $P1$ 以下であるか否かを判定する。 $Diff_{CD}$ は、

$$Diff_{CD} = |(|C_y - D_y|) - 2M| \quad \dots (7)$$

から求められる。ここで、 C_y は、エッジ点CのY座標であり、 D_y は、エッジ点DのY座標であり、 M は、式(5)から算出することができる。式(7)は、図4から明らかなように、エッジ点C及びエッジ点Dについて、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} から得られるY座標の差 $|C_y - D_y|$ (つまり、Y方向の距離)と、エッジ点C及びエッジ点DのX座標 C_x 及び D_x 、硬貨10の中心X座標 X_c 、並びに、硬貨10の径の大きさ $2r$ に基づき近似式を用いて得られる、エッジ点C及びエッジ点DのY方向の距離 $2M$ と、を比較する式である。 $Diff_{CD}$ がゼロに近いほど、Y方向の輝度ヒストグラム V_{hist} から得られたY座標 C_y 及び D_y は、円周上の点である信頼性が高いことになるため、ステップS3の判定がYESのときには、エッジ点C及びエッジ点Dの信頼度が高いとして、ステップS10に移行する。ステップS10では、前述した $Tmp_{CD} (= (C_y + D_y) / 2)$ を、硬貨10の中心Y座標 Y_c とする。

[0078] ここで、ステップS 1～ステップS 4では、エッジ点A及びエッジ点Bを、エッジ点C及びエッジ点Dよりも優先的に選択するようにしている。これは、エッジ点A及びエッジ点Bは、搬送路2 1においてX方向の一側に相当する点であり、前述の通り、搬送ベルト2 3の影響や金属粉等の影響を、エッジ点C及びエッジ点Dよりも受け難いことによる。

[0079] ステップS 4の判定がNOのときには、続くステップS 5において、 $\text{DiffBC} \leq \text{DiffAD}$ でかつ、 DiffBC が所定の画素数 $P2$ （但し、 $P2 > P1$ ）以下であるか否かを判定する。つまり、硬貨10の中心を挟んで向かい合うように位置するエッジ点A及びエッジ点Dと、エッジ点Bとエッジ点Cとをそれぞれペアにし、どちらのペアが、円周上の点である信頼度が高いか否かを判定する。ペアになるエッジ点の関係は、硬貨10の中心を原点としたときに、X座標及びY座標の正負が共に異なる関係である。つまり、エッジ点Aは（ A_x （負）、 A_y （正））で、エッジ点Dは、（ D_x （正）、 D_y （負））である。また、エッジ点Bは、（ B_x （負）、 B_y （負））で、エッジ点Cは、（ C_x （正）、 C_y （正））である。所定の画素数 $P2$ は、例えば8画素としてもよい。硬貨10の中心を挟んで向かい合うように位置する2つのエッジ点をペアとすることによって、例えばエッジ点A及びC、又は、エッジ点B及びDをペアとする場合よりも、2つのエッジ点のY方向の距離が比較的長くなる。これにより、距離の比較に基づいて信頼度を判断する際に、その正確性が高まることになる。

[0080] また、 DiffBC 及び DiffAD はそれぞれ、

$$\text{DiffBC} = | (| B_y - C_y |) - (L + M) | \quad \dots (8)$$

$$\text{DiffAD} = | (| A_y - D_y |) - (L + M) | \quad \dots (9)$$

から算出される（図4も参照）。

[0081] エッジ点B及びCのペアと、エッジ点A及びDのペアとを比較したときに、エッジ点B及びCのペアの方が、信頼度が高くかつ、それらエッジ点B及びエッジ点Cの円周上からのずれが比較的小さいときには、ステップS 5からステップS 11に移行して、 BiseBC を、硬貨10の中心Y座標にする。Bis

eBCは、エッジ点B及びエッジ点Cに対する垂直二等分線が、硬貨10の中心を通ることを利用して、エッジ点B (Bx、By) 及びエッジ点C (Cx、Cy) に対する垂直二等分線と、硬貨10の中心X座標Xcとから、硬貨10の中心Y座標Ycを算出する。具体的に、ステップS11においては、

$$\text{BiseBC} = \{-(Bx - Cx)(2Xc - (Bx + Cx)) + (By + Cy)(By - Cy)\} / 2(By - Cy) \dots (10)$$

で、硬貨10の中心Y座標が演算される。

[0082] 尚、円周上の2点から、円の中心を算出する計算式としては、種々の計算式を採用することが可能である。式(10)に示すような垂直二等分線を利用する計算式は、計算量が比較的少なく、演算に要する時間の短縮を図ることができる。

[0083] ステップS5の判定がNOのときには、続くステップS6で、 $\text{DiffAD} \leq \text{DiffBC}$ でかつ、 DiffAD が所定の画素数 $P2$ (但し、 $P2 > P1$) 以下であるか否かを判定する。ステップS5とは逆に、エッジ点B及びCのペアと、エッジ点A及びDのペアとを比較したときに、エッジ点A及びDのペアの方が、信頼度が高くかつ、それらエッジ点A及びエッジ点Dの円周上からのずれが比較的小さいときには、ステップS6からステップS12に移行して、 BiseAD を、硬貨10の中心Y座標にする。 BiseAD は、エッジ点A及びエッジ点Dに対する垂直二等分線が、硬貨10の中心を通ることを利用して、エッジ点A (Ax、Ay) 及びエッジ点D (Dx、Dy) に対する垂直二等分線と、硬貨10の中心X座標Xcとから、硬貨10の中心Y座標Ycを算出するものである。具体的に、ステップS12においては、

$$\text{BiseAD} = \{-(Ax - Dx)(2Xc - (Ax + Dx)) + (Ay + Dy)(Ay - Dy)\} / 2(Ay - Dy) \dots (11)$$

で、硬貨10の中心Y座標が演算される。

[0084] 尚、ステップS5及びステップS6は、入れ替えることも可能である。

[0085] ステップS6の判定がNOのときには、続くステップS13 (図7参照) において、 $\text{DiffBD} \leq \text{DiffAC}$ か否かを判定する。 DiffBD 、及び、 DiffAC はそれ

ぞれ、

$$\text{DiffBD} = | (| B_y - D_y |) - (L - M) | \quad \dots (12)$$

$$\text{DiffAC} = | (| A_y - C_y |) - (L - M) | \quad \dots (13)$$

により演算される。

[0086] ステップS 13の判定がYESのときには、ステップS 14に移行し、NOのときにはステップS 17に移行する。

[0087] ステップS 14では、 $\text{DiffAB} \leq \text{DiffCD}$ か否かを判定する。DiffABは、式(6)により、DiffCDは、式(7)により、演算される。ステップS 14の判定がYESのときには、ステップS 13及びS 14の判定結果から、エッジ点Bの信頼度が高いとして、ステップS 15に移行し、NOのときには、エッジ点Dの信頼度が高いとして、ステップS 16に移行する。

[0088] ステップS 15では、エッジ点BのY座標 B_y と、式(4)から得られるLとを利用して、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算する($Y_c = B_y - L$)。つまり、ステップS 15では、信頼度の高い1つのエッジ点を選択することになり、この1つのエッジ点に基づいて、硬貨10の中心Y座標を推定することになる。

[0089] 同様に、ステップS 16では、エッジ点Dの信頼度が高いとして、エッジ点DのY座標 D_y と、式(5)から得られるMとを利用して、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算する($Y_c = D_y - M$)。

[0090] ステップS 17では、 $\text{DiffAB} \leq \text{DiffCD}$ か否かを判定する。DiffABは、式(6)により、DiffCDは、式(7)により、演算される。ステップS 17の判定がYESのときには、ステップS 18に移行し、NOのときには、ステップS 19に移行する。

[0091] ステップS 18では、エッジ点Aの信頼度が高いとして、エッジ点AのY座標 A_y と、式(4)から得られるLとを利用して、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算する($Y_c = A_y + L$)。一方、ステップS 19では、エッジ点Cの信頼度が高いとして、エッジ点CのY座標 C_y と、式(5)から得られるMとを利用して、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算する($Y_c = C_y + M$)。

[0092] 尚、図6及び7に示すフローは、ステップの順番を適宜入れ替えることも可能である。但し、図6及び7に示すフローは、硬貨10を搬送する搬送部2の構成や、硬貨10の画像を撮像する撮像部3の構成を含む、硬貨識別装置1のハードウェア構成を考慮して、硬貨10の中心位置を、より信頼度の高いエッジ点から、正確にかつ、より早く決定することが可能となるように、ステップの順番が定められている。

[0093] 以上のように、この硬貨識別装置1は、硬貨10をY方向に搬送するよう構成された搬送部2と、搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するよう構成された撮像部3と、撮像部3が撮像した画像に基づいて、前記画像におけるY方向に直交するX方向についての、硬貨10の中心X座標 X_c を取得するよう構成された中心X座標取得部421と、撮像部3が撮像した画像において、硬貨10の径の大きさ $2r$ を取得するよう構成された径情報取得部422と、撮像部3が撮像した画像において、硬貨10の外周縁上の点であるエッジ点A、B、C、Dの、画像におけるX座標及びY座標を取得するよう構成されたエッジ点情報取得部423と、硬貨10のX方向についての中心X座標 X_c 、硬貨10の径の大きさ $2r$ 、及び、エッジ点のX座標及びY座標から、硬貨10のY方向についての中心Y座標 Y_c を演算するよう構成された演算部425と、を備える。

[0094] そして、演算部425は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式（式（3）、式（4）、式（5））を用い、中心X座標 X_c とエッジ点のX座標 A_x 、 B_x 、 C_x 、 D_x 、との差、径の大きさ $2r$ 、及び、エッジ点のY座標 A_y 、 B_y 、 C_y 、 D_y 、から、硬貨10のY方向についての中心Y座標 Y_c を演算する（図7のステップS15、S16、S18、S19）。

[0095] 演算部425は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用いて硬貨10の中心Y座標を演算するため、演算処理の負荷を軽減し、演算に要する時間が短くなる。よって、この硬貨識別装置1を、硬貨処理装置100に組み込んだ場合、硬貨処理装置100

0の処理に要する時間が、その分、短くなる。

- [0096] エッジ点情報取得部423は、少なくとも3つのエッジ点A、B、C、Dの座標を取得し、前記の硬貨識別装置1は、少なくとも3つのエッジ点A、B、C、Dの中から、1つ又は2つのエッジ点を選択するよう構成されたエッジ点選択部424をさらに備え、演算部425は、エッジ点選択部424が選択した1つ又は2つのエッジ点に基づいて、硬貨10のY方向についての中心Y座標 Y_c を演算し、エッジ点選択部424は、複数のエッジ点A、B、C、Dについて、中心X座標取得部421が取得した中心X座標 X_c 、及び、径情報取得部422が取得した径の大きさ $2r$ に基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を、近似式を用いて判断すると共に、その信頼度に基づいて前記エッジ点を選択する（図6のステップS3、S4、S5、S6、図7のステップS13、S14、S17）。
- [0097] 複数のエッジ点の情報を取得しかつ、その複数のエッジ点の中から信頼できるエッジ点を選択した上で、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算することにより、硬貨10の中心Y座標 Y_c の正確性が高まる。
- [0098] エッジ点選択部424は、エッジ点の信頼度を判断する際に、近似式を利用するため、判定に要する時間を短縮することが可能になり、複数のエッジ点から、信頼度に基づいてエッジ点を選択した上で、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算するまでの時間が短くなる。
- [0099] エッジ点選択部424は、エッジ点情報取得部423が取得したエッジ点の中から、任意に選択した2つのエッジ点について、エッジ点情報取得部423が取得したY座標に基づく、2つのエッジ点間のY方向の距離と、エッジ点情報取得部423が取得したX座標に基づき、近似式を用いて算出した2つのエッジ点間のY方向の距離とを比較する（DiffAB、DiffCD、DiffBC、DiffAD、DiffBD、DiffAC）ことによって、前記信頼度を判断する。
- [0100] Y方向の輝度ヒストグラムVhistに基づいて、エッジ点のX座標及びY座標を取得する場合、Y座標には誤差が含まれやすい一方で、X座標には誤差が含まれないため、エッジ点情報取得部423が取得したY座標に基づく、

2つのエッジ点間のY方向の距離と、エッジ点情報取得部423が取得したX座標に基づき、近似式を用いて算出した2つのエッジ点間のY方向の距離とを比較することによって、2つのエッジ点のY座標の信頼度を評価することが可能になる。

[0101] エッジ点情報取得部423は、X座標が一致すると共に、Y方向に搬送される硬貨の前側に相当するエッジ点A（又はエッジ点C）と、後側に相当するエッジ点B（又はエッジ点D）との2つのエッジ点のX座標及びY座標を少なくとも取得し、演算部425は、エッジ点選択部424が、X座標が一致する2つのエッジ点を選択したときには、近似式を用いて硬貨10のY方向についての中心座標を演算する代わりに、選択した2つのエッジ点のY座標の midpoint（TmpAB又はTmpCD）を、硬貨10のY方向についての中心Y座標 Y_c にする（図6のステップS7、S8、S9、S10）。

[0102] X座標が一致する2つのエッジ点の信頼度が高いとして、これら2つのエッジ点を抽出したときには、近似式を用いて硬貨10のY方向についての中心座標を演算する代わりに、2つのエッジ点のY座標の midpoint を、硬貨10の中心Y座標 Y_c にすることで、演算時間を短縮すると共に、中心Y座標 Y_c の正確性も高まる。

[0103] エッジ点情報取得部423は、硬貨10の中心を原点と仮定したときに、X座標及びY座標それぞれの正負が共に異なる2つのエッジ点のX座標及びY座標を少なくとも2つ取得し、演算部425は、エッジ点選択部424が、X座標及びY座標それぞれの正負が共に異なる2つのエッジ点を選択したときには、近似式を用いて硬貨10のY方向についての中心座標を演算する代わりに、選択した2つのエッジ点に対する垂直二等分線と、中心X座標取得部421が取得した硬貨10のX方向についての中心X座標 X_c とから、硬貨10のY方向についての中心Y座標 Y_c を演算する（図6のステップS11、S12）。

[0104] X座標及びY座標それぞれの正負が共に異なる2つのエッジ点は、Y方向に搬送される硬貨10の前側のエッジ点と、後側のエッジ点とでかつ、硬貨

10の中心を挟んだX方向の一側のエッジ点と、他側のエッジ点とであり、硬貨10の中心を挟んで向かい合うような2つのエッジ点である。こうした2つのエッジ点を選択したときには、その2つのエッジ点に対する垂直2等分線と、硬貨10の中心X座標 X_c とから、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算する（つまり、BiseBC、又は、BiseAD）。このことにより、少ない演算量で演算に要する時間を短くしつつ、硬貨10の中心Y座標 Y_c を精度良く演算することが可能になる。

[0105] 近似式は、硬貨10の中心に対する所定の角度範囲において設定されており、演算部425は、所定の角度範囲に含まれるエッジ点に基づいて（ステップS1及びステップS2）、硬貨10のY方向についての中心Y座標 Y_c を演算する。

[0106] 近似式を利用することが可能な所定の角度範囲に含まれるエッジ点に基づき、近似式を用いて硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算することにより、中心Y座標 Y_c を、精度良く演算することが可能になる。

[0107] ここに開示する硬貨識別装置1はまた、硬貨10をY方向に搬送するよう構成された搬送部2と、搬送している最中に、硬貨全体の画像を取得するよう構成された撮像部3と、撮像部3が取得した画像に基づいて、画像におけるY方向に直交するX方向についての、硬貨10の中心X座標 X_c を取得するよう構成された中心X座標取得部421と、撮像部3が取得した画像において、硬貨10の径の大きさ $2r$ を取得するよう構成された径情報取得部422と、撮像部3が取得した画像において、それぞれ硬貨10の外周縁上の点である、少なくとも3つのエッジ点A、B、C、Dの、画像におけるX座標及びY座標を取得するよう構成されたエッジ点情報取得部423と、少なくとも3つのエッジ点の中から、1つ又は2つのエッジ点を選択するよう構成されたエッジ点選択部424と、硬貨10のX方向についての中心X座標 X_c 、硬貨の径の大きさ $2r$ 、及び、エッジ点選択部424が選択したエッジ点のX座標及びY座標から、硬貨のY方向についての中心Y座標 Y_c を演算するよう構成された演算部425と、を備える。

- [0108] そして、エッジ点選択部424は、1つ又は2つのエッジ点について、中心X座標取得部421が取得した硬貨10のX方向についての中心X座標 X_c 、及び、径情報取得部422が取得した硬貨10の径の大きさ $2r$ に基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を判断すると共に、その信頼度に基づいてエッジ点を選択する。
- [0109] この構成によると、前述したように、エッジ点情報取得部423が取得した複数のエッジ点A、B、C、Dの候補から、エッジ点選択部424が、信頼度の高いエッジ点を選択した上で、硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算することにより、中心Y座標 Y_c の正確性が高まる。また、正しい中心座標に基づいて、硬貨10の識別を行うことにより、識別の正確性も向上する。その結果、硬貨処理装置100で、誤識別により硬貨10を受け付けないという事態を減らす（言い換えると、硬貨処理装置100において、硬貨10の受付率を高める）ことが可能になる。
- [0110] エッジ点選択部424は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用いて、信頼度を判断する、としてもよい。これにより、演算時間の短縮が図られる。
- [0111] ここに開示する硬貨中心位置検出方法は、Y方向に硬貨10を搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記Y方向に直交するX方向についての、前記画像における前記硬貨10の中心X座標 X_c を取得するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記硬貨10の径の大きさ $2r$ を取得するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記硬貨10の外周縁上の点であるエッジ点A、B、C、Dの、X座標及びY座標を取得するステップと、前記硬貨10のX方向についての中心X座標 X_c 、前記硬貨の径の大きさ $2r$ 、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨10のY方向についての中心Y座標 Y_c を演算するステップと、を備える。
- [0112] そして、前記硬貨10の中心Y座標 Y_c を演算するステップは、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式（

式（３）、式（４）、式（５））を用い、前記硬貨１０のＸ方向についての中心Ｘ座標 X_c と前記エッジ点のＸ座標 A_x 、 B_x 、 C_x 、 D_x 、との差、前記径の大きさ $2r$ 、及び、前記エッジ点のＹ座標 A_y 、 B_y 、 C_y 、 D_y 、から、前記硬貨１０のＹ方向についての中心Ｙ座標 Y_c を演算する。

[0113] これとは異なる硬貨中心位置検出方法は、Ｙ方向に硬貨１０を搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するステップと、撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記Ｙ方向に直交するＸ方向についての、前記硬貨１０の中心Ｘ座標 X_c を取得するステップと、撮像した前記画像において、前記硬貨１０の径の大きさ $2r$ を取得するステップと、撮像した前記画像において、それぞれ前記硬貨１０の外周縁上の点である、少なくとも３つのエッジ点 A 、 B 、 C 、 D の、前記画像におけるＸ座標及びＹ座標を取得するステップと、少なくとも３つの前記エッジ点の中から、１つ又は２つの前記エッジ点を選択するステップと、前記硬貨１０のＸ方向についての中心Ｘ座標 X_c 、前記硬貨１０の径の大きさ $2r$ 、及び、選択した前記エッジ点のＸ座標及びＹ座標から、前記硬貨１０のＹ方向についての中心Ｙ座標 Y_c を演算するステップと、を備える。

[0114] そして、前記エッジ点を選択するステップは、１つ又は２つの前記エッジ点について、前記硬貨１０のＸ方向についての中心Ｘ座標 X_c 、及び、前記硬貨１０の径の大きさ $2r$ に基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を判断すると共に、その信頼度に基づいて前記エッジ点を選択する。

[0115] 尚、前記の構成では、エッジ点情報取得部４２３は、４点のエッジ点のＸ座標及びＹ座標を取得しているが、エッジ点情報取得部４２３は、少なくとも３点のエッジ点のＸ座標及びＹ座標を取得すれば、エッジ点選択部４２４は、前述したフローと同様の手順で、信頼度の高いエッジ点を選択することが可能である。

符号の説明

- [0116] １ 硬貨中心決定装置
２ 搬送部

3 撮像部

4 2 1 中心X座標取得部

4 2 2 径情報取得部

4 2 3 エッジ点情報取得部

4 2 4 エッジ点選択部

4 2 5 演算部

請求の範囲

[請求項1]

硬貨をY方向に搬送するよう構成された搬送部と、
搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するよう構成された撮像部と、
前記撮像部が撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記Y方向に直交するX方向についての前記硬貨の中心X座標を取得するよう構成された中心X座標取得部と、
前記撮像部が撮像した前記画像において、前記硬貨の径の大きさを取得するよう構成された径情報取得部と、
前記撮像部が撮像した前記画像において、前記硬貨の外周縁上の点であるエッジ点のX座標及びY座標を取得するよう構成されたエッジ点情報取得部と、
前記中心X座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算するよう構成された演算部と、を備え、
前記演算部は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用い、前記中心X座標と前記エッジ点のX座標との差、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のY座標から、前記Y方向についての中心Y座標を演算する硬貨識別装置。

[請求項2]

前記エッジ点情報取得部は、少なくとも3つの前記エッジ点の座標を取得し、
前記少なくとも3つのエッジ点の中から、1つ又は2つのエッジ点を選択するよう構成されたエッジ点選択部をさらに備え、
前記演算部は、前記エッジ点選択部が選択した前記1つ又は2つのエッジ点に基づいて、前記中心Y座標を演算し、
前記エッジ点選択部は、前記エッジ点について、前記中心X座標取得部が取得した前記中心X座標、及び、前記径情報取得部が取得した前記径の大きさに基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を

、前記近似式を用いて判断すると共に、その信頼度に基づいてエッジ点を選択する請求項 1 に記載の硬貨識別装置。

[請求項3] 前記エッジ点選択部は、前記エッジ点情報取得部が取得した前記エッジ点の中から、任意に選択した 2 つのエッジ点について、前記エッジ点情報取得部が取得した Y 座標に基づく、2 つのエッジ点間の Y 方向の距離と、前記エッジ点情報取得部が取得した X 座標に基づき、前記近似式を用いて算出した 2 つのエッジ点間の Y 方向の距離とを比較することによって、前記信頼度を判断する請求項 2 に記載の硬貨識別装置。

[請求項4] 前記エッジ点情報取得部は、X 座標が一致すると共に、Y 方向に搬送される前記硬貨の前側に相当するエッジ点と、後側に相当するエッジ点との 2 つのエッジ点の X 座標及び Y 座標を少なくとも取得し、
前記演算部は、前記エッジ点選択部が、X 座標が一致する 2 つのエッジ点を選択したときには、前記近似式を用いて前記中心 Y 座標を演算する代わりに、選択した 2 つのエッジ点の Y 座標の中点を、前記中心 Y 座標にする請求項 2 又は 3 に記載の硬貨識別装置。

[請求項5] 前記エッジ点情報取得部は、前記硬貨の中心を原点と仮定したときに、X 座標及び Y 座標それぞれの正負が共に異なるエッジ点の X 座標及び Y 座標を少なくとも 2 つ取得し、
前記演算部は、前記エッジ点選択部が、X 座標及び Y 座標それぞれの正負が共に異なる 2 つの前記エッジ点を選択したときには、前記近似式を用いて前記中心 Y 座標を演算する代わりに、選択した 2 つの前記エッジ点に対する垂直 2 等分線と、前記中心 X 座標取得部が取得した前記中心 X 座標とから、中心座標を演算する請求項 2 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の硬貨識別装置。

[請求項6] 前記近似式は、硬貨の中心に対する所定の角度範囲において設定されており、

前記演算部は、前記所定の角度範囲に含まれるエッジ点に基づいて

、前記中心 Y 座標を演算する請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の硬貨識別装置。

[請求項7]

硬貨を Y 方向に搬送するよう構成された搬送部と、

搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するよう構成された撮像部と、

撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記 Y 方向に直交する X 方向についての前記硬貨の中心 X 座標を取得するよう構成された中心 X 座標取得部と、

撮像した前記画像において、前記硬貨の径の大きさを取得するよう構成された径情報取得部と、

撮像した前記画像において、それぞれ前記硬貨の外周縁上の点である、少なくとも 3 つのエッジ点の X 座標及び Y 座標を取得するよう構成されたエッジ点情報取得部と、

前記少なくとも 3 つのエッジ点の中から、1 つ又は 2 つのエッジ点を選択するよう構成されたエッジ点選択部と、

前記中心 X 座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点の X 座標及び Y 座標から、前記硬貨の Y 方向についての中心 Y 座標を演算するよう構成された演算部と、を備え、

前記エッジ点選択部は、前記 1 つ又は 2 つのエッジ点について、前記中心 X 座標取得部が取得した前記中心 X 座標、及び、前記径情報取得部が取得した前記径の大きさに基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を判断すると共に、その信頼度に基づいてエッジ点を選択する硬貨識別装置。

[請求項8]

前記エッジ点選択部は、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用いて、前記信頼度を判断する請求項 7 に記載の硬貨識別装置。

[請求項9]

Y 方向に硬貨を搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するステップと、

撮像した前記画像に基づいて、前記Y方向に直交するX方向についての、前記画像における前記硬貨の中心X座標を取得するステップと、

撮像した前記画像に基づいて、前記硬貨の径の大きさを取得するステップと、

撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記硬貨の外周縁上の点であるエッジ点のX座標及びY座標を取得するステップと、

前記中心X座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算するステップと、を備え、

前記中心Y座標を演算するステップは、円の中心と円周上の点との間で成り立つ幾何学的な関係式を多項式で近似した近似式を用い、前記中心X座標と前記エッジ点のX座標との差、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算する硬貨中心位置検出方法。

[請求項10]

Y方向に硬貨を搬送している最中に、硬貨全体の画像を撮像するステップと、

撮像した前記画像に基づいて、前記画像における前記Y方向に直交するX方向についての前記硬貨の中心X座標を取得するステップと、

撮像した前記画像において、前記硬貨の径の大きさを取得するステップと、

撮像した前記画像において、それぞれが前記硬貨の外周縁上の点である、少なくとも3つのエッジ点のX座標及びY座標を取得するステップと、

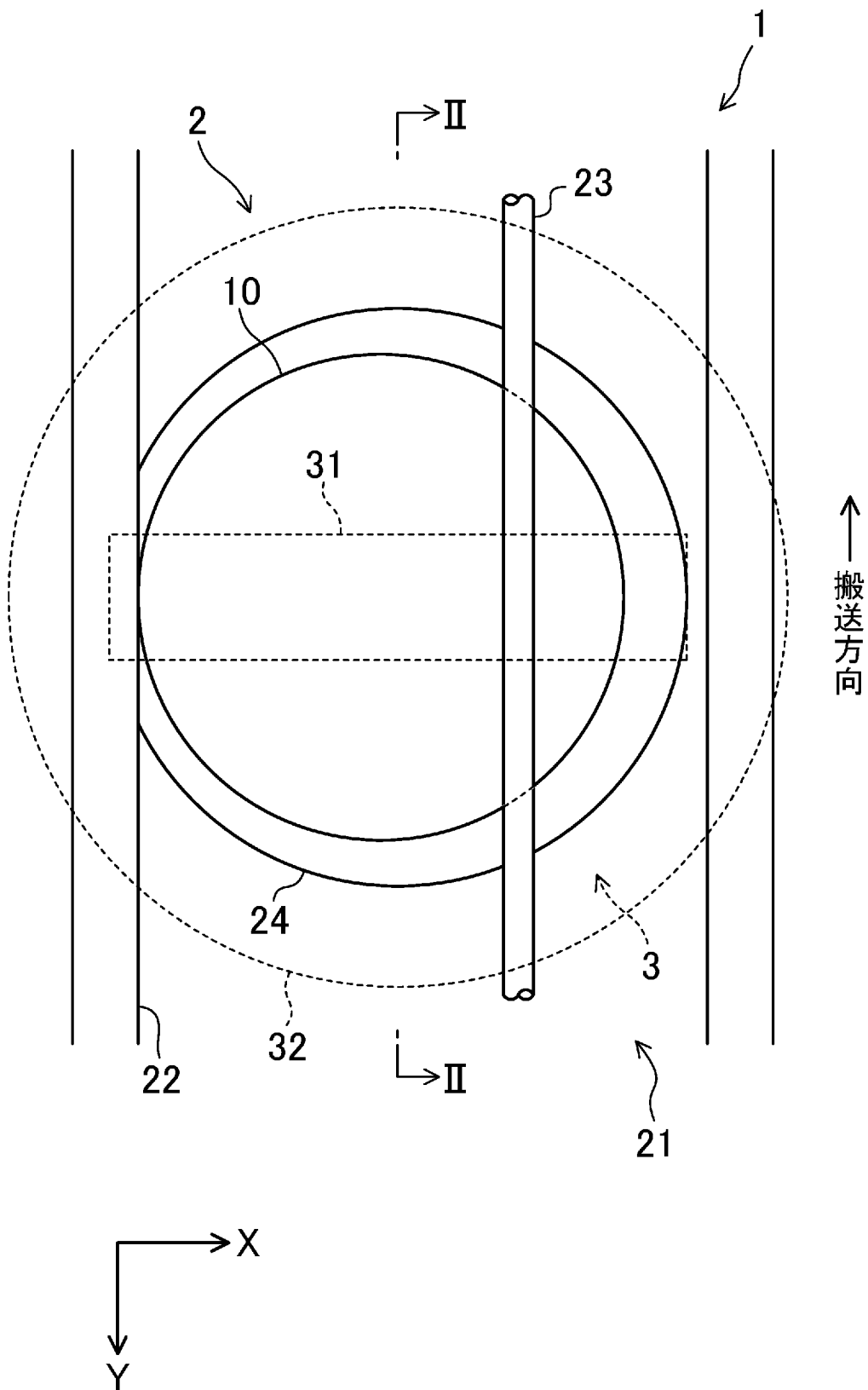
前記少なくとも3つのエッジ点の中から、1つ又は2つのエッジ点を選択するステップと、

前記中心X座標、前記径の大きさ、及び、前記エッジ点のX座標及びY座標から、前記硬貨のY方向についての中心Y座標を演算するス

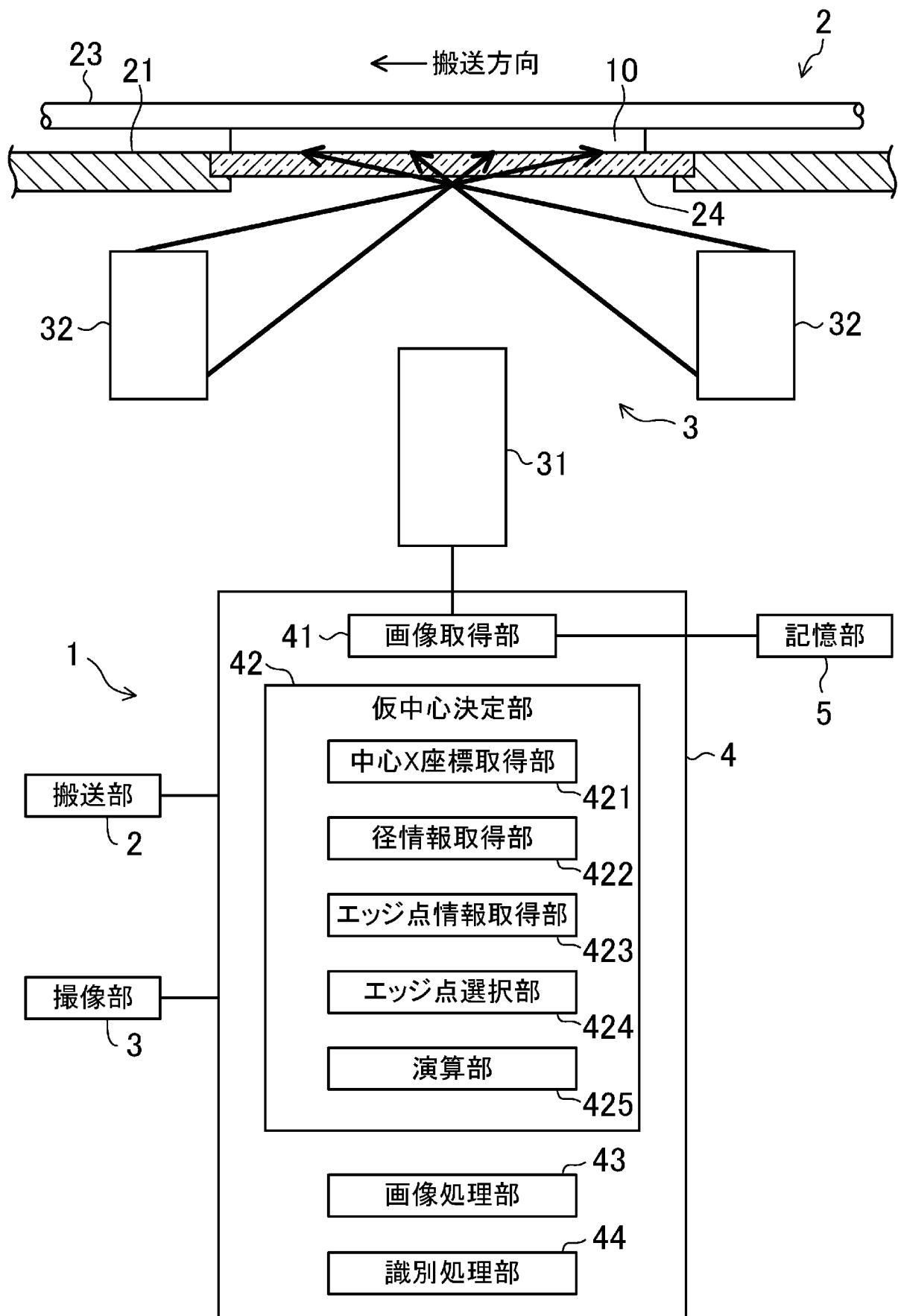
テップと、を備え、

前記エッジ点を選択するステップは、前記1つ又は2つのエッジ点について、前記中心X座標、及び、前記径の大きさに基づいて決定される円周上の点であるかの信頼度を判断すると共に、その信頼度に基づいてエッジ点を選択する硬貨中心位置検出方法。

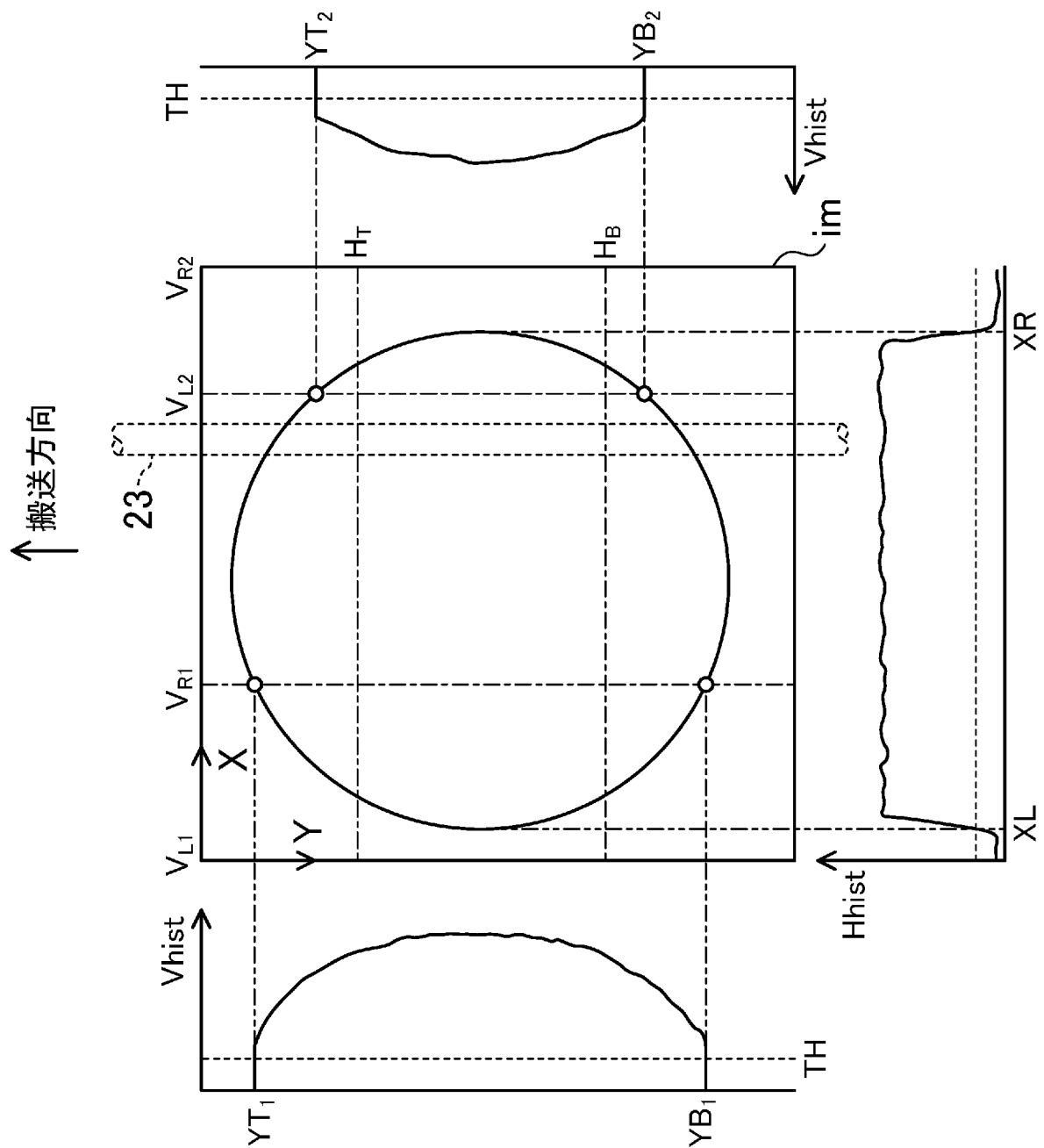
[図1]



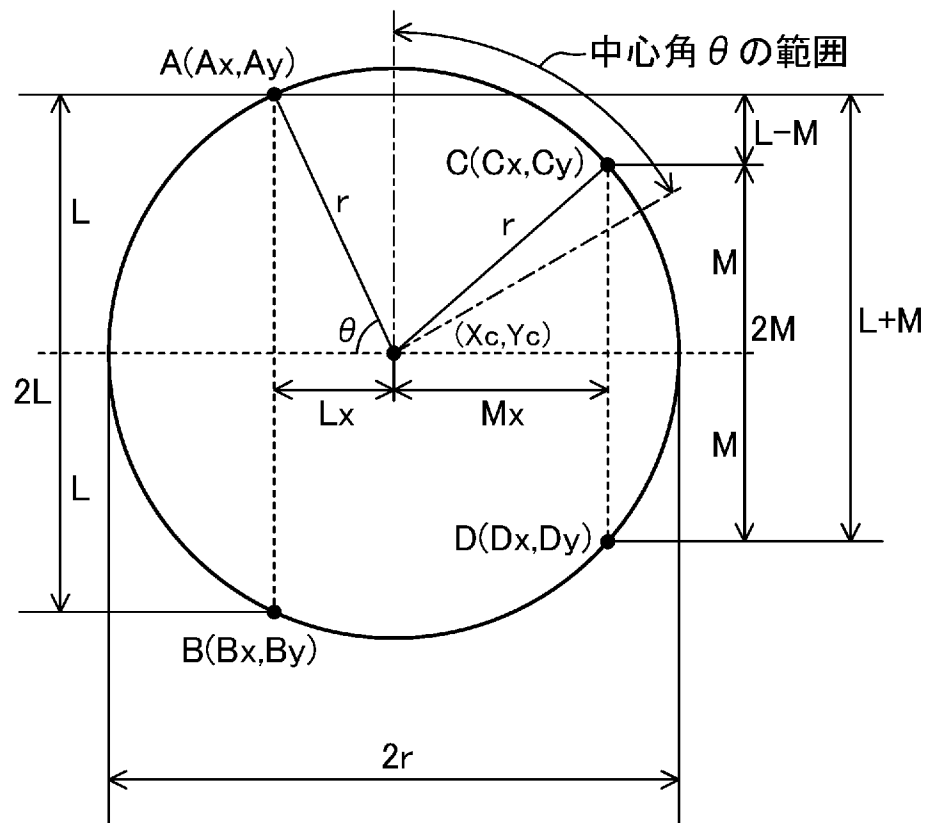
[図2]



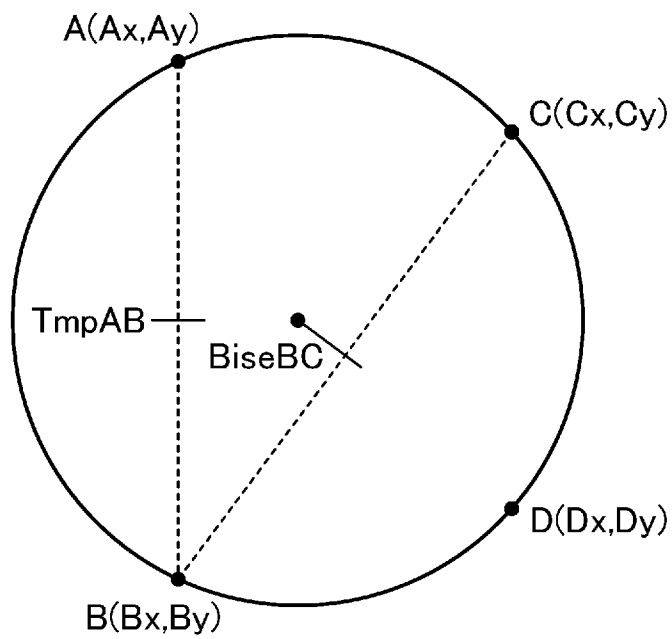
[図3]



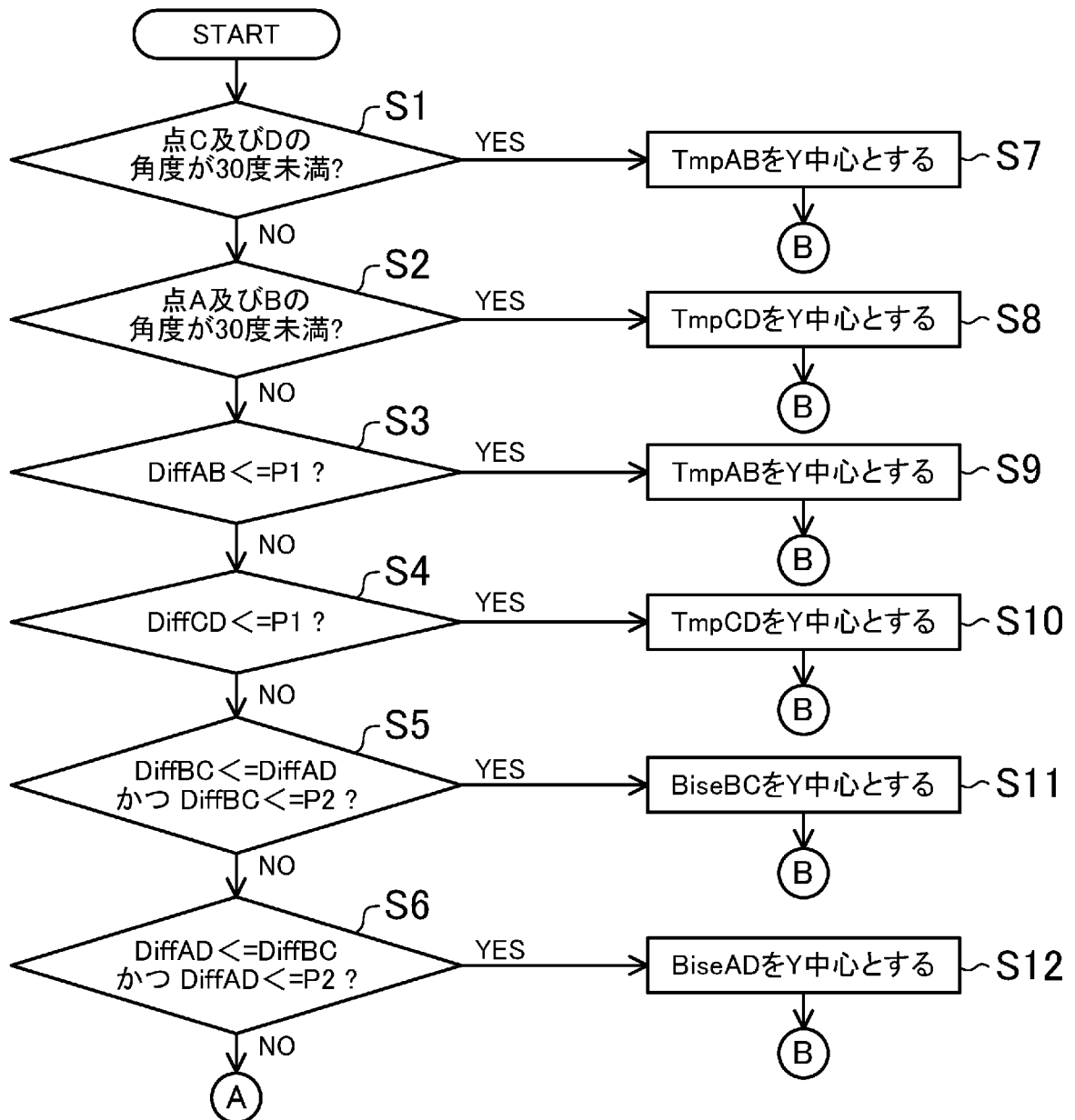
[図4]



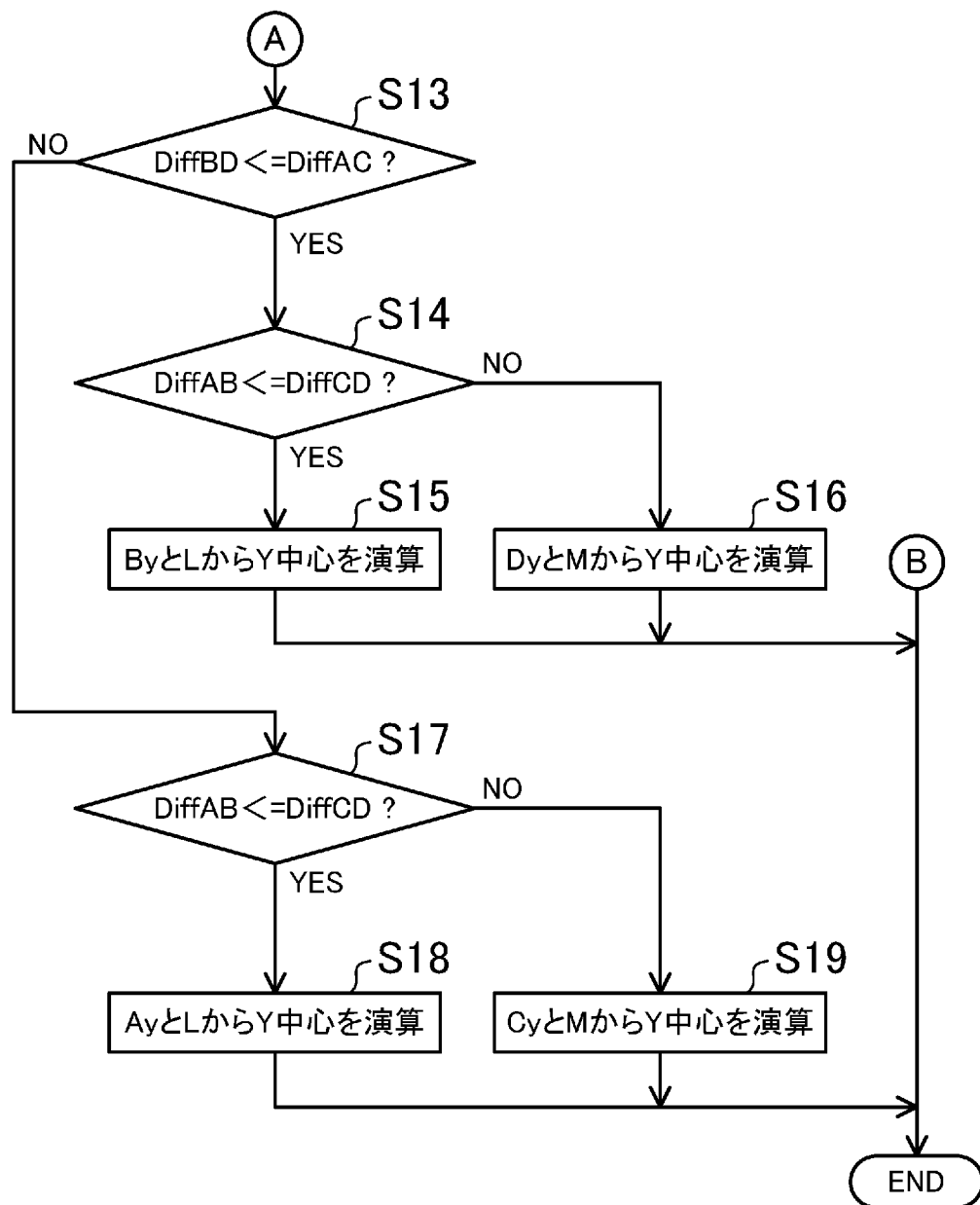
[図5]



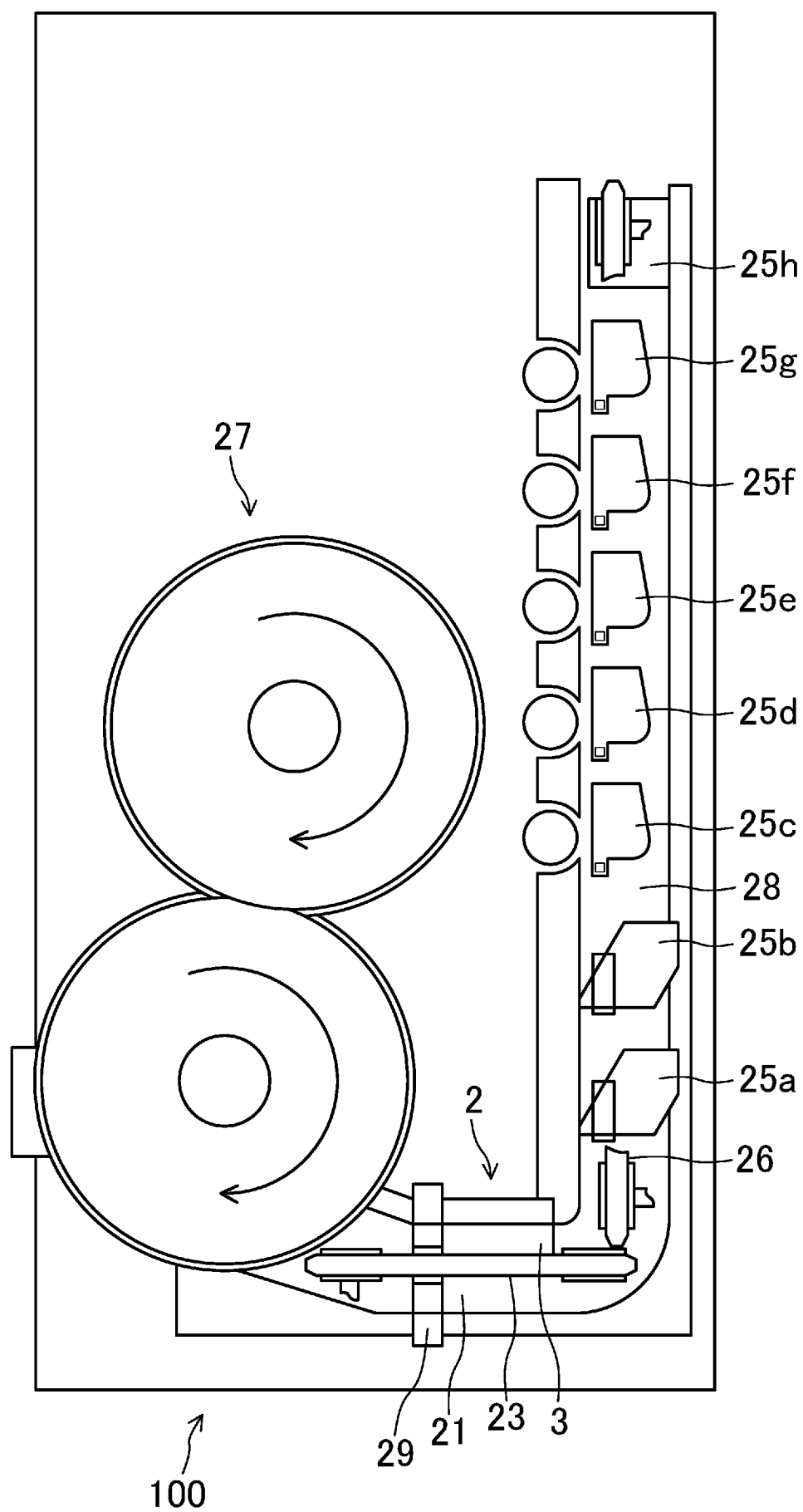
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001575

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G07D5/02(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G07D5/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 56-132506 A (Ando Electric Co., Ltd.), 16 October 1981 (16.10.1981), page 2, lower left column, line 7 to page 3, upper left column, line 18; fig. 3 (Family: none)	1-10
A	JP 8-315209 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 29 November 1996 (29.11.1996), paragraphs [0009] to [0012], [0017], [0020] to [0027]; fig. 2, 7 to 8 (Family: none)	1-10
A	JP 9-259320 A (Glory Ltd.), 03 October 1997 (03.10.1997), paragraphs [0012], [0019] to [0020]; fig. 3 (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 June 2016 (07.06.16)

Date of mailing of the international search report
21 June 2016 (21.06.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/001575

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-49657 A (Juki Corp.), 04 March 2010 (04.03.2010), paragraphs [0025], [0069] to [0076]; fig. 12 (Family: none)	1-10
A	JP 2013-65129 A (Hitachi-Omron Terminal Solutions, Corp.), 11 April 2013 (11.04.2013), paragraphs [0029] to [0033]; fig. 6 (Family: none)	1-10
A	JP 2005-316552 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraphs [0012], [0024], [0041] to [0050]; fig. 13 (Family: none)	7-8, 10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G07D5/02 (2006.01) i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G07D5/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 56-132506 A（安藤電気株式会社）1981.10.16, 第2ページ左下欄第7行-第3ページ左上欄第18行; 第3図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 8-315209 A（富士電機株式会社）1996.11.29, 段落 0009-0012, 0017, 0020-0027; 第2, 7-8図 (ファミリーなし)	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07.06.2016

国際調査報告の発送日

21.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

角田 貴章

3 R

3622

電話番号 03-3581-1101 内線 3372

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 9-259320 A (グローリー工業株式会社) 1997. 10. 03, 段落 0012, 0019-0020; 第 3 図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2010-49657 A (J U K I 株式会社) 2010. 03. 04, 段落 0025, 0069-0076; 第 12 図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2013-65129 A (日立オムロンターミナルソリューションズ株式会社) 2013. 04. 11, 段落 0029-0033; 第 6 図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2005-316552 A (松下電器産業株式会社) 2005. 11. 10, 段落 0012, 0024, 0041-0050; 第 13 図 (ファミリーなし)	7-8, 10