(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 10 月 6 日(06.10.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/158392 A1

(51) 国際特許分類:
G07D 7/202 (2016.01) *G07D 7/00* (2016.01)
G06T 1/00 (2006.01) *G07D 7/12* (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/058188

(22) 国際出願日: 2016 年 3 月 15 日(15.03.2016)

(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 2015-071082 2015 年 3 月 31 日(31.03.2015) 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一丁目３－１ Hyogo (JP).

(72) 発明者: 鵜飼 和歳(UKAI Kazutoshi); 〒6708567 兵庫県姫路市下手野一丁目３－１ グローリー株式会社内 Hyogo (JP). 中島 明(NAKASHIMA Akira); 〒6708567 兵庫県姫路市下手野一丁目３－１ グローリー株式会社内 Hyogo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 佐野特許事務所(SANO PATENT OFFICE); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町２－６天満橋八千代ビル別館５Ｆ Osaka (JP).

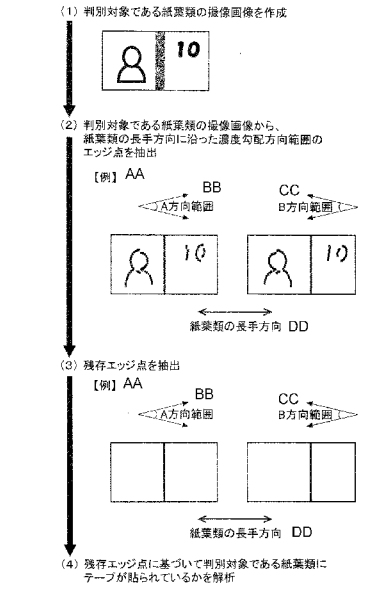
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: PAPER SHEET DETECTION DEVICE AND PAPER SHEET DETECTION METHOD

(54) 発明の名称 : 紙葉類判別装置及び紙葉類判別方法



1 Create captured image of paper sheet being detected
2 Extract edge points in density gradient direction range along longitudinal direction of paper sheet from captured image of paper sheet being detected
3 Extract residual edge points
4 On basis of residual edge points, analyze whether tape is affixed to paper sheet being detected
AA Example
BB Range in direction A
CC Range in direction B
DD Longitudinal direction of paper sheet

(57) **Abstract**: Provided is a paper sheet detection device provided with a recording unit, an edge point extraction unit, a residual edge point extraction unit, and an analysis unit. The recording unit records reference edge points, which are edge points in a density gradient direction range along the longitudinal direction of a valid paper sheet included in a captured image of the valid paper sheet. The edge point extraction unit extracts edge points in a density gradient direction range along the longitudinal direction of the paper sheet being detected, from a captured image of the paper sheet being detected. The residual edge point extraction unit removes, from the edge points extracted by the edge point extraction unit, edge points corresponding to the reference edge points and edge points presumed to occur when pixels not included in the captured image of the valid paper sheet are generated by a bright region, and extracts residual edge points. The analysis unit analyzes, on the basis of the residual edge points, whether or not a tape is affixed to the paper sheet being detected.

(57) 要約: 記録部と、エッジ点抽出部と、残存エッジ点抽出部と、解析部とを備える紙葉類判別装置を構成する。記憶部は、正当な紙葉類の撮像画像に含まれる正当な紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点である参照エッジ点を記憶する。エッジ点抽出部は、判別対象となる紙葉類の撮像画像から判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出する。残存エッジ点抽出部は、エッジ点抽出部によって抽出されたエッジ点から、参照エッジ点に対応するエッジ点および正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いて残存エッジ点を抽出する。解析部は、残存エッジ点に基づいて前記判別対象となる紙葉類にテープが貼られているかを解析する。

WO 2016/158392 A1

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 紙葉類判別装置及び紙葉類判別方法

技術分野

[0001] 本発明は、紙葉類にテープが貼られているか否かを判別することができる紙葉類判別装置及び紙葉類判別方法に関する。

背景技術

[0002] 紙幣等の紙葉類は短手方向に沿って折り目を入れて折り畳まれることが多い。そして、この折り目によって短手方向に沿った破れが生じた場合にテープによって補強されることがある。

[0003] このようにしてテープが貼られた紙葉類を検知することができる従来技術として、例えば特許文献１で開示されている紙葉類の厚さ検出装置がある。

[0004] 特許文献１で開示されている紙葉類の厚さ検出装置は、固定された回転軸に設けられた基準ローラと基準ローラに対向接触して設けられた検知ローラとの間を通る紙葉類の厚さに応じて回動変位する検知ブロックを用いた機械式の厚み検知を行っている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第４８１９１６２号公報

特許文献2：米国特許第８０８９０４５号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、機械式の厚み検知では５０μｍ以上の厚みを有するテープしか検知することができず、例えば３０μｍ厚や４０μｍ厚といった薄いテープを検出することができないという問題があった。

[0007] 一方、特許文献２で開示されている検知装置は、機械式の厚み検知ではなく紙葉類のしわやテープ貼付を光学的に検知している。しかしながら、特許文献２で開示されている検知装置では、紙葉類に対して斜め上方から光を照

射することで、テープ中央よりも光源側に位置するテープ側方端の明るい反射やテープ中央よりも光源から離れているテープ側方端の影を検出して紙葉類にテープが貼られているかを検知しており、光源の位置を工夫する必要があるため、機器の構造が複雑になる。

[0008] 本発明は、上記の状況に鑑み、薄いテープが貼られている場合でも紙葉類にテープが貼られているか否かを判別することができる紙葉類判別装置及び紙葉類判別方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記目的を達成するために本発明に係る紙葉類判別装置は、紙葉類の撮像画像に基づいて紙葉類にテープが貼られているかを判別する紙葉類判別装置であって、正当な紙葉類の撮像画像に含まれる前記正当な紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点である参照エッジ点を記憶する記憶部と、判別対象となる紙葉類の撮像画像から前記判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出するエッジ点抽出部と、前記エッジ点抽出部によって抽出されたエッジ点から、前記参照エッジ点に対応するエッジ点および前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いて残存エッジ点を抽出する残存エッジ点抽出部と、前記残存エッジ点に基づいて前記判別対象となる紙葉類にテープが貼られているかを解析する解析部とを備えた構成（第１の構成）とする。

[0010] このような構成によると、テープ貼付を光学的に検知しているので、薄いテープが貼られている場合でも紙葉類にテープが貼られているか否かを判別することができる。また、紙葉類に対して斜め上方から光を照射することで発生するテープ側方端の明るい反射や影を利用しないので、光源の位置を工夫する必要がない。したがって、機器の構造を簡単にすることができる。

[0011] また、上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点から紙葉類の図柄に起因して発生したエッジ点を取り除くことができる。また、テープが貼付された領域ではテープの影

響によって画素が暗くなるため、上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点からテープ側方端に起因して発生していないと推定したエッジ点を取り除くことができる。したがって、テープ貼付の検知精度を高くすることができる。

[0012] 上記第１の構成の紙葉類判別装置において、前記参照エッジ点は、前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれる第１濃度勾配方向範囲のエッジ点である第１参照エッジ点と、前記第１濃度勾配方向範囲と逆方向である第２濃度勾配方向範囲のエッジ点である第２参照エッジ点とを含み、前記エッジ点抽出部は、前記判別対象となる紙葉類の撮像画像から前記第１濃度勾配方向範囲のエッジ点および前記第２濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出し、前記残存エッジ点は、前記エッジ点抽出部によって抽出された前記第１濃度勾配方向範囲のエッジ点から、前記第１参照エッジ点に対応するエッジ点および前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いた第１残存エッジ点と、前記エッジ点抽出部によって抽出された前記第２濃度勾配方向範囲のエッジ点から、前記第２参照エッジ点に対応するエッジ点および前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いた第２残存エッジ点とを含む構成（第２の構成）であることが好ましい。

[0013] このような構成によると、右側テープ側方端および左側テープ側方端それぞれの検知が可能となり、テープ貼付の検知精度をより一層高くすることができる。

[0014] 上記第１または第２の構成の紙葉類判別装置において、前記解析部は、所定サイズ領域における前記残存エッジ点の密度に基づいて前記判別対象となる紙葉類にテープが貼られているかを解析する構成（第３の構成）であることが好ましい。

[0015] このような構成によると、所定サイズ領域の形状を変えることで貼り付け向きの異なるテープを検知することができる。例えば所定サイズ領域を縦長

形状にすることで縦（紙葉類の短手方向）に貼付されたテープを検知することができ、所定サイズ領域を斜めに傾いた形状にすることで斜めに傾いて貼付されたテープを検知することができる。

[0016] 上記第１～第３のいずれかの構成の紙葉類判別装置において、前記残存エッジ点抽出部は、前記判別対象となる紙葉類の撮像画像に、前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない前記判別対象となる紙葉類の短手方向に沿った画素が明るい細線状領域が存在していると推定した場合に、前記細線状領域の周囲に位置するエッジ点も前記エッジ点抽出部によって抽出されたエッジ点から取り除く構成（第４の構成）であることが好ましい。

[0017] このような構成によると、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点から、強い折り目によって発生した細い明線の影響で現れたエッジ点を取り除くことができる。したがって、テープ貼付の検知精度をより一層高くすることができる。

[0018] 上記第１～第４のいずれかの構成の紙葉類判別装置において、前記判別対象となる紙葉類の撮像画像において、前記判別対象となる紙葉類の長手方向の一端から他端に向かう方向で、第１領域から前記第１領域よりも暗い第２領域に変化する境である第１境部および第３領域から前記第３領域よりも明るい第４領域に変化する境である第２境部を検知する検知部と、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域に位置する画素の画素値に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定する判定部とを備えた構成（第５の構成）であることが好ましい。

[0019] このような構成によると、エッジ点を抽出せずにテープが貼られているかを判定することができるので、貼付されたテープの側方端によって発生するエッジが鮮明でない場合でも紙葉類にテープが貼られていることを検知することができる。

[0020] 上記第５の構成の紙葉類判別装置において、前記判定部は、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の間隔が判

定対象であるテープの最小幅以上であり最大幅以下である場合にのみ、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域に位置する画素の画素値に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定する構成（第６の構成）であることが好ましい。

[0021] このような構成によると、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との全ての組合せを判定せず、判定する組合せを判定対象であるテープの幅を考慮して絞り込むので、判定時間の短縮や誤検知の防止を図ることができる。

[0022] 上記第５または第６の構成の紙葉類判別装置において、前記判定部は、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域に位置する画素の画素値の分散に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定する構成（第７の構成）であることが好ましい。

[0023] テープが貼られている領域は濃度むらが小さいので、画素値の分散が小さくなる。したがって、このような構成によると、テープ貼付の検知精度を高くすることができる。

[0024] 上記第５～第７のいずれかの構成の紙葉類判別装置において、前記判定部は、前記第１領域の画素値および前記第４領域の画素値に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定する構成（第８の構成）であることが好ましい。

[0025] このような構成によると、第１境部および第２境部を検知する条件を緩く設定することができるので、判別対象となる紙葉類の背景濃度が一様でない場合でもテープの貼付を検知することができる。

[0026] 上記目的を達成するために本発明に係る紙葉類判別方法は、紙葉類の撮像画像に基づいて紙葉類にテープが貼られているかを判別する紙葉類判別方法であって、判別対象となる紙葉類の撮像画像から前記判別対象となる紙葉類

の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出するエッジ点抽出工程と、前記エッジ点抽出工程によって抽出されたエッジ点から、正当な紙葉類の撮像画像に含まれる前記正当な紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点である参照エッジ点に対応するエッジ点および前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いて残存エッジ点を抽出する残存エッジ点抽出工程と、前記残存エッジ点に基づいて前記判別対象となる紙葉類にテープが貼られているかを解析する解析工程とを備えた構成とする。

[0027] このような構成によると、テープ貼付を光学的に検知しているので、薄いテープが貼られている場合でも紙葉類にテープが貼られているか否かを判別することができる。また、紙葉類に対して斜め上方から光を照射することで発生するテープ側方端の明るい反射や影を利用しないので、光源の位置を工夫する必要がない。したがって、上記の紙葉類判別方法構造の実施が容易になる。

[0028] また、上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点から紙葉類の図柄に起因して発生したエッジ点を取り除くことができる。また、テープが貼付された領域ではテープの影響によって画素が暗くなるため、上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点からテープ側方端に起因して発生していないと推定したエッジ点を取り除くことができる。したがって、テープ貼付の検知精度を高くすることができる。

発明の効果

[0029] 本発明によると、薄いテープが貼られている場合でも紙葉類にテープが貼られているか否かを判別することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]本発明に係る紙葉類判別手法の概要を示す図

[図2]本発明の第１実施形態に係る紙葉類判別装置の構成を示すブロック図

[図3]平滑化フィルタの一例を示す図

[図4]ラプラシアンフィルタの一例を示す図

[図5]横方向Prewittフィルタの一例を示す図

[図6]縦方向Prewittフィルタの一例を示す図

[図7]第１の推定処理を示すフローチャート

[図8]判別対象となる紙幣の撮像画像に関する画素値ヒストグラム

[図9]第２の推定処理を示すフローチャート

[図10]判別対象となる紙幣の撮像画像に関する短手方向の平均画素値を示す図

[図11]密度検出用フィルタの一例を示す図

[図12]密度検出用フィルタの他の例を示す図

[図13]本発明の第２実施形態に係る紙葉類判別装置の構成を示すブロック図

[図14]境部検知処理を示すフローチャート

[図15]着目点、左側領域、および右側領域の配置を示す図

[図16]判定処理を示すフローチャート

[図17]背景濃度が一様でない場所にテープが貼付された場合の画素値分布を模式的に示す図

[図18]背景濃度が一様でない場所にインク滲みがある場合の画素値分布を模式的に示す図

発明を実施するための形態

[0031] 以下に、添付図面を参照して、本発明に係る紙葉類判別手法の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、以下では、本発明に係る紙葉類判別手法の概要について説明した後に、本発明に係る紙葉類判別手法を適用した紙幣判別装置についての実施形態を説明することとする。

[0032] ＜本発明に係る紙葉類判別手法の概要＞

図１は、本発明に係る紙葉類判別手法の概要を示す図である。本発明に係る紙葉類判別手法では、まず、判別対象である紙葉類に光を照射し、判別対象である紙葉類からの透過光または反射光に基づいて判別対象である紙葉類の撮像画像を生成する（図１の（１）参照）。

[0033] 次に、判別対象である紙葉類の撮像画像から判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出する（図１の（２）参照）。ここで、エッジとは、画像の明暗が著しく変化している箇所のことを指す。以下の説明では、エッジの濃度が明るい方から暗い方に向かう方向を濃度勾配方向としている。また、エッジ点とは、画像中のエッジに該当する画素とする。

[0034] 例えば図１の（２）に示したように、判別対象となる紙葉類の左端から右端に向かう方向に対して±１２．５度の幅を持って判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲（図１の（２）においてＡ方向範囲と表記）のエッジ点と、判別対象となる紙葉類の右端から左端に向かう方向に対して±１２．５度の幅を持って判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲（図１の（２）においてＢ方向範囲と表記）のエッジ点とを抽出する。

[0035] 紙幣等の紙葉類では短手方向に沿ったテープの貼付が想定されるため、上記のような特定のエッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点を抽出することができる。

[0036] 次に、抽出した特定のエッジ点から、正当な紙葉類の撮像画像に含まれる正当な紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点である参照エッジ点に対応するエッジ点および正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域、即ち本実施形態では画素値の大きい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いて残存エッジ点を抽出する（図１の（３）参照）。ここで、正当な紙葉類とは、汚れやしわ、折り目などの汚損が生じておらずテープの貼付もない紙葉類を意味している。

[0037] 特定のエッジ点を抽出する際に用いた「判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲」と、参照エッジ点を求める際に用いる「正当な紙葉類の撮像画像に含まれる正当な紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲」とは完全一致していなくても構わないが、完全一致していることが望ましい。

[0038] 上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点から紙葉類の図柄に起因して発生したエッジ点を取り除くことができる。また、テープが貼付された領域ではテープの影響によって画素が暗くなる、即ち本実施形態では画素値が小さくなるため、上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点からテープ側方端に起因して発生していないと推定したエッジ点を取り除くことができる。

[0039] 最後に、抽出した残存エッジ点に基づいて判別対象である紙葉類にテープが貼られているかを解析する。

[0040] このように本発明に係る紙葉類判別手法では、テープ貼付を光学的に検知している。従って、薄いテープが貼られている場合でも紙葉類にテープが貼られているか否かを判別することができる。また、紙葉類に対して斜め上方から光を照射することで発生するテープ側方端の明るい反射や影を利用しないので、光源の位置を工夫する必要がない。さらに、本発明に係る紙葉類判別手法では、上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点から紙葉類の図柄に起因して発生したエッジ点を取り除くことができる。また、テープが貼付された領域ではテープの影響によって画素値が小さくなるため、上記のような残存エッジ点の抽出により、テープ側方端に起因して発生した可能性があるエッジ点からテープ側方端に起因して発生していないと推定したエッジ点を取り除くことができる。したがって、テープ貼付の検知精度を高くすることができる。

[0041] 以下では、図１を用いて説明した本発明に係る紙葉類判別手法を適用した紙幣判別装置についての実施形態を詳細に説明するが、本発明に係る紙葉類判別手法は紙幣のみならず、小切手、手形及び商品券等、他の任意の紙葉類に対しても適用することができる。

[0042] ＜第１実施形態＞

図２は、本発明の第１実施形態に係る紙幣判別装置１０の構成を示すブロック図である。なお、図２においては紙幣判別装置１０の特徴を説明するた

めに必要な構成要素のみを示しており、一般的な構成要素についての記載を省略している。

[0043] 紙幣判別装置１０は、イメージラインセンサ部１と、制御部２と、記憶部３とを備えている。また、制御部２は、画像データ取得部２ａと、金種識別部２ｂと、エッジ点抽出部２ｃと、残存エッジ点抽出部２ｄと、解析部２ｅとを備えている。また、記憶部３は、金種識別テンプレート３ａと、各種フィルタ３ｂと、参照エッジ点３ｃと、解析基準情報３ｄとを記憶している。

[0044] イメージラインセンサ部１は、図示しない搬送機構によって搬送される紙幣からの透過光または反射光を受光するセンサ部であり、複数の受光センサを直線状に配置することで構成される。紙幣に照射する光としては、汚れに反応しにくい赤外波長の光が好ましいが、白色、赤色、緑色、青色などの可視光でも良い。また、イメージラインセンサ部１は、受光結果を制御部２の画像データ取得部２ｂに出力する処理を併せて行う。

[0045] 制御部２は、イメージラインセンサ部１からの出力に基づいて紙幣の画像データを生成し、生成した画像データを解析して紙幣にテープが貼られているかの判別を行う処理部である。

[0046] 画像データ取得部２ａは、イメージラインセンサ部１からの出力データをメモリに展開し、１枚の紙幣ごとに合成し、紙幣全体についての画像データを生成する処理を行う処理部である。また、画像データ取得部２ａは、生成した画像データを金種識別部２ｂおよびエッジ点抽出部２ｃにそれぞれ出力する処理を併せて行う。

[0047] 金種識別部２ｂは、画像データ取得部２ａによって生成された画像データの特徴パターンと、紙幣の金種ごとの特徴パターンである金種識別テンプレート３ａとを比較して、紙幣の金種を判定する。

[0048] エッジ点抽出部２ｃは、各種フィルタ３ｂを用いて、画像データ取得部２ｂが出力した画像データを平滑化し、平滑化した画像データから紙幣の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出する処理を行う処理部である。また、エッジ点抽出部２ｃは、抽出したエッジ点を示すエッジ点画像を

残存エッジ点抽出部２ｄに出力する処理を併せて行う。

[0049] 本実施形態では、エッジ点抽出部２ｃは、紙幣の左端から右端に向かう方向に対して±１２．５度の幅を持って紙幣の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲（以下、Ａ方向範囲ともいう）のエッジ点と、紙幣の右端から左端に向かう方向に対して±１２．５度の幅を持って紙幣の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲（以下、Ｂ方向範囲ともいう）のエッジ点とを抽出する。ここで±１２．５度の幅を持っているのは、テープが斜めに貼られていることを考慮しているためである。しかしながら、＋１２．５度は一例であって０度以上＋４５度以下の任意の値であれば良い。同様に、－１２．５度も一例であって－４５度以上０度以下の任意の値であれば良い。また、各濃度勾配方向範囲は紙幣の長手方向に対して線対称で無くても良く、両濃度勾配方向範囲は紙幣の短手方向に対して線対称で無くても良い。また、右側テープ側方端および左側テープ側方端のいずれか一方が確実に検知できなくなるが、前者のエッジ点および後者のエッジ点のいずれか一方のみを抽出する形態であっても構わない。

[0050] 画像データのフィルタ処理では、フィルタの中心と注目画素とが重なるようにし、各重なり位置においてフィルタの係数と画素の画素値とを乗算し、それぞれの乗算値の和を注目画素の画素値とする。

[0051] 平滑化においては、例えば図３に示す３×３画素の係数が全て１である平滑化フィルタを用いることができる。平滑化によって、画像に重畳しているランダムなノイズを除去することができる。なお、平滑化を行わない場合でも、エッジ点および濃度勾配方向の検出を行うことは可能である。

[0052] また、エッジ点の検出においては、例えば図４に示す３×３画素の８方向ラプラシアンフィルタを用いることができる。ラプラシアンフィルタを用いたフィルタ処理によって検出されるゼロクロス点が原画像のエッジ部分となる。

[0053] また、濃度勾配方向の検出においては、例えば図５に示す３×３画素の横方向Prewittフィルタおよび図６に示す３×３画素の縦方向Prewittフィルタ

を用いることができる。横方向Prewittフィルタを用いたフィルタ処理によって得られる注目画素の画素値と縦方向Prewittフィルタを用いたフィルタ処理によって得られる注目画素の画素値との間の、正負組合せおよび絶対値の比によって濃度勾配方向を検出することができる。

[0054] なお、上記の説明では、８方ラプラシアンフィルタ、横方向Prewittフィルタおよび縦方向Prewittフィルタを用いてエッジ点と濃度勾配方向を検出する例を示したが、Sobelフィルタなど他のフィルタを用いることとしてもよいし、各種フィルタを適宜組み合わせることとしても良い。また、各種フィルタのサイズや係数についても特に限定されない。

[0055] 図２の説明に戻り、残存エッジ点抽出部２ｄについて説明する。

[0056] 残存エッジ点抽出部２ｄは、エッジ点抽出部２ｃによって抽出されたエッジ点から、金種識別部２ｂによって識別された金種の参照エッジ点に対応するエッジ点および正当な紙幣の撮像画像に含まれていない画素値の大きい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除く。

[0057] また、残存エッジ点抽出部２ｄは、判別対称となる紙幣の画像データに、正当な紙幣の撮像画像に含まれていない判別対象となる紙幣の短手方向に沿った画素値の大きい細線状領域が存在していると推定した場合に、その細線状領域の周囲に位置するエッジ点もエッジ点抽出部２ｃによって抽出されたエッジ点から取り除く。なお、上記の３種類のエッジ点を取り除く順番は特に限定されない。また、１種類ずつ順に取り除いても良く、複数種類のエッジ点を同時に取り除いても良い。

[0058] 本実施形態では、残存エッジ点抽出部２ｄは、エッジ点抽出部２ｃによって抽出されたＡ方向範囲のエッジ点を示すエッジ点画像、後述するＡ方向範囲の参照エッジ点を示す画像、および後述する各推定処理の結果を用いて、Ａ方向範囲の残存エッジ点を示すエッジ点画像を生成する。同様に、残存エッジ点抽出部２ｄは、エッジ点抽出部２ｃによって抽出されたＢ方向範囲のエッジ点を示すエッジ点画像、後述するＢ方向範囲の参照エッジ点を示す画像、および後述する各推定処理の結果を用いて、Ｂ方向範囲の残存エッジ点

を示すエッジ点画像を生成する。また、残存エッジ点抽出部２ｄは、Ａ方向範囲の残存エッジ点を示すエッジ点画像およびＢ方向範囲の残存エッジ点を示すエッジ点画像を解析部２ｅに出力する処理を併せて行う。

[0059] ここで、参照エッジ点の作成手順の一例について説明する。参照エッジ点とは正当な紙幣の画像データに現れるエッジ点であり、テープのエッジ点を抽出するため、除去すべきエッジ点のマスクパターンとして使用する。

[0060] まず、複数枚（例えば２００枚）の正当な紙幣の画像データについて、Ａ方向範囲のエッジ点を検出し、判定閾値（例えば５枚）以上の枚数で同一位置のエッジ点があれば、Ａ方向範囲の有効エッジ点とする。そして、判別対象となる紙幣と正当な紙幣の位置ずれの吸収を主たる目的として、有効エッジ点を周辺画素に拡張する膨張処理を行う。周辺画素としては、例えば隣接する近傍８画素としても良く、紙幣の左端から右端に向かう方向に隣接する近傍１画素としても良い。このようにして得られたＡ方向範囲の有効エッジ点をＡ方向範囲の参照エッジ点とする。記憶部３はＡ方向範囲の参照エッジ点を示す画像の形式でＡ方向範囲の参照エッジ点を記憶する。

[0061] 同様に、複数枚（例えば２００枚）の正当な紙幣の画像データについて、Ｂ方向範囲のエッジ点を検出し、判定閾値（例えば５枚）以上の枚数で同一位置のエッジ点があれば、Ｂ方向範囲の有効エッジ点とする。そして、判別対象となる紙幣と正当な紙幣の位置ずれの吸収を主たる目的として、有効エッジ点を周辺画素に拡張する膨張処理を行う。周辺画素としては、例えば隣接する近傍８画素としても良く、紙幣の左端から右端に向かう方向に隣接する近傍１画素としても良い。このようにして得られたＢ方向範囲の有効エッジ点をＢ方向範囲の参照エッジ点とする。記憶部３はＢ方向範囲の参照エッジ点を示す画像の形式でＢ方向範囲の参照エッジ点を記憶する。

[0062] 上記で説明したＡ方向範囲の参照エッジ点およびＢ方向範囲の参照エッジ点は金種によって異なるので、金種ごとに記憶されている。また、上記で説明した参照エッジ点の作成は紙幣判別装置１０の製品出荷前に行われ、参照エッジ点３ｃがあらかじめ記憶部３に記憶された状態で紙幣判別装置１０が

製品出荷される。参照エッジ点の作成は紙幣判別装置１０以外の装置を用いて実施しても良く、紙幣判別装置１０自体を用いて実施しても良い。また、記憶部３の記憶内容の書き換えを可能にするためのインターフェースを紙幣判別装置１０に設け、参照エッジ点３ｃの追加や修正などが容易に行えるようにしても良い。

[0063] ここで、注目エッジ点が正当な紙幣の撮像画像に含まれていない例えばしわ、折れのような画素値の大きい領域に起因して発生したエッジ点であるか否かを推定する第１の推定処理について図７のフローチャートを用いて説明する。かかる第１の推定処理は残存エッジ点抽出部２ｄが実行する。かかる第１の推定処理によって処理される注目エッジ点はエッジ点抽出部２ｃによって抽出されたエッジ点が最大となる。例えば、かかる第１の推定処理の実行前に、エッジ点抽出部２ｃによって抽出されたエッジ点から金種識別部２ｂによって識別された金種の参照エッジ点に対応するエッジ点が取り除かれている場合には、残っているエッジ点がかかる第１の推定処理によって処理される注目エッジ点となる。

[0064] 残存エッジ点抽出部２ｄは、判別対象となる紙幣の撮像画像の最頻出画素値を求める（ステップＳ１）。図８は、判別対象となる紙幣の撮像画像に関する画素値ヒストグラムの一例を示す図である。図８に示す例では、判別対象となる紙幣の撮像画像の濃淡が２５６諧調であり、画素値０の画素が最も暗い画素であり、画素値２５６の画素が最も明るい画素であり、画素値１８８が最頻出画素値となっている。本実施形態では、上記の“最頻出画素値”を、判別対象となる紙幣の撮像画像の背景を代表する画素値として、ステップＳ２以降において利用する。ステップＳ２以降の処理は個々の注目エッジ点に対して実行される。

[0065] 次に、残存エッジ点抽出部２ｄは、注目エッジ点の左側（紙幣の左端側）に隣接して紙幣の右端から左端に向かう方向で連続して並ぶ３つの画素の画素値それぞれが上記の“最頻出画素値”から５を引いた値より小さい、又は、注目エッジ点の右側（紙幣の右端側）に隣接して紙幣の左端から右端に向

かう方向で連続して並ぶ３つの画素の画素値それぞれが上記の“最頻出画素値”から５を引いた値より小さいという第１の条件を満たすか否かを判定する（ステップＳ２）。

[0066] テープが貼付された領域ではテープの影響によって画素値が小さくなる。このため、上記第１の条件を満たす場合には、注目エッジ点がテープ側方端に起因して発生したと推定することができる。したがって、上記第１の条件を満たすと判定した場合（ステップＳ２のＹＥＳ）、残存エッジ点抽出部２ｄは、注目エッジ点が正当な紙幣の撮像画像に含まれていない画素値の大きい領域に起因して発生したエッジ点でないと推定する（ステップＳ３）。

[0067] 一方、上記第１の条件を満たさない場合には、注目エッジ点がテープ側方端に起因して発生していない可能性がある。そこで、上記第１の条件を満たすと判定しなかった場合（ステップＳ２のＮＯ）、残存エッジ点抽出部２ｄは、注目エッジ点の左側（紙幣の左端側）に隣接して紙幣の右端から左端に向かう方向で連続して並ぶ３つの画素の画素値それぞれと、注目エッジ点の右側（紙幣の右端側）に隣接して紙幣の左端から右端に向かう方向で連続して並ぶ３つの画素の画素値それぞれの片方が上記の“最頻出画素値”より小さく、もう片方が上記の“最頻出画素値”に５を加えた値より小さいという第２の条件を満たすか否かを判定する（ステップＳ４）。

[0068] テープが貼付された領域ではテープの影響によって画素値が小さくなる。このため、上記第２条件を満たす場合には、注目エッジ点の周辺が比較的明るい背景であり、且つ、注目エッジ点がテープ側方端に起因して発生したと推定することができる。したがって、上記第２の条件を満たすと判定した場合（ステップＳ４のＹＥＳ）、残存エッジ点抽出部２ｄは、注目エッジ点が正当な紙幣の撮像画像に含まれていない画素値の大きい領域に起因して発生したエッジ点でないと推定する（ステップＳ３）。

[0069] 一方、上記第１の条件も上記第２の条件も満たさない場合には、注目エッジ点がテープ側方端に起因して発生したと考え難い。したがって、上記第２の条件を満たすと判定しなかった場合（ステップＳ４のＮＯ）、残存エッジ

点抽出部２ｄは、注目エッジ点が正当な紙幣の撮像画像に含まれていない画素値の大きい領域に起因して発生したエッジ点であると推定する（ステップＳ５）。

[0070] なお、上記のステップＳ２およびステップＳ４で用いた各判定条件はあくまで一例であり、判定条件において用いた閾値などは特に限定されない。

[0071] ここで、正当な紙幣の撮像画像に含まれていない判別対象となる紙幣の短手方向に沿った画素値の大きい細線状領域が判別対象となる紙幣の撮像画像に存在しているか否かを推定する第２の推定処理について図９のフローチャートを用いて説明する。かかる第２の推定処理は残存エッジ点抽出部２ｄが実行する。

[0072] 残存エッジ点抽出部２ｄは、判別対象となる紙幣の撮像画像の最頻出画素値を求める（ステップＳ１１）。ステップＳ１１の処理は、上述した図７のフローチャートにおけるステップＳ１の処理と同一である。

[0073] 次に、残存エッジ点抽出部２ｄは、判別対象となる紙幣の撮像画像を対象として縦方向（紙幣の短手方向）の画素値の平均値を横方向（紙幣の長手方向）の各画素位置で算出する（ステップＳ１２）。ステップＳ１２の処理で得られた算出結果の一例をグラフで表すと、図１０のようになる。

[0074] 次に、残存エッジ点抽出部２ｄは、横方向の幅３画素分を判定対象として、条件(I)、条件(II)、条件(III)を全て満たすか否かを判定する（ステップＳ１３）。条件(I)は、判定対象である横方向の幅３画素分において、３つある縦方向の画素値の平均値の少なくとも一つが最頻出画素値より大きいという条件である。条件(II)は、判定対象である横方向の幅３画素分の左端である縦方向の画素値の平均値がその左隣の縦方向の画素値の平均値より５以上大きいという条件である。条件(III)は、判定対象である横方向の幅３画素分の右端である縦方向の画素値の平均値がその右隣の縦方向の画素値の平均値より５以上大きいという条件である。

[0075] 条件(I)、条件(II)、条件(III)を全て満足している場合（ステップＳ１３のＹＥＳ）、残存エッジ点抽出部２ｄは、ステップＳ１３の判定対象である

横方向の幅３画素分が明るい縦細線であると推定する（ステップＳ１４）。なお、明るい縦細線とは、正当な紙幣の撮像画像に含まれていない判別対象となる紙幣の短手方向に沿った画素値の大きい細線状領域を意味している。この明るい縦細線は強い折り目により発生する。

[0076] 一方、条件(I)、条件(II)、条件(III)の少なくとも一つを満足していない場合（ステップＳ１３のＮＯ）、残存エッジ点抽出部２ｄは、ステップＳ１３の判定対象である横方向の幅３画素分が明るい縦細線でないと推定する（ステップＳ１５）。

[0077] その後、ステップＳ１３の判定対象である横方向の幅３画素分を１画素ずつ横方向にスライドさせながら、上述したステップＳ１３以降の処理を繰り返す。

[0078] そして、本実施形態では、明るい縦細線とその両隣１画素分、すなわち明るい縦細線を中央とする横方向の幅５画素分に含まれるエッジ点を、エッジ点抽出部２ｃによって抽出されたエッジ点から取り除いている。これにより、正当な紙幣の撮像画像に含まれていない判別対象となる紙幣の短手方向に沿った画素値の大きい細線状領域によって現れたエッジ点をテープ側方端によるエッジ点であると誤検知することを防止することができる。

[0079] なお、上記のステップＳ１３で用いた各判定条件はあくまで一例であり、判定条件において用いた閾値などは特に限定されない。

[0080] また、上述した第２の推定処理は、テープ貼付の検知とは無関係に単独で実施することも可能である。上述した第２の推定処理を単独で実施した場合には、強い折れ線（強い折れ癖）を検知する機能となる。

[0081] 図２の説明に戻り、解析部２ｅについて説明する。

[0082] 解析部２ｅは、残存エッジ点抽出部２ｄから送られてくるＡ方向範囲の残存エッジ点を示すエッジ点画像およびＢ方向範囲の残存エッジ点を示すエッジ点画像を合成し、その合成画像に対して密度検出用フィルタを適用して所定サイズ領域における残存エッジ点の密度を画素値として検出する。解析部２ｅは、画素値として検出される所定サイズ領域における残存エッジ点の密

度が解析基準情報３ｄとして記憶部３に記憶されている閾値を超えている場合に、テープ側方端を検知する。本実施形態では、右側テープ側方端と左側テープ側方端の両方を検知している。このため、右側テープ側方端と左側テープ側方端のいずれか一方が紙幣のスレッド部と重なる位置にあっても他方のテープ側方端を検知することができ、テープ貼付を検知することができる。

[0083] 例えば所定サイズ領域を縦長形状にする場合には例えば図１１に示す密度検出用フィルタを用いることができ、所定サイズ領域を斜めに傾いた形状にする場合には例えば図１２に示す密度検出用フィルタを用いることができる。所定サイズ領域を縦長形状にすることで縦（紙葉類の短手方向）に貼付されたテープを検知することができ、所定サイズ領域を斜めに傾いた形状にすることで斜めに傾いて貼付されたテープを検知することができる。

[0084] なお、本実施形態とは異なり、Ａ方向範囲の残存エッジ点を示すエッジ点画像とＢ方向範囲の残存エッジ点を示すエッジ点画像とを合成せずにそれぞれ独立してテープ側方端を検知するようにしても良い。この場合、右側テープ側方端の検知と左側テープ側方端の検知を分離して行うことができる。例えば、右側テープ側方端と左側テープ側方端のいずれか一方が紙幣のスレッド部と重なる位置にあっても他方のテープ側方端を検知することができ、さらに他方のテープ側方端が右側テープ側方端と左側テープ側方端のどちらであるかを把握することができるので、テープ貼付を検知することができ、更にテープ貼付位置を推定することができる。

[0085] ＜第２実施形態＞

上述した本発明の第１実施形態に係る紙幣判別装置１０は、エッジ点を抽出して紙幣にテープが貼られているか否かを判別している。しかしながら、貼付されたテープの側方端によって発生するエッジが鮮明でない場合も想定される。このため、エッジ点を抽出しなくても紙幣にテープが貼られていることを検知できることが望ましい。

[0086] したがって、本発明の第２実施形態に係る紙幣判別装置２０は、エッジ点

を抽出しなくても紙幣にテープが貼られていることを検知できる機能を本発明の第１実施形態に係る紙幣判別装置１０に追加した構成としている。

[0087] 図１３は、紙幣判別装置２０の構成を示すブロック図である。なお、図１３において図２と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明を省略している。

[0088] 紙幣判別装置２０の制御部２は、画像データ取得部２ａ、金種識別部２ｂ、エッジ点抽出部２ｃ、残存エッジ点抽出部２ｄ、および解析部２ｅの他に境部検知部２ｆおよび判定部２ｇを備えている。また、記憶部３は、金種識別テンプレート３ａ、各種フィルタ３ｂ、参照エッジ点３ｃ、および解析基準情報３ｄの他に検知基準情報３ｅおよび判定基準情報３ｆを記憶している。

[0089] 境部検知部２ｆは、画像データ取得部２ａによって生成された画像データを用いて、判別対象となる紙幣の長手方向の一端から他端に向かう方向で、第１領域から第１領域よりも暗い第２領域に変化する境である第１境部および第３領域から第３領域よりも明るい第４領域に変化する境である第２境部を検知する。

[0090] 以下の説明では、判別対象となる紙幣の長手方向の一端を紙幣の左端とし、判別対象となる紙幣の長手方向の他端を紙幣の右端とするが、左端と右端を入れ替えても同様の効果を得ることができる。

[0091] 境部検知部２ｆが実行する境部検知処理について図１４のフローチャートを用いて説明する。

[0092] まず境部検知部２ｆは、判別対象となる紙幣の撮像画像において横方向の高さ２画素分の着目点４を設定し、着目点４の左側に隣接する４×２画素の左側領域５を設定し、着目点の右側に隣接する４×２画素の右側領域６を設定する（ステップＳ２１）。したがって、着目点４、左側領域５、および右側領域６の位置関係は図１５に示すようになる。

[0093] 着目点４、左側領域５、および右側領域６それぞれの構成画素数は特に限定されないが、着目点４、左側領域５、および右側領域６それぞれに紙幣の

図柄によって生じるエッジ点が入らないようにする必要がある。

[0094] 本実施形態では、上端の近傍に図柄が存在しない紙幣を判別対象とし、図柄が存在しない上端の近傍を着目点４が横方向にスライドするように着目点４を設定する。なお、金種識別テンプレート３ａなどを利用して紙幣の横方向に応じて着目点４の縦方向位置を変更させて、着目点４、左側領域５、および右側領域６が紙幣の図柄にかからないようにしても良い。

[0095] 次に境部検知部２ｆは、着目点４が「第１領域から第１領域よりも暗い第２領域に変化する境である第１境部」に該当するか否かを判定する（ステップＳ２２）。ステップＳ２２の判定では、左側領域５が明るい領域であり、右側領域６が暗い領域であれば、着目点４が第１境部に該当することになる。ステップＳ２２の判定で用いる所定値や判定式などは検知基準情報３ｅとして記憶部３が記憶しておくと良い。

[0096] 例えば、左側領域５の平均画素値が右側領域６の平均画素値より所定値以上大きい場合に着目点４が第１境部に該当すると判定することができる。また、例えば、左側領域５の中央画素値が右側領域６の中央画素値より所定値以上大きい場合に着目点４が第１境部に該当すると判定することができる。また、テープが貼られている領域は濃度むらが小さく画素値の分散が小さくなることを考慮して、左側領域５の平均画素値が右側領域６の平均画素値より所定値以上大きい場合や左側領域５の中央画素値が右側領域６の中央画素値より所定値以上大きい場合であっても、右側領域６の画素値の分散が所定値以上である場合は着目点４が第１境部に該当しないと判定しても良い。

[0097] 着目点４が「第１領域から第１領域よりも暗い第２領域に変化する境である第１境部」に該当すると判定された場合（ステップＳ２２のＹＥＳ）、境部検知部２ｆは、着目点４を第１境部とする（ステップＳ２３）。

[0098] 一方、着目点４が「第１領域から第１領域よりも暗い第２領域に変化する境である第１境部」に該当しないと判定された場合（ステップＳ２２のＮＯ）、着目点４が「第３領域から第３領域よりも明るい第４領域に変化する境である第２境部」に該当するか否かを判定する（ステップＳ２４）。ステッ

プＳ２４の判定では、左側領域５が暗い領域であり、右側領域６が明るい領域であれば、着目点４が第２境部に該当することになる。ステップＳ２４の判定で用いる所定値や判定式などは検知基準情報３ｅとして記憶部３が記憶しておくと良い。

[0099] 例えば、右側領域６の平均画素値が左側領域５の平均画素値より所定値以上大きい場合に着目点４が第２境部に該当すると判定することができる。また、例えば、右側領域６の中央画素値が左側領域５の中央画素値より所定値以上大きい場合に着目点４が第２境部に該当すると判定することができる。また、テープが貼られている領域は濃度むらが小さく画素値の分散が小さくなることを考慮して、右側領域６の平均画素値が左側領域５の平均画素値より所定値以上大きい場合や右側領域６の中央画素値が左側領域５の中央画素値より所定値以上大きい場合であっても、左側領域５の画素値の分散が所定値以上である場合は着目点４が第２境部に該当しないと判定しても良い。

[0100] 着目点４が「第３領域から第３領域よりも明るい第４領域に変化する境である第２境部」に該当すると判定された場合（ステップＳ２４のＹＥＳ）、境部検知部２ｆは、着目点４を第２境部とする（ステップＳ２５）。

[0101] 一方、着目点４が「第３領域から第３領域よりも明るい第４領域に変化する境である第２境部」に該当しないと判定された場合（ステップＳ２４のＮＯ）、そのままフローを終了する。

[0102] その後、着目点４を１画素分横方向にスライドさせながら、上述した境部検知処理を繰り返す。全ての着目点４に対して境部検知処理が終了すると、境部検知部２ｆはステップＳ２３およびステップＳ２５で定めた第１境部および第２境部の情報を判定部２ｇに出力する。

[0103] 図１３の説明に戻り、判定部２ｇについて説明する。

[0104] 判定部２ｇは、境部検知部２ｆによって検知された第１境部および第２境部を用いて、 第１境部と第１境部よりも右側に位置する第２境部との間の領域に位置する画素の画素値に基づいて、第１境部と第１境部よりも右側に位置する第２境部の間の領域にテープが貼られているかを判定する。

[0105] 判定部２ｇが実行する判定処理について図１６のフローチャートを用いて説明する。

[0106] まず判定部２ｇは、第１境部と第２境部の全組合せの中から、左側テープ側方端と右側テープ側方端の組合せになり得る第１境部と第２境部の組合せを抽出する（ステップＳ３１）。本実施形態では、 第１境部と第１境部よりも右側に位置する第２境部との組合せを抽出し、さらに第１境部と第１境部よりも右側に位置する第２境部との間の間隔が判定対象であるテープの最小幅以上であり最大幅以下である組合せに限定して抽出する。このように第１境部と第２境部の組合せを判定対象であるテープの幅を考慮して絞り込むので、判定時間の短縮や誤検知の防止を図ることができる。

[0107] 次に判定部２ｇは、ステップＳ３１で抽出した組合せから或る一つの組合せに着目し、着目した第１境部と第２境部の間がテープ貼付部に該当するか否かを判定する（ステップＳ３２）。ステップＳ３２の判定で用いる所定値や判定式などは判定基準情報３ｆとして記憶部３が記憶しておくと良い。

[0108] 例えば、着目した第１境部と第２境部の間の領域に位置する画素の平均画素値が所定値未満である場合に、着目した第１境部と第２境部の間がテープ貼付部に該当すると判定することができる。また例えば、着目した第１境部と第２境部の間の領域に位置する画素の中央画素値が所定値未満である場合に、着目した第１境部と第２境部の間がテープ貼付部に該当すると判定することができる。また例えば、着目した第１境部と第２境部の間の領域の画素値の分散が所定値未満である場合に、着目した第１境部と第２境部の間がテープ貼付部に該当すると判定することができる。

[0109] ここで、判別対象となる紙幣の背景画素値が一様で無い場合が考えられる。そして、背景濃度が一様でない場所にテープが貼付された場合の画素値分布は図１７のようになるので、第１境部および第２境部の検知条件を厳しくすると、第１境部または第２境部が検知できなくなるおそれがある。一方、第１境部および第２境部の検知条件を緩くすると、図１８に示すような背景濃度が一様でない場所にインク滲みがある場合の画素値分布であっても第１

境部および第２境部が検知されてしまうことになる。

[0110] そこで、本実施形態では、ステップＳ３２の判定において、着目した第１境部に対応する図１５に示した左側領域５の平均画素値と着目した第２境部に対応する図１５に示した右側領域６の平均画素値の和を求め、その和から「着目した第１境部と第２境部の間の領域に位置する画素の平均画素値」を引いた値を求める。そして、その求めた値が所定値未満である場合は、着目した第１境部と第２境部の間の領域に位置する画素の平均画素値が所定値未満である場合や着目した第１境部と第２境部の間の領域に位置する画素の中央画素値が所定値未満である場合であっても、着目した第１境部と第２境部の間がテープ貼付部に該当しないと判定しても良い。

[0111] 着目した第１境部と第２境部の間がテープ貼付部に該当すると判定された場合（ステップＳ３２のＹＥＳ）、判定部２ｇは、着目した第１境部と第２境部の間をテープ貼付部とする（ステップＳ３３）。

[0112] 一方、着目した第１境部と第２境部の間がテープ貼付部に該当しないと判定された場合（ステップＳ３２のＮＯ）、そのままフローを終了する。

[0113] その後、着目する第１境部と第２境部を変更して上述したステップＳ３２の判定を繰り返し、ステップＳ３１で抽出した組合せ全てに対してステップＳ３２の判定を行う。

[0114] 上述した境部検知処理および判定処理により、エッジ点を抽出せずにテープが貼られているかを判定することができるので、貼付されたテープの側方端によって発生するエッジが鮮明でない場合でも紙葉類にテープが貼られていることを検知することができる。

[0115] また、テープ貼付部は画素値の分散が小さく、インク滲み等の汚れは画素値の分散が大きいため、上述したステップＳ２２、Ｓ２４、Ｓ３２のいずれかにおいて画素値の分散を考慮して判定を行うことで、インク滲み等の汚れをテープの貼付であると誤検出することを防止できる。

[0116] 紙幣判別装置２０は、エッジ点を抽出して紙幣にテープが貼られていることを検知できる機能と、エッジ点を抽出しなくても紙幣にテープが貼られて

いることを検知できる機能とを搭載した装置であったが、本実施形態において詳細に説明したエッジ点を抽出しなくても紙幣にテープが貼られていることを検知できる機能は、エッジ点を抽出して紙幣にテープが貼られていることを検知できる機能とは無関係に単独で実施することも可能である。

[0117] また、本実施形態において詳細に説明したエッジ点を抽出しなくても紙幣にテープが貼られていることを検知できる機能と、機械式の厚み検知を行ってテープが貼られていることを検知できる機能とを組み合わせて実施しても良い。

[0118] 機械式の厚み検知を行って紙葉類にテープが貼られていることを検知できる厚みセンサの欠点として、紙葉類の前端部は厚みセンサに突入したときの衝撃によって本来の厚みよりも大きな厚みが検知されてしまうため、薄いテープで無くても紙葉類の前端部にテープが貼られているか否かを判定することができないという問題があった。

[0119] そこで、本実施形態において詳細に説明したエッジ点を抽出しなくても紙幣にテープが貼られていることを検知できる機能によって、紙葉類の前端部にテープが貼付されているか否かを判定し、機械式の厚み検知を行ってテープが貼られていることを検知できる機能によって、紙葉類の前端部以外の部分にテープが貼付されているか否かを判定すれば良い。

符号の説明

[0120]

1 イメージラインセンサ部

2 制御部

2a 金種識別部

2b 画像データ取得部

2c エッジ点抽出部

2d 残存エッジ点抽出部

2e 解析部

2f 境部検知部

2g 判定部

３　記憶部

３ａ　金種識別テンプレート

３ｂ　フィルタ群

３ｃ　参照エッジ点

３ｄ　解析基準情報

３ｅ　検知基準情報

３ｇ　判定基準情報

１０、２０　紙葉類判別装置

請求の範囲

[請求項1] 紙葉類の撮像画像に基づいて紙葉類にテープが貼られているかを判別する紙葉類判別装置であって、

正当な紙葉類の撮像画像に含まれる前記正当な紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点である参照エッジ点を記憶する記憶部と、

判別対象となる紙葉類の撮像画像から前記判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出するエッジ点抽出部と、

前記エッジ点抽出部によって抽出されたエッジ点から、前記参照エッジ点に対応するエッジ点および前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いて残存エッジ点を抽出する残存エッジ点抽出部と、

前記残存エッジ点に基づいて前記判別対象となる紙葉類にテープが貼られているかを解析する解析部と

を備えたことを特徴とする紙葉類判別装置。

[請求項2] 前記参照エッジ点は、

前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれる第１濃度勾配方向範囲のエッジ点である第１参照エッジ点と、前記第１濃度勾配方向範囲と逆方向である第２濃度勾配方向範囲のエッジ点である第２参照エッジ点とを含み、

前記エッジ点抽出部は、

前記判別対象となる紙葉類の撮像画像から前記第１濃度勾配方向範囲のエッジ点および前記第２濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出し、

前記残存エッジ点は、

前記エッジ点抽出部によって抽出された前記第１濃度勾配方向範囲のエッジ点から、前記第１参照エッジ点に対応するエッジ点および前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因

して発生したと推定したエッジ点を取り除いた第１残存エッジ点と、前記エッジ点抽出部によって抽出された前記第２濃度勾配方向範囲のエッジ点から、前記第２参照エッジ点に対応するエッジ点および前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いた第２残存エッジ点とを含むことを特徴とする請求項１に記載の紙葉類判別装置。

[請求項3] 前記解析部は、

所定サイズ領域における前記残存エッジ点の密度に基づいて前記判別対象となる紙葉類にテープが貼られているかを解析することを特徴とする請求項１または請求項２に記載の紙葉類判別装置。

[請求項4] 前記残存エッジ点抽出部は、

前記判別対象となる紙葉類の撮像画像に、前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない前記判別対象となる紙葉類の短手方向に沿った画素が明るい細線状領域が存在していると推定した場合に、前記細線状領域の周囲に位置するエッジ点も前記エッジ点抽出部によって抽出されたエッジ点から取り除くことを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の紙葉類判別装置。

[請求項5] 前記判別対象となる紙葉類の撮像画像において、前記判別対象となる紙葉類の長手方向の一端から他端に向かう方向で、第１領域から前記第１領域よりも暗い第２領域に変化する境である第１境部および第３領域から前記第３領域よりも明るい第４領域に変化する境である第２境部を検知する検知部と、

前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域に位置する画素の画素値に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定する判定部と

を備えたことを特徴とする請求項１～４のいずれか一項に記載の紙葉類判別装置。

[請求項6] 前記判定部は、

前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の間隔が判定対象であるテープの最小幅以上であり最大幅以下である場合にのみ、

前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域に位置する画素の画素値に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定することを特徴とする請求項５に記載の紙葉類判別装置。

[請求項7] 前記判定部は、

前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域に位置する画素の画素値の分散に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定することを特徴とする請求項５または請求項６に記載の紙葉類判別装置。

[請求項8] 前記判定部は、

前記第１領域の画素値および前記第４領域の画素値に基づいて、前記第１境部と前記第１境部よりも前記他端側に位置する前記第２境部との間の領域にテープが貼られているかを判定することを特徴とする請求項５～７のいずれか一項に記載の紙葉類判別装置。

[請求項9] 紙葉類の撮像画像に基づいて紙葉類にテープが貼られているかを判別する紙葉類判別方法であって、

判別対象となる紙葉類の撮像画像から前記判別対象となる紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点を抽出するエッジ点抽出工程と、

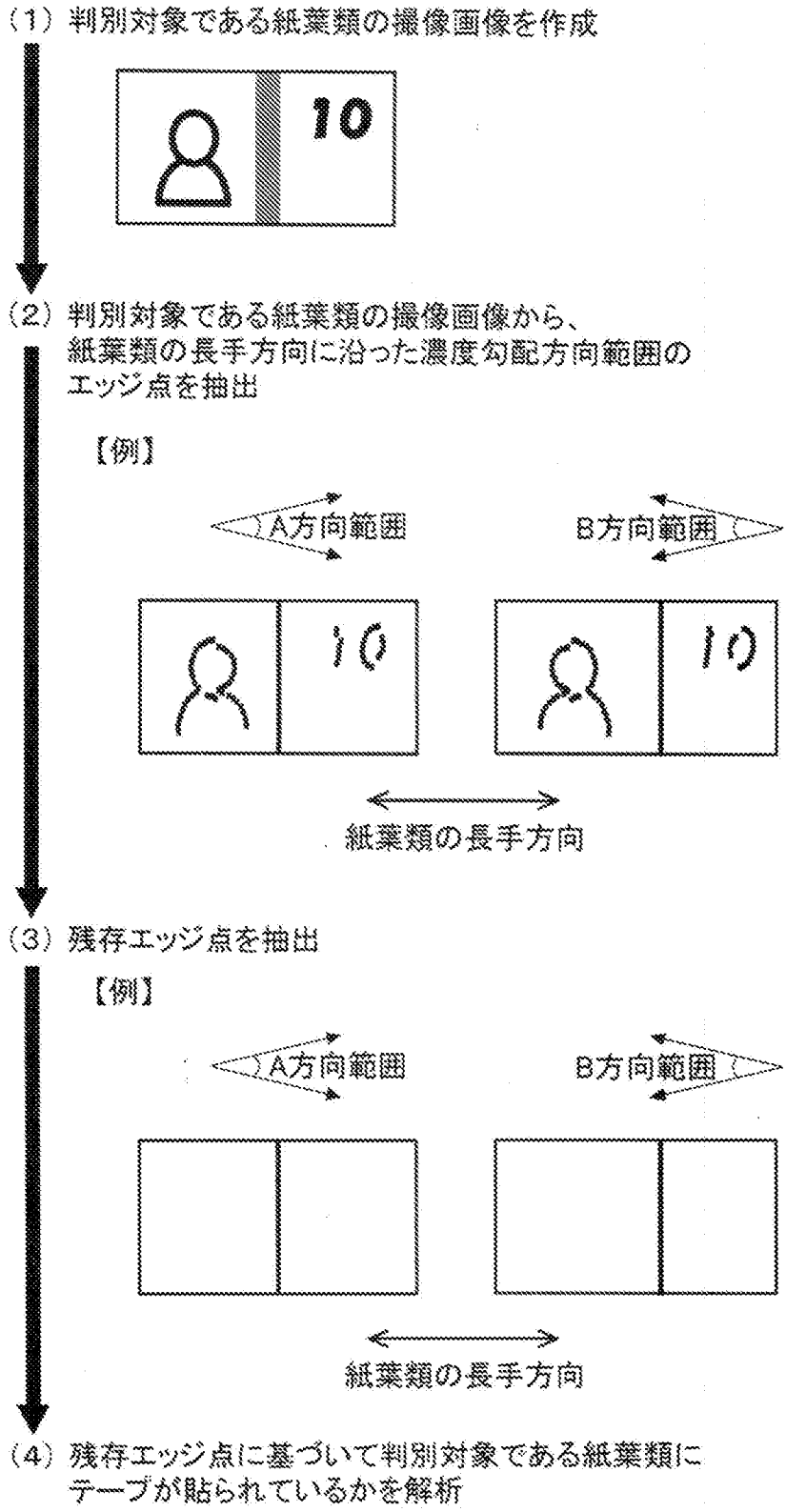
前記エッジ点抽出工程によって抽出されたエッジ点から、正当な紙葉類の撮像画像に含まれる前記正当な紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲のエッジ点である参照エッジ点に対応するエッジ点およ

び前記正当な紙葉類の撮像画像に含まれていない画素が明るい領域に起因して発生したと推定したエッジ点を取り除いて残存エッジ点を抽出する残存エッジ点抽出工程と、

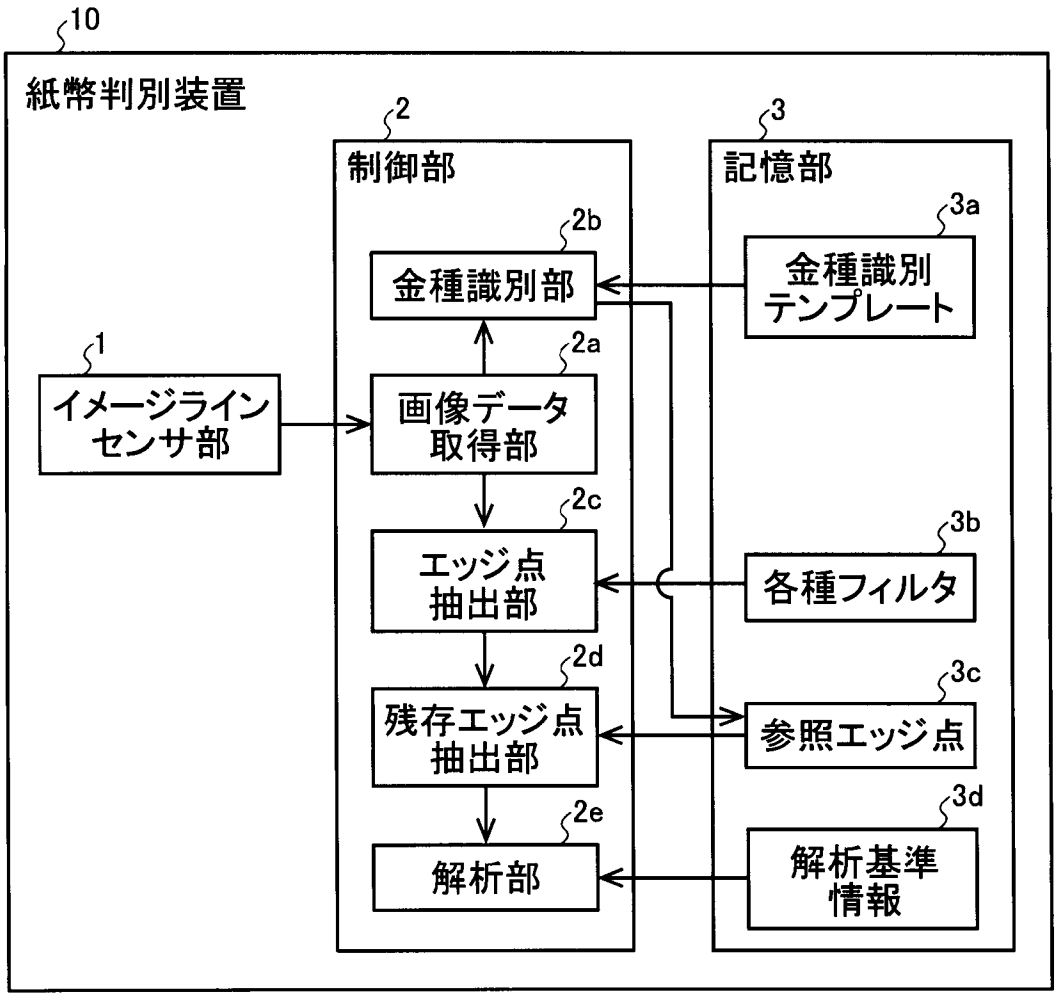
前記残存エッジ点に基づいて前記判別対象となる紙葉類にテープが貼られているかを解析する解析工程と

を備えたことを特徴とする紙葉類判別方法。

[図1]


（1）判別対象である紙葉類の撮像画像を作成
10
（2）判別対象である紙葉類の撮像画像から、
紙葉類の長手方向に沿った濃度勾配方向範囲の
エッジ点を抽出
【例】
A方向範囲
B方向範囲
10
10
紙葉類の長手方向
（3）残存エッジ点を抽出
【例】
A方向範囲
B方向範囲
紙葉類の長手方向
（4）残存エッジ点に基づいて判別対象である紙葉類に
テープが貼られているかを解析

[図2]


10
紙幣判別装置
2
制御部
3
記憶部
2b
金種識別部
3a
金種識別
テンプレート
1
イメージライン
センサ部
2a
画像データ
取得部
2c
エッジ点
抽出部
3b
各種フィルタ
2d
残存エッジ点
抽出部
3c
参照エッジ点
2e
解析部
3d
解析基準
情報

[図3]

1	1	1
1	1	1
1	1	1

[図4]

1	1	1
1	−8	1
1	1	1

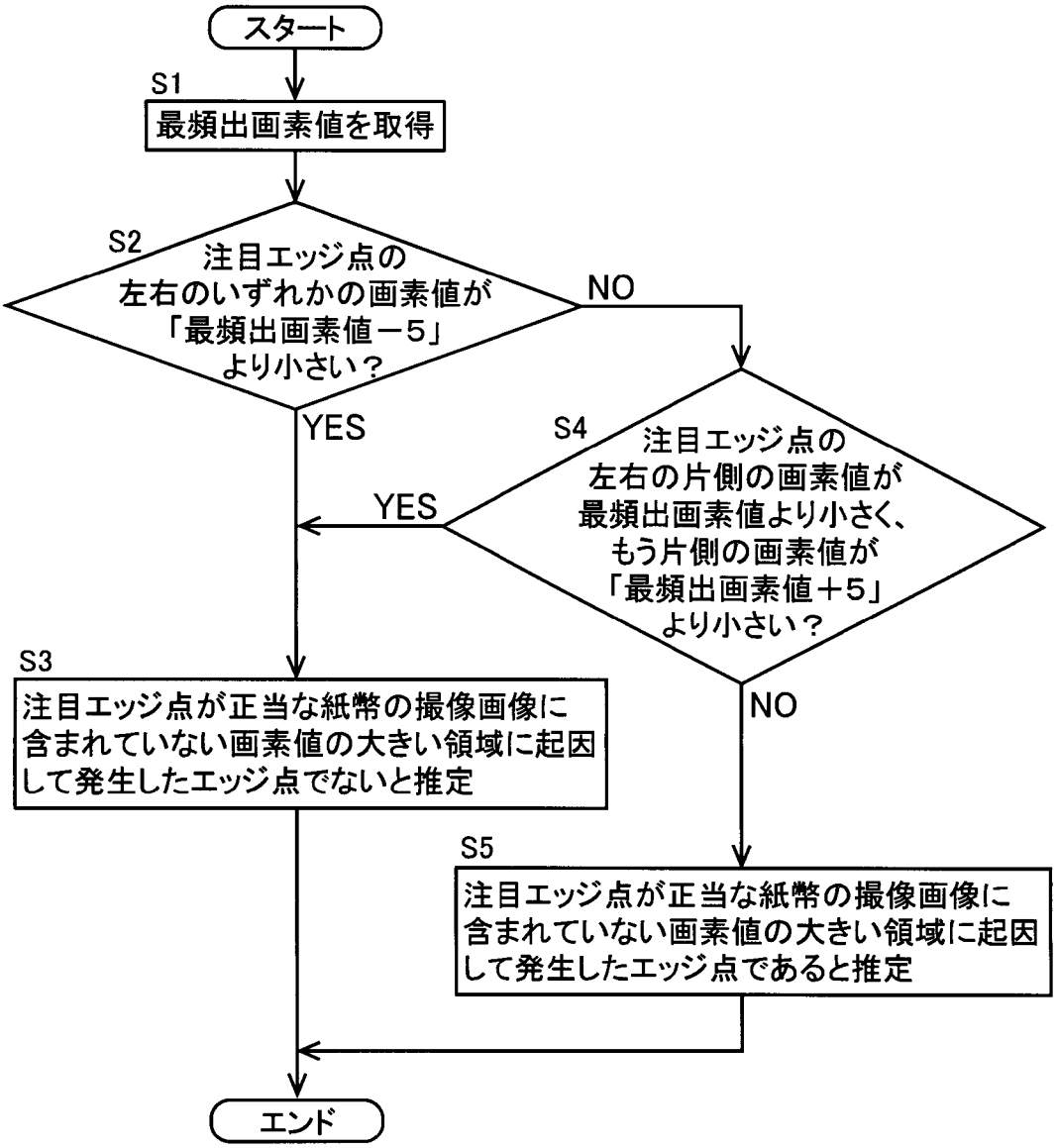
[図5]

1	0	−1
1	0	−1
1	0	−1

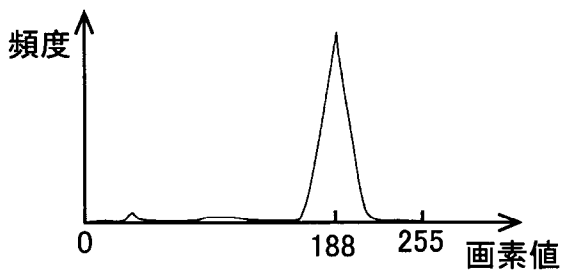
[図6]

1	1	1
0	0	0
−1	−1	−1

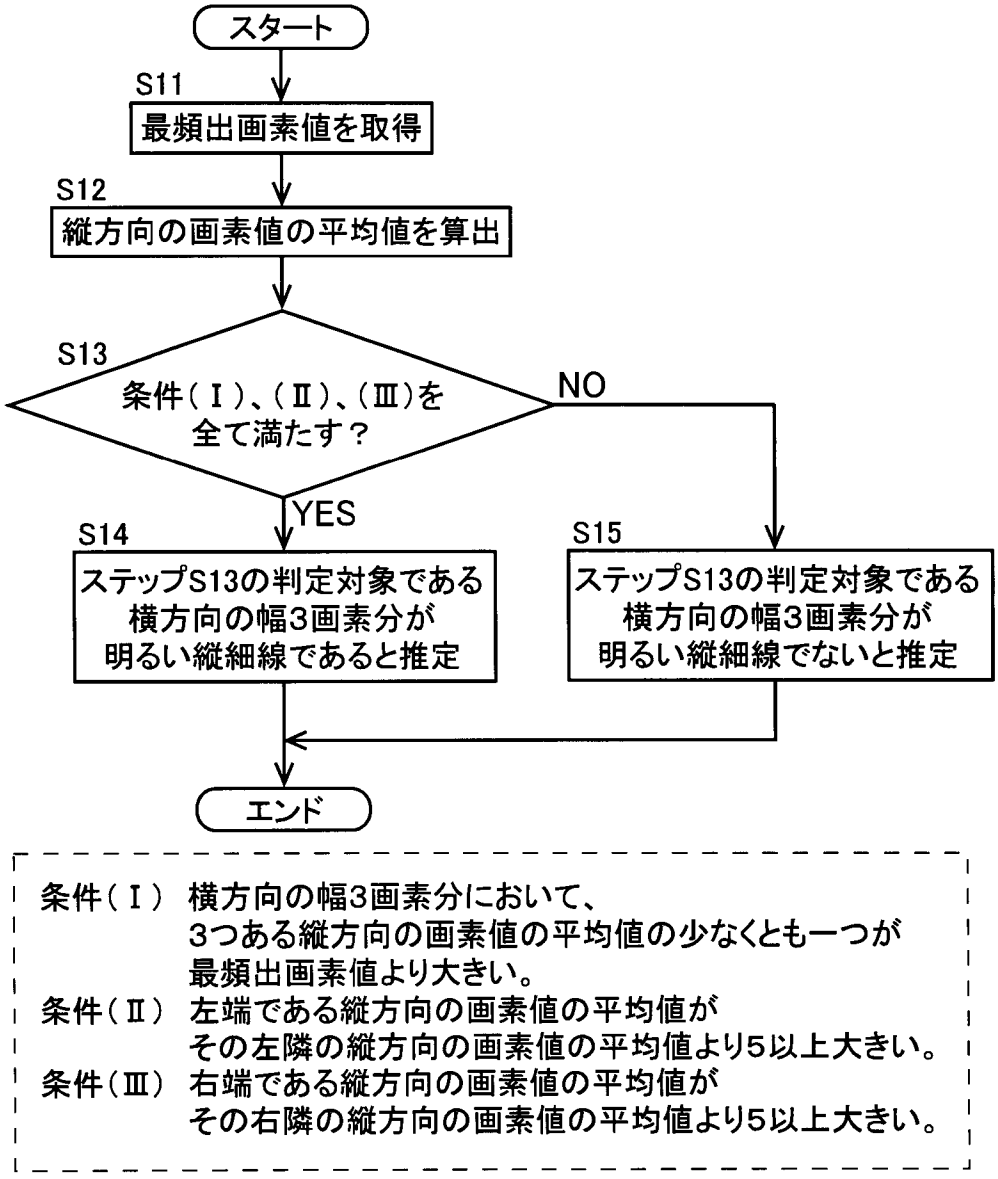
[図7]


スタート
S1
最頻出画素値を取得
S2
注目エッジ点の
左右のいずれかの画素値が
「最頻出画素値－5」
より小さい？
NO
YES
S4
注目エッジ点の
左右の片側の画素値が
最頻出画素値より小さく、
もう片側の画素値が
「最頻出画素値＋5」
より小さい？
YES
NO
S3
注目エッジ点が正当な紙幣の撮像画像に
含まれていない画素値の大きい領域に起因
して発生したエッジ点でないと推定
S5
注目エッジ点が正当な紙幣の撮像画像に
含まれていない画素値の大きい領域に起因
して発生したエッジ点であると推定
エンド

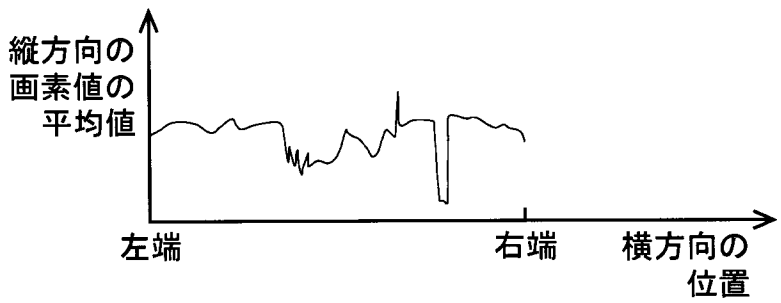
[図8]


頻度
0
188
255
画素値

[図9]


スタート
S11
最頻出画素値を取得
S12
縦方向の画素値の平均値を算出
S13
条件(Ⅰ)、(Ⅱ)、(Ⅲ)を
全て満たす？
NO
YES
S14
ステップS13の判定対象である
横方向の幅3画素分が
明るい縦細線であると推定
S15
ステップS13の判定対象である
横方向の幅3画素分が
明るい縦細線でないと推定
エンド
条件(Ⅰ) 横方向の幅3画素分において、
3つある縦方向の画素値の平均値の少なくとも一つが
最頻出画素値より大きい。
条件(Ⅱ) 左端である縦方向の画素値の平均値が
その左隣の縦方向の画素値の平均値より5以上大きい。
条件(Ⅲ) 右端である縦方向の画素値の平均値が
その右隣の縦方向の画素値の平均値より5以上大きい。

[図10]


縦方向の
画素値の
平均値
左端
右端
横方向の
位置

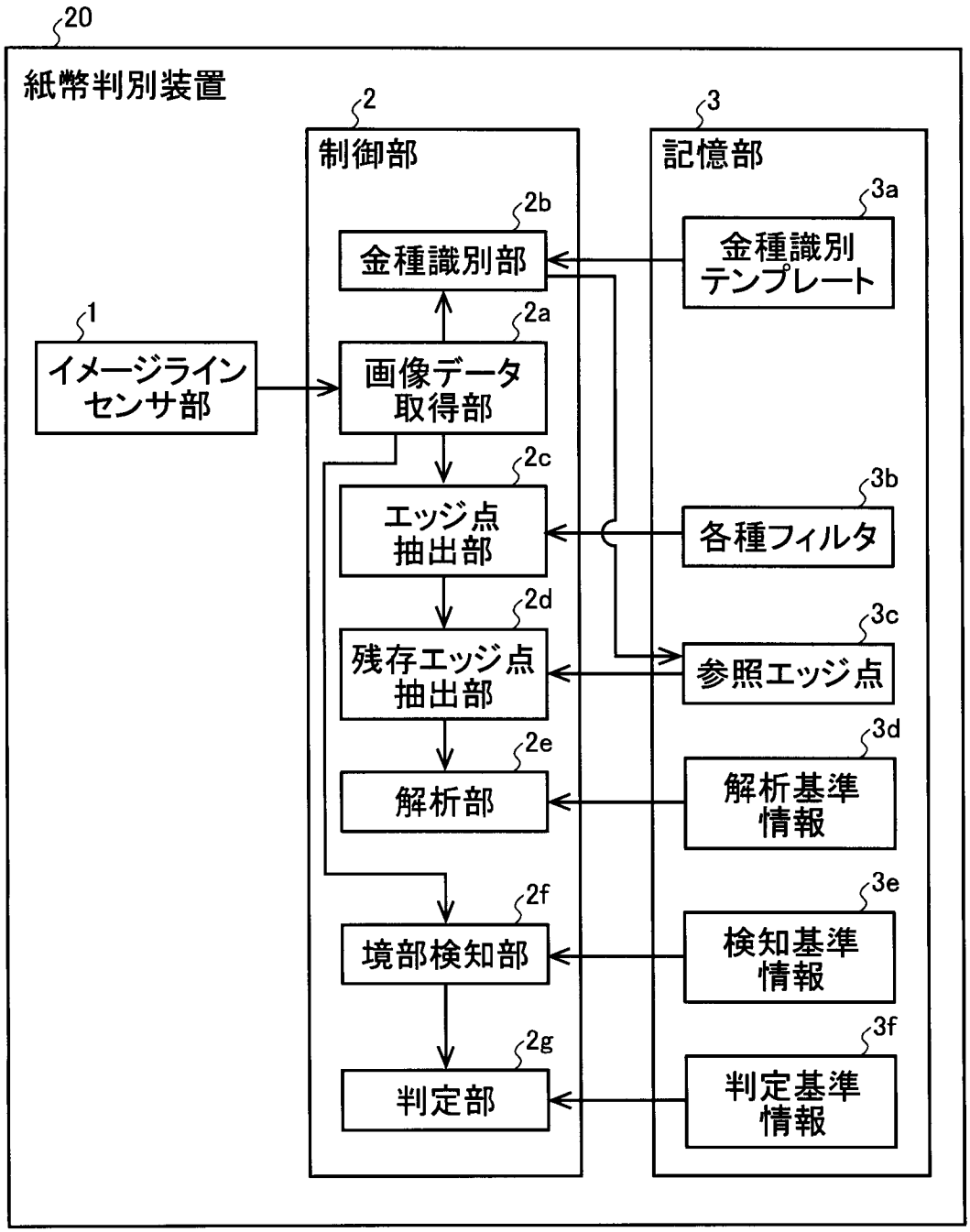
[図11]

1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1

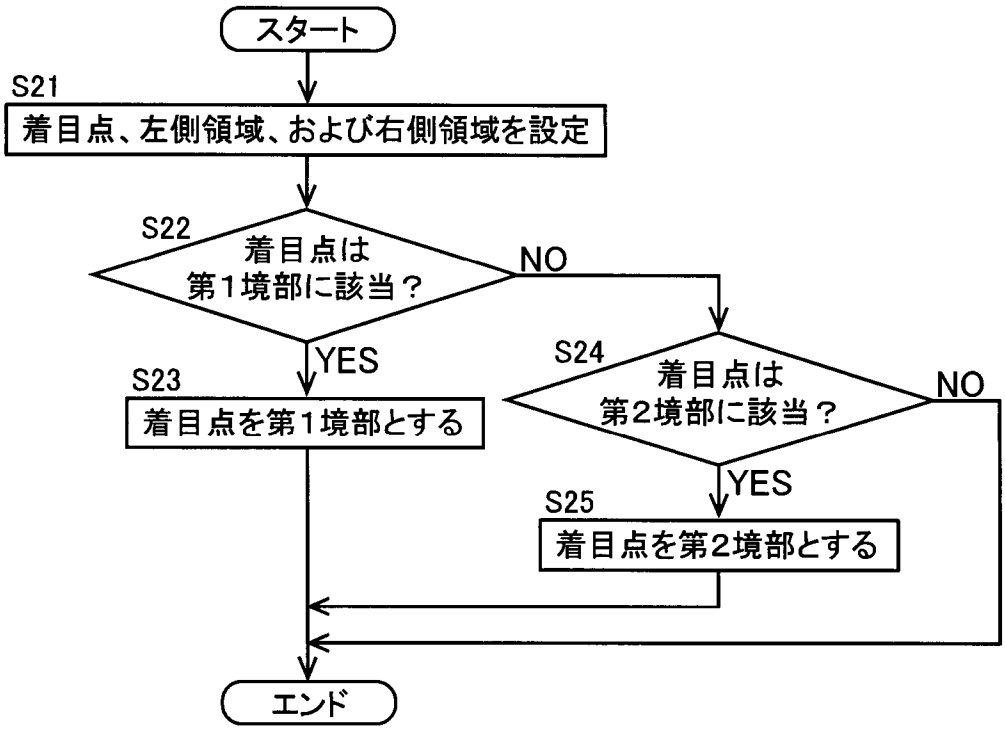
[図12]

0	0	1	1
0	0	1	1
0	1	1	0
0	1	1	0
1	1	0	0
1	1	0	0

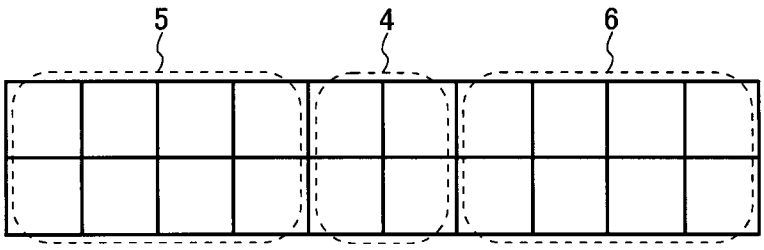
[図13]


20
紙幣判別装置
2
制御部
3
記憶部
1
イメージライン
センサ部
2a
画像データ
取得部
2b
金種識別部
3a
金種識別
テンプレート
2c
エッジ点
抽出部
3b
各種フィルタ
2d
残存エッジ点
抽出部
3c
参照エッジ点
2e
解析部
3d
解析基準
情報
2f
境部検知部
3e
検知基準
情報
2g
判定部
3f
判定基準
情報

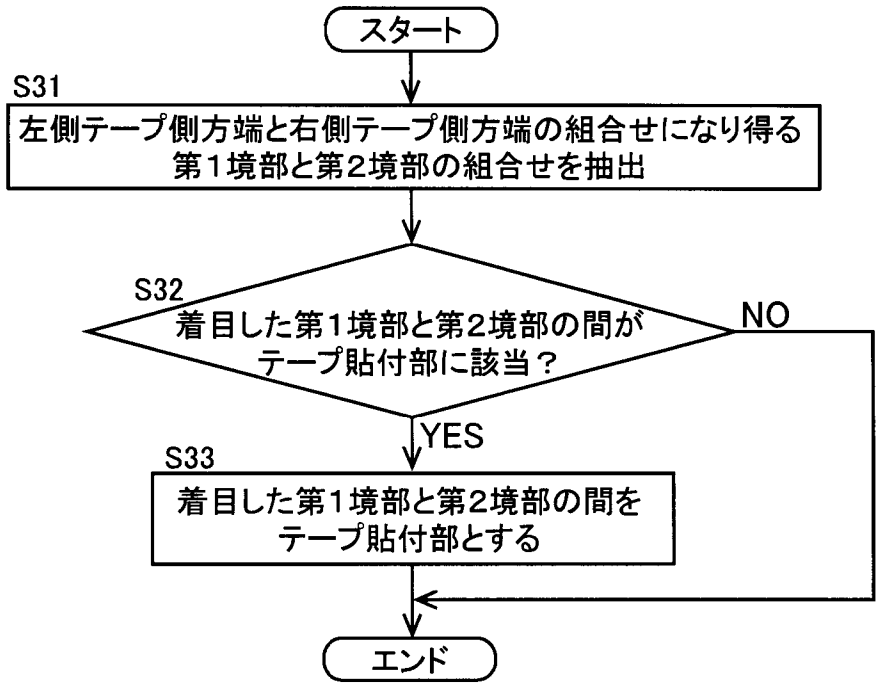
[図14]


スタート
S21
着目点、左側領域、および右側領域を設定
S22
着目点は
第1境部に該当？
NO
YES
S23
着目点を第1境部とする
S24
着目点は
第2境部に該当？
NO
YES
S25
着目点を第2境部とする
エンド

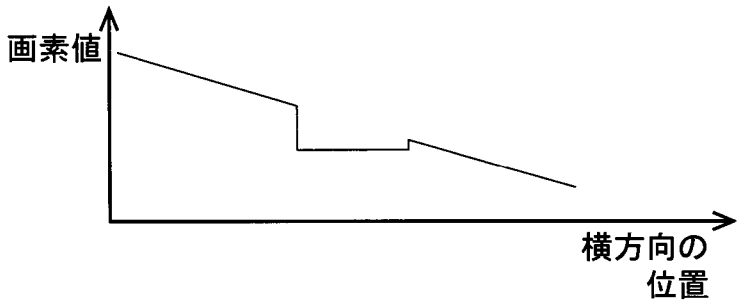
[図15]


5
4
6

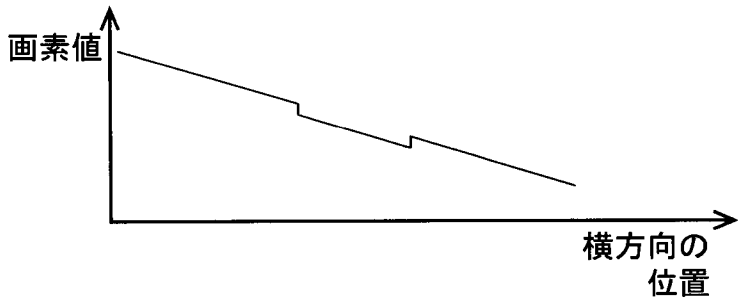
[図16]


スタート
S31
左側テープ側方端と右側テープ側方端の組合せになり得る
第1境部と第2境部の組合せを抽出
S32
着目した第1境部と第2境部の間が
テープ貼付部に該当？
NO
YES
S33
着目した第1境部と第2境部の間を
テープ貼付部とする
エンド

[図17]


画素値
横方向の
位置

[図18]


画素値
横方向の
位置

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/058188

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G07D7/202(2016.01)i, *G06T1/00*(2006.01)i, *G07D7/00*(2016.01)i, *G07D7/12*(2016.01)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)
G07D7/202, G06T1/00, G07D7/00, G07D7/12

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	US 2009/0310126 A1 (DE LA RUE INTERNATIONAL LTD.), 17 December 2009 (17.12.2009), paragraphs [0090] to [0118]; fig. 1 to 14 & WO 2008/020208 A1 & EP 2057609 A & CN 101501734 A & RU 2009109696 A & AU 2007285544 A	1-9
A	JP 2000-259885 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 22 September 2000 (22.09.2000), paragraphs [0017] to [0033]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-9

☒ 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	Date of mailing of the international search report
09 May 2016 (09.05.16)	17 May 2016 (17.05.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/058188

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 11-173997 A (Glory Ltd.), 02 July 1999 (02.07.1999), paragraphs [0022] to [0029], [0089] to [0099]; fig. 9 to 11 (Family: none)	1-9
A	JP 2010-122894 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 03 June 2010 (03.06.2010), paragraphs [0027] to [0056]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-9

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５８１８８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G07D7/202(2016.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G07D7/00(2016.01)i, G07D7/12(2016.01)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.　G07D7/202, G06T1/00, G07D7/00, G07D7/12

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	US 2009/0310126 A1 (DE LA RUE INTERNATIONAL LIMITED) 2009.12.17, 段落[００９０]－[０１１８]、図１－１４ & WO 2008/020208 A1 & EP 2057609 A & CN 101501734 A & RU 2009109696 A & AU 2007285544 A	1-9
A	JP 2000-259885 A (浜松ホトニクス株式会社) 2000.09.22, 段落[００１７]－[００３３]、図１－４（ファミリーなし）	1-9
A	JP 11-173997 A (グローリー工業株式会社) 1999.07.02, 段落[００２２]－[００２９]、[００８９]－[００９９]、図９－１１（ファミ	1-9

☑　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	国際調査報告の発送日
０９．０５．２０１６	１７．０５．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｒ　９４３３
大谷　謙仁
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
	リーなし）	
A	JP 2010-122894 A（沖電気工業株式会社）2010.06.03，段落［００２７］－［００５６］、図１－８（ファミリーなし）	1-9