

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7320972号
(P7320972)

(45)発行日 令和5年8月4日(2023.8.4)

(24)登録日 令和5年7月27日(2023.7.27)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 N 35/10 (2006.01) G 0 1 N 35/10 C
G 0 6 T 7/00 (2017.01) G 0 6 T 7/00 6 1 2

請求項の数 14 (全32頁)

(21)出願番号	特願2019-73334(P2019-73334)	(73)特許権者	501387839 株式会社日立ハイテク 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号
(22)出願日	平成31年4月8日(2019.4.8)	(74)代理人	110000350 ポレール弁理士法人
(65)公開番号	特開2020-173101(P2020-173101 A)	(72)発明者	柿下 容弓 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
(43)公開日	令和2年10月22日(2020.10.22)	(72)発明者	服部 英春 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
審査請求日	令和3年12月10日(2021.12.10)	(72)発明者	坂詰 卓 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内
		(72)発明者	鈴木 洋一郎 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像処理装置、自動分析システム及び画像処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料や試薬、反応溶液を含む採取対象を収容する容器を上方から撮像して得られる画像である上方画像を取得する画像取得部と、

前記上方画像から前記容器の縁領域と前記採取対象の上面領域を算出する領域算出部と、

前記縁領域または前記上面領域に基づいて前記容器または前記採取対象の状態を判定する状態判定部と、を備え、

前記状態判定部は、前記縁領域に基づいて前記容器の種別を判定し、前記容器の種別と前記上面領域の大きさをを用いて求められる前記採取対象の高さと、前記縁領域の中心と前記上面領域の中心との距離である中心距離と、に基づいて容器の傾き角度を判定することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載の画像処理装置であって、

前記領域算出部は前記縁領域を算出し、

前記状態判定部は前記縁領域の外径と内径に基づいて前記容器の種別を判定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項3】

請求項2に記載の画像処理装置であって、

前記領域算出部は、前記上面領域をさらに算出し、

前記状態判定部は、前記容器の種別と、前記上面領域の大きさ又は前記上面領域から前

20

記縁領域までの距離に基づいて前記採取対象の量を判定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 4】

試料や試薬、反応溶液を含む採取対象を収容する容器を上方から撮像して得られる画像である上方画像を取得する画像取得部と、

前記上方画像から前記容器の縁領域と前記採取対象の上面領域を算出する領域算出部と、

前記縁領域または前記上面領域に基づいて前記容器または前記採取対象の状態を判定する状態判定部と、を備え、

前記状態判定部は、前記縁領域の中心と前記上面領域の中心との一致度に基づいて前記容器の傾きの有無を判定することを特徴とする画像処理装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 に記載の画像処理装置であって、

前記上方画像が非テレセントリックのレンズを用いて撮像された場合、前記状態判定部は、前記上面領域の短径と前記縁領域の内径との比率に基づいて前記中心距離を補正することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の画像処理装置であって、

選択された画像を表示する表示部と、

前記表示部に表示された画像に対する教師信号を入力するための操作画面を表示する教師信号取得部をさらに備えることを特徴とする画像処理装置。

20

【請求項 7】

請求項 6 に記載の画像処理装置であって、

前記表示部は、選択された画像の枚数を示す画面をさらに表示することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の画像処理装置であって、

前記領域算出部は、カーネルの要素間に所定数のゼロを挿入することにより作成されるダイレートカーネルを用いて Convolution 処理および Pooling 処理を実行することにより前記上方画像を複数の領域に分割して、前記縁領域または前記上面領域を算出することを特徴とする画像処理装置。

30

【請求項 9】

請求項 8 に記載の画像処理装置であって、

前記領域算出部は、前記 Convolution 処理および前記 Pooling 処理を実行するときに前記ダイレートカーネルをずらす量であるストライド量に基づいて前記カーネルに挿入されるゼロの数を定めることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の画像処理装置を備える自動分析システムであって、

前記容器から前記採取対象を採取する採取部と、

前記状態判定部の判定結果に基づいて前記採取部を制御する制御部を備えることを特徴とする自動分析システム。

40

【請求項 11】

請求項 10 に記載の自動分析システムであって、

前記状態判定部が前記容器の種別を未知の種別と判定したか、前記採取対象の量が閾値未満であると判定したか、前記容器の傾き角度が閾値以上であると判定したときに、前記制御部は前記採取部を停止させることを特徴とする自動分析システム。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の自動分析システムであって、

前記状態判定部が判定した前記容器の種別や、前記採取対象の量、前記容器の傾き角度に応じて、前記制御部は前記採取部の高さや角度を調整することを特徴とする自動分析システム。

50

【請求項 1 3】

試料や試薬、反応溶液を含む採取対象を収容する容器を上方から撮像して得られる画像である上方画像を取得する画像取得ステップと、

前記上方画像から前記容器の縁領域と前記採取対象の上面領域を算出する領域算出ステップと、

前記縁領域または前記上面領域に基づいて前記容器または前記採取対象の状態を判定する状態判定ステップと、を備え、

前記状態判定ステップは、前記縁領域に基づいて前記容器の種別を判定し、前記容器の種別と前記上面領域の大きさとを用いて求められる前記採取対象の高さと、前記縁領域の中心と前記上面領域の中心との距離である中心距離と、に基づいて容器の傾き角度を判定することを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項 1 4】

試料や試薬、反応溶液を含む採取対象を収容する容器を上方から撮像して得られる画像である上方画像を取得する画像取得部と、

前記上方画像から前記容器の縁領域または前記採取対象の上面領域を算出する領域算出部と、

前記縁領域または前記上面領域に基づいて前記容器または前記採取対象の状態を判定する状態判定部と、を備え、

前記状態判定部は、前記上面領域の境界を楕円フィッティングすることにより算出される前記上面領域の短径に基づいて前記容器の種別を判定することを特徴とする画像処理装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は免疫分析装置等を備える自動分析システムにおいて、試料、試薬、反応溶液等の採取対象が収容される容器の状態または採取対象の状態を判定する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

免疫分析装置等を備える自動分析システムでは、血液および尿等の試料の成分等を分析するために、試料と試薬を反応させた反応溶液から生じる発色や発光の状態が測定される。分析に用いられる試料や試薬、反応溶液等は試験管等の容器に収容され、分注プローブ等の採取部によって容器から採取される。採取部の採取対象である試料、試薬、反応溶液等が収容される容器には、内径や長さの異なる複数の種別があり、複数の容器が混在している状況では容器の種別が自動的に判別されることが望まれる。

30

【0003】

特許文献1には、容器を開口部方向と側面方向の二方向からそれぞれ撮像して得られた図形を、メモリに格納された標準図形と比較することにより、容器の種別を判別することが開示されている。

【先行技術文献】**【特許文献】**

40

【0004】

【文献】特開2004-151025号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら特許文献1では、容器の種別を判別するために、容器を開口部方向と側面方向の二方向からそれぞれ撮像する複数のカメラが必要であり、ハードウェアコストがかかる。また特許文献1では、容器の種別を判別することに留まっており、容器の傾きや採取対象の量といった容器または採取対象の状態の判定に対する配慮はなされていない。

【0006】

50

そこで本発明は、単一のカメラで取得した画像により、容器または採取対象の状態を判定可能な画像処理装置、自動分析システム及び画像処理方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために本発明は、試料や試薬、反応溶液を含む採取対象を収容する容器を上方から撮像して得られる画像である上方画像を取得する画像取得部と、前記上方画像から前記容器の縁領域または前記採取対象の上面領域を算出する領域算出部と、前記縁領域または前記上面領域に基づいて前記容器または前記採取対象の状態を判定する状態判定部と、を備えることを特徴とする画像処理装置である。

【0008】

また本発明は、前記画像処理装置を備える自動分析システムであって、前記容器から採取対象を採取する採取部と、前記状態判定部の判定結果に基づいて前記採取部を制御する制御部を備えることを特徴とする自動分析システムである。

【0009】

また本発明は、試料や試薬、反応溶液を含む採取対象を収容する容器を上方から撮像して得られる画像である上方画像を取得する画像取得ステップと、前記上方画像から前記容器の縁領域または前記採取対象の上面領域を算出する領域算出ステップと、前記縁領域または前記上面領域に基づいて前記容器または前記採取対象の状態を判定する状態判定ステップと、を備えることを特徴とする画像処理方法である。

【0010】

また本発明は、画像を複数の領域に分割する画像処理方法であって、Convolution処理およびPooling処理に用いられるカーネルの要素間に所定数のゼロを挿入することによりダイレイトカーネルを作成するステップと、前記ダイレイトカーネルを用いてConvolution処理およびPooling処理を実行するステップと、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、単一のカメラで取得した画像により、容器または採取対象の状態を判定可能な画像処理装置、自動分析システム及び画像処理方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】自動分析システムのハードウェア構成の一例を示す図である。

【図2】実施例1の機能ブロック図の一例である。

【図3】実施例1の処理の流れの一例を示す図である。

【図4】領域分割処理の結果の一例を示す図である。

【図5】容器の縁領域を算出することについて説明する図である。

【図6A】容器の種別の判定に用いられるテーブルの一例を示す図である。

【図6B】容器の種別から容器の長さ等を求めるためのテーブルの一例を示す図である。

【図7】Convolution処理の概念を示す図である。

【図8】Pooling処理の概念を示す図である。

【図9】FCN(Fully Convolutional Networks)による領域分割処理の一例を示す図である。

【図10】FCNによる高解像度領域分割処理の一例を示す図である。

【図11】Convolution処理とDilated Convolution処理におけるカーネルの一例を示す図である。

【図12】Pooling処理とDilated Pooling処理におけるカーネルの一例を示す図である。

【図13】ダイレイト処理の概念を示す図である。

【図14】ダイレイトカーネルを用いた領域分割の手順の一例を示す図である。

【図15】ダイレイトカーネルを用いた領域分割について説明する図である。

10

20

30

40

50

- 【図16】実施例2の処理の流れの一例を示す図である。
- 【図17】採取対象の上面領域の算出について説明する図である。
- 【図18A】非テレセントリックでの上方画像の一例を示す図である。
- 【図18B】テレセントリックでの上方画像の一例を示す図である。
- 【図18C】テレセントリックでの斜方画像の一例を示す図である。
- 【図19】容器の縁から採取対象の上面までの距離を求めるためのテーブルの一例を示す図である。
- 【図20】実施例3の処理の流れの一例を示す図である。
- 【図21A】非テレセントリックでの上方画像に基づく傾き判定を説明する図である。
- 【図21B】テレセントリックでの上方画像に基づく傾き判定を説明する図である。
- 【図22A】非テレセントリックでの上方画像に基づく傾き角度の算出について説明する図である。
- 【図22B】テレセントリックでの上方画像に基づく傾き角度の算出について説明する図である。
- 【図23】実施例4の機能ブロック図の一例である。
- 【図24】実施例4の処理の流れの一例を示す図である。
- 【図25】教師信号を付与する画像のリストを表示する画面の一例を示す図である。
- 【図26】教師信号を付与する領域を指定するための操作画面の一例を示す図である。
- 【図27】教師信号を付与するための操作画面の一例を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

20

【0013】

以下、添付図面に従って本発明に係る画像処理装置、自動分析システム及び画像処理方法の好ましい実施例について説明する。なお、以下の説明及び添付図面において、同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【実施例1】

【0014】

図1を用いて本実施例の自動分析システム100のハードウェア構成の一例について説明する。自動分析システム100は、画像処理装置101と撮像部111、制御部121、採取部122、分析部123を備える。画像処理装置101は、いわゆるコンピュータであり、具体的には、入力部102、演算部103、メモリ104、出力部105を備え、撮像部111や制御部121に接続される。なお、画像処理装置101は自動分析システム100以外のシステムに備えられても良い。以下、各部について説明する。

30

【0015】

撮像部111は、容器112と、容器112に收容される採取対象113を撮像する装置であり、例えばカメラである。容器112は試験管等であり、円筒形状またはテーパ形状の一端には底面を、他端には開口部を有する。また容器112には、内径や長さの異なる複数の種別がある。採取対象113は、血液および尿等の試料や、試料に反応させられる試薬、試料と試薬を反応させた反応溶液等であり、液体または粉末である。撮像部111は単一であり、容器112の開口部側、すなわち容器112の上方に設置され、容器112と採取対象113を容器112の上方から撮像する。撮像部111によって容器112の上方から撮像された画像を上方画像と呼ぶ。撮像部111には、テレセントリックまたは非テレセントリックのレンズが取り付けられる。

40

【0016】

入力部102は、撮像部111や上方画像が記録された記録装置から上方画像のデータを受信したり、操作者がキーボードやマウス等を操作することによって生じる操作信号を受信したりするインターフェースである。上方画像はBMP、PNG、JPEG等の静止画像でも良いし、MPEG、H.264等の動画から一定の間隔で抽出したフレーム画像でも良い。

【0017】

50

演算部 103 は、画像処理装置 101 内での各種の処理を実行する装置であり、例えば CPU (Central Processing Unit) や FPGA (Field-Programmable Gate Array) 等である。演算部 103 によって実行される機能については、図 2 を用いて後述する。

【0018】

メモリ 104 は、演算部 103 が実行するプログラムや、パラメータ、係数、処理結果等を保存する装置であり、HDD や RAM、ROM、フラッシュメモリ等である。

【0019】

出力部 105 は、演算部 103 による処理の結果を外部に送信するインターフェースであり、例えばディスプレイ、プリンタ等の表示装置や、処理の結果を記録する記録装置、その他の装置を制御する制御装置に対して、処理の結果を出力する。図 1 には、その他の装置を制御する制御装置の一例である制御部 121 に処理の結果が出力されることが例示される。

10

【0020】

制御部 121 は、出力部 105 から出力された処理の結果に基づいて、採取部 122 の動作を制御する装置であり、具体的には CPU (Central Processing Unit) 等である。

【0021】

採取部 122 は、制御部 121 によって、容器 112 から採取対象 113 を採取する装置であり、例えば分注プローブ等である。

【0022】

分析部 123 は、採取対象 113 を用いて分析を行う装置であり、例えば免疫分析装置等である。分析部 123 による分析の結果は、ディスプレイ等に表示される。

20

【0023】

図 2 を用いて本実施例の機能ブロック図の一例について説明する。なおこれらの機能は、専用のハードウェアで構成されても良いし、演算部 103 上で動作するソフトウェアで構成されても良い。本実施例は、画像取得部 201 と領域算出部 202 と状態判定部 203 を備える。以下、各部について説明する。

【0024】

画像取得部 201 は、撮像部 111 によって撮像された上方画像 212 を取得する。上方画像 212 には、容器 112 の縁 213 と内壁 214、採取対象 113 の上面 215、混在物 216、固定部 217 が含まれる。混在物 216 は採取対象 113 の内部や上面に存在する気泡や脂質等である。固定部 217 は容器 112 を固定するホルダ等である。上方画像 212 に含まれる各部については側面図 211 も参照されたい。

30

【0025】

領域算出部 202 は、画像取得部 201 によって取得された上方画像 212 から、各部のいずれかの領域、例えば容器 112 の縁 213 の領域や採取対象 113 の上面 215 の領域を算出する。領域を算出するには、画像の輝度値を用いた閾値処理や、FCN (Fully Convolutional Networks) を用いた領域分割処理等が実行される。

【0026】

状態判定部 203 は、領域算出部 202 によって算出されたいずれかの領域に基づいて、容器 112 や採取対象 113 の状態、例えば容器 112 の種別や、容器 112 の傾き、採取対象 113 の量を判定する。

40

【0027】

図 3 を用いて、本実施例の処理の流れの一例について説明する。本実施例では、上方画像 212 から算出される容器 112 の縁 213 の領域に基づいて、容器 112 の種別が判定される。

【0028】

(S301)

画像取得部 201 が入力部 102 を介して上方画像 212 を取得する。取得される上方画像 212 は、撮像部 111 で撮影された画像であっても、図示されない記録装置等に記録される画像であっても良い。

50

【 0 0 2 9 】

(S 3 0 2)

領域算出部 2 0 2 が S 3 0 1 で取得された上方画像 2 1 2 から容器 1 1 2 の縁 2 1 3 の領域を算出する。縁 2 1 3 の領域を算出するには、上方画像 2 1 2 の輝度値を用いた閾値処理や、FCNを用いた領域分割処理等のいずれかの処理が実行される。FCNを用いた領域分割処理については図 7 ~ 図 1 5 を用いて後述する。

【 0 0 3 0 】

図 4 を用いて上方画像 2 1 2 を領域分割処理して得られた領域分割像 4 0 1 の一例について説明する。領域分割像 4 0 1 は、縁領域 4 0 2、内壁領域 4 0 3、上面領域 4 0 4、背景領域 4 0 5 から構成される。縁領域 4 0 2 は、容器 1 1 2 の縁 2 1 3 の領域である。内壁領域 4 0 3 は、容器 1 1 2 の内壁 2 1 4 の領域であり、容器 1 1 2 の縁 2 1 3 と採取対象 1 1 3 との間の領域である。上面領域 4 0 4 は、採取対象 1 1 3 の上面 2 1 5 の領域であり、混在物 2 1 6 も上面領域 4 0 4 に含まれる。背景領域 4 0 5 は、縁領域 4 0 2 よりも外側の領域全体であり、固定部 2 1 7 も背景領域 4 0 5 に含まれる。

10

【 0 0 3 1 】

(S 3 0 3)

状態判定部 2 0 3 が、S 3 0 2 で算出された縁領域 4 0 2 に基づいて、容器 1 1 2 の種別を判定する。図 5 と図 6 を用いて本ステップについて説明する。

【 0 0 3 2 】

状態判定部 2 0 3 は、S 3 0 2 での算出結果に基づいて、縁の二値化画像 5 0 1 を作成する。縁の二値化画像 5 0 1 には、縁領域 4 0 2 と、縁領域 4 0 2 以外のその他領域 5 0 3 が含まれる。縁領域 4 0 2 には例えば輝度値 0 が、その他領域 5 0 3 には輝度値 2 5 5 が与えられる。

20

【 0 0 3 3 】

状態判定部 2 0 3 は、縁の二値化画像 5 0 1 にソーベルフィルタ等を適用して縁領域 4 0 2 の境界を抽出し、縁の境界像 5 0 2 を作成する。容器 1 1 2 の縁 2 1 3 は円環形状であるので、縁の境界像 5 0 2 には容器 1 1 2 の内壁側の境界である内側境界 5 0 5 と、外壁側の境界である外側境界 5 0 6 が含まれる。

【 0 0 3 4 】

状態判定部 2 0 3 は、内側境界 5 0 5 と外側境界 5 0 6 に対して楕円フィッティングを行い、内側境界 5 0 5 と外側境界 5 0 6 の長径を算出し、内側境界 5 0 5 の長径を容器 1 1 2 の内径とし、両者の長径から次式を用いて容器 1 1 2 の厚みを求める。

30

【 0 0 3 5 】

【数 1】

$$D = (L_o - L_c)/2$$

【 0 0 3 6 】

ここで D は容器 1 1 2 の厚み、L o は外側境界 5 0 6 の長径、L c は内側境界 5 0 5 の長径である。

40

【 0 0 3 7 】

なお短径ではなく長径を用いる理由は、容器 1 1 2 の傾きの影響を低減するためである。すなわち、容器 1 1 2 が直立状態から傾くに従い、内側境界 5 0 5 と外側境界 5 0 6 の短径は短くなるのに対し長径は変化しにくいからである。楕円フィッティングには、内側境界 5 0 5 または外側境界 5 0 6 の全点が用いられても良いし、内側境界 5 0 5 または外側境界 5 0 6 から任意に抽出される少なくとも 3 つの抽出点 5 0 8 が用いられても良い。抽出点 5 0 8 には、例えば縁領域 4 0 2 の各座標を算術平均することで求められる重心 5 0 7 から上下左右方向にスキャンすることにより、内側境界 5 0 5 または外側境界 5 0 6 に達した点が抽出される。

50

【 0 0 3 8 】

状態判定部 2 0 3 は、内側境界 5 0 5 と外側境界 5 0 6 の長径から求められた容器 1 1 2 の内径と厚みを、図 6 A に例示されるテーブルと照合することにより、容器 1 1 2 の種別を判定する。例えば、求められた容器 1 1 2 の内径が 6 0 ピクセル、厚みが 1 0 ピクセルであった場合、容器の種別が であると判定される。なお求められた内径と厚みがテーブル中のいずれの項目に該当するかは、求められた値と各項目の数値との差分の絶対値によって判定されても良い。例えば求められた内径が 9 8 ピクセル、厚みが 6 ピクセルであった場合、テーブルからは内径 1 0 0 ピクセルと厚み 6 ピクセルが選択され、容器 1 1 2 の種別は であると判定される。

【 0 0 3 9 】

なお図 6 A に例示されるテーブルは、複数の種別の容器 1 1 2 の内径や厚みが計測されることにより予め作成され、メモリ 1 0 4 等に保管される。またテーブル中の空欄は未知容器を示し、本ステップで求められた内径と厚みが空欄に該当した場合、上方画像 2 1 2 に含まれる容器 1 1 2 は未知容器であると判定される。

【 0 0 4 0 】

(S 3 0 4)

出力部 1 0 5 が、S 3 0 3 で判定された容器 1 1 2 の種別を出力する。判定の結果は、例えば制御部 1 2 1 へ送信され、制御部 1 2 1 は判定の結果に基づいて採取部 1 2 2 を制御する。例えば、容器 1 1 2 が未知容器であると判定された場合、制御部 1 2 1 は採取部 1 2 2 を停止させても良い。容器 1 1 2 が未知容器であるとき、採取部 1 2 2 を停止させることにより、採取部 1 2 2 と容器 1 1 2 との衝突を避けることができる。

【 0 0 4 1 】

また、容器 1 1 2 の種別に応じて、制御部 1 2 1 は採取部 1 2 2 の高さを調整しても良い。例えば判定結果である容器 1 1 2 の種別が図 6 B に例示されるテーブルに照合されることにより取得される容器 1 1 2 の長さに基づいて、採取部 1 2 2 の高さが調整されても良い。なお図 6 B に例示されるテーブルは、複数の種別の容器 1 1 2 の内径や厚み、長さ、テーパの有無が計測されることにより予め作成され、メモリ 1 0 4 等に保管され、必要に応じて参照される。

【 0 0 4 2 】

また、出力部 1 0 5 は判定の結果をディスプレイやプリンタへ出力し、容器 1 1 2 の種別を操作者に提示しても良いし、未知容器である場合には容器 1 1 2 の変更を促すメッセージが表示されても良い。さらに出力部 1 0 5 は、他の画像処理装置へ容器 1 1 2 の種別を出力しても良く、それとともに容器 1 1 2 の種別に応じた補正処理を行った画像を出力しても良い。容器 1 1 2 の種別に応じた補正処理とは、例えば容器 1 1 2 の内径に応じて画像サイズを正規化する処理であったり、容器 1 1 2 の種別に応じてコントラストを補正する処理であったりする。

【 0 0 4 3 】

以上説明した処理の流れにより、画像処理装置 1 0 1 は単一の撮像部 1 1 1 で取得された上方画像 2 1 2 により容器 1 1 2 の状態の一つである容器 1 1 2 の種別を判定できる。また自動分析システム 1 0 0 は、画像処理装置 1 0 1 による判定結果に応じて、採取部 1 2 2 を適切に制御できるので、検査効率を低下させることなく、より正確な分析を行うことができる。

【 0 0 4 4 】

ここで F C N を用いた領域分割処理について説明する。F C N は D N N (Deep Neural Network) の一つであり、全ての層を C N N (Convolutional Neural Network) で構成することで、画像を領域毎に分割する領域分割処理である。C N N は C o n v o l u t i o n 処理、P o o l i n g 処理、A c t i v a t i o n 処理の 3 つの処理から構成される。C o n v o l u t i o n 処理は入力データから特徴量のマップを作成する処理であり、P o o l i n g 処理は入力データから代表値を抽出する処理であり、A c t i v a t i o n 処理は入力データに非線形関数を適用する処理である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

図 7 を用いて Convolution 処理の動作の一例について説明する。図 7 に示すように、Convolution 処理では、入力データ I_c の左上から右下に向かって複数のピクセルの輝度値を取得する位置をスライドさせながら、取得された複数のピクセルの輝度値への係数 W_c の乗算と係数 B_c の加算を行うことにより出力データ O_c が算出される。

【 0 0 4 6 】

数 2 に Convolution 処理の算出式の一例を示す。

【 0 0 4 7 】

【 数 2 】

$$O_c(d, y, x) = \sum_{ch} \sum_{fy} \sum_{fx} (I_c(ch, y * S_y + fy, x * S_x + fx) \times W_c(d, ch, fy, fx)) + B_c(d)$$

where $fy \in [0, Fy], fx \in [0, Fx]$

10

【 0 0 4 8 】

ここで、入力データ I_c はチャンネル ch 、垂直方向位置 y 、水平方向位置 x の 3 つの次元を持つデータであり、出力データ O_c は特徴量番号 d 、垂直方向位置 y 、水平方向位置 x の 3 つの次元を持つデータである。また乗算係数 W_c は特徴量番号 d 、チャンネル ch 、垂直方向位置 fy 、水平方向位置 fx の 4 つの次元を持つ係数であってカーネルとも呼ばれ、加算係数 B_c は特徴量番号 d の次元を持つ係数である。なおカーネルの大きさはカーネル高さ F_y とカーネル幅 F_x によって表され、カーネルが 1 回当たりにスライドする量は垂直方向ストライド量 S_y と水平方向ストライド量 S_x によって表される。

20

【 0 0 4 9 】

また、乗算係数 W_c と加算係数 B_c は、各領域が正しく分割された画像である教師画像を入力データとして、確率的勾配降下法等を用いる機械学習により予め求められて、領域分割処理の係数としてメモリ 104 に格納される。すなわち、複数の上方画像 212 の各ピクセルが縁領域 402、内壁領域 403、上面領域 404、背景領域 405 のいずれに属するかを正しく表す教師信号を用いて機械学習が行われる。

30

【 0 0 5 0 】

図 8 を用いて Pooling 処理の動作の一例について説明する。図 8 に示すように Pooling 処理では、入力データ I_p の左上から右下に向かって複数のピクセルの輝度値を取得する位置を一定の刻み幅でスライドさせながら、取得された複数のピクセルの輝度値から代表値を抽出することにより出力データ O_p が算出される。代表値には例えば複数のピクセルの輝度値の最大値や平均値が用いられ、本実施例で抽出される代表値は最大値である。

【 0 0 5 1 】

数 3 に Pooling 処理の算出式の一例を示す。

【 0 0 5 2 】

【 数 3 】

$$O_p(ch, y, x) = \max (I_p(ch, y * S_y + fy, x * S_x + fx))$$

where $fy \in [0, Fy], fx \in [0, Fx]$

40

【 0 0 5 3 】

ここで入力データ I_p と出力データ O_p はチャンネル ch 、垂直方向位置 y 、水平方向位置 x の 3 つの次元を持つデータである。また Pooling 処理においても、Convolution

50

l u t i o n 処理と同様に、取得された複数のピクセルの輝度値にカーネルと呼ばれる係数が乗じられ、カーネルの大きさは F_y と F_x 、カーネルのストライド量は S_y と S_x によって表される。なお P o o l i n g 処理では、 $S_y = F_y$ 、 $S_x = F_x$ とする場合が多く、カーネルの全要素は 1 である。なお P o o l i n g 処理に用いられるカーネルを P カーネル、C o n v o l u t i o n 処理に用いられるカーネルを C カーネルと呼ぶ。

【 0 0 5 4 】

A c t i v a t i o n 処理は C o n v o l u t i o n 処理の出力データ O c や P o o l i n g 処理の出力データ O p に対して、数 4 や数 5 の非線形関数を適用し、例えばあるピクセルが縁領域 4 0 2 であるか否かを識別する処理である。

【 0 0 5 5 】

【数 4】

$$\tanh(a) = \frac{e^a - e^{-a}}{e^a + e^{-a}}$$

【 0 0 5 6 】

【数 5】

$$ReLU(a) = \max(0, a)$$

【 0 0 5 7 】

C N N は上記の C o n v o l u t i o n 処理、P o o l i n g 処理、A c t i v a t i o n 処理を組み合わせ、特徴量や識別結果を得る。F C N は C N N のみで構成された領域分割器であり、任意サイズの画像を入力することが可能である。

【 0 0 5 8 】

図 9 に F C N による領域分割処理の一例を示す。入力画像 9 0 1 は F C N に入力される画像であり、幅と高さがいずれも 8 ピクセルであるとする。1 番目のカーネル 9 0 2 は各層における最初の処理対象領域を示している。網掛け部分は処理対象箇所を表す。2 番目のカーネル 9 0 3 は各層における 2 番目の処理対象領域を示している。1 番目のカーネル 9 0 2 と 2 番目のカーネル 9 0 3 のずれ量はストライド量 S_y 、 S_x によって決定される。

【 0 0 5 9 】

1 層目出力データ 9 0 4 は、入力画像 9 0 1 に C o n v o l u t i o n 処理を適用した結果、2 層目出力データ 9 0 5 は 1 層目出力データ 9 0 4 に P o o l i n g 処理を適用した結果である。また 3 層目出力データ 9 0 6 は 2 層目出力データ 9 0 5 に C o n v o l u t i o n 処理を適用した結果、4 層目出力データ 9 0 7 は 3 層目出力データ 9 0 6 に P o o l i n g 処理を適用した結果である。さらに領域分割結果 9 0 8 は 4 層目出力データ 9 0 7 が入力画像中のどの位置の識別結果に相当するかを表す。なお C o n v o l u t i o n 処理および P o o l i n g 処理のカーネルサイズ F_y 、 F_x とストライド量 S_y 、 S_x は図 9 に記載の通りである。

【 0 0 6 0 】

図 9 に示す通りストライド量が 2 以上の処理が実行される毎に、各層の出力データはストライド量に応じてサイズが縮小する。最終出力である 4 層目出力データ 9 0 7 は 2×2 ピクセルまで縮小しており、入力画像 9 0 1 上に当てはめられるのは領域分割結果 9 0 8 の黒マスに示した 4 箇所を過ぎない。すなわち領域分割結果 9 0 8 の黒マスの識別結果しか得られておらず、白マス部分は識別結果が得られていない状態であり、低解像度の領域分割処理となる。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

図10を用いて高解像度の領域分割処理について説明する。図10では取得位置の異なる画像をFCNに入力し、各画像に対する領域分割結果を取得する。すなわち第1の入力画像1001、第2の入力画像1002、第3の入力画像1003、第4の入力画像1004、...が入力され、第1の領域分割結果1005、第2の領域分割結果1006、第3の領域分割結果1007、第4の領域分割結果1008、...が取得される。なお第1の入力画像1001は、図9の入力画像901と同じ画像であり、第2の入力画像1002は入力画像901を1ピクセル右に、第3の入力画像1003は2ピクセル右に、第4の入力画像1004は1ピクセル下に、それぞれスライドさせた画像である。ピクセルのスライドにより画素が存在しない部分には輝度値0や隣接画素の輝度値が埋められる。取得された複数の領域分割結果を統合することにより、統合領域分割結果1009が得られる。図10の領域分割処理によれば、高解像度の領域分割結果を取得できるものの、領域分割処理の回数が増え、例えば図10の例では16回となるので処理時間も増大する。

10

【0062】

そこで本実施例では、FCNのConvolution処理とPooling処理に用いられるカーネルをダイレイト処理により変更し、1回の領域分割処理で高解像度の領域分割結果を取得する。ダイレイト処理とはカーネルの要素間に所定数のゼロを挿入し、カーネルを拡大する処理であり、ダイレイト処理後のカーネルをダイレイトカーネルあるいはDカーネルと呼ぶ。またDカーネルを用いるConvolution処理およびPooling処理をDilated Convolution処理、Dilated Pooling処理と呼ぶ。

20

【0063】

図11を用いてDilated Convolution処理におけるDカーネルの一例について説明する。Cカーネル1101はConvolution処理に用いられるカーネルの一例であり、a~iの9個の要素で構成される。DCカーネル1102はDilated Convolution処理に用いられるカーネルの一例であり、Cカーネル1101の要素間のそれぞれに1つのゼロが挿入されて構成される。なお挿入されるゼロの数に1を加算した値をダイレイト量Dy、Dxと呼び、図11のDCカーネル1102はDy、Dx = 2、2である。

【0064】

数6にDilated Convolution処理の算出式の一例を示す。

30

【0065】

【数6】

$$Oc(d, y, x) = \sum_{ch} \sum_{fy} \sum_{fx} (Ic(ch, y * Sy + fy * Dy, x * Sx + fx * Dx) \times Wc(d, ch, fy, fx)) + Bc(d)$$

where $fy \in [0, Fy], fx \in [0, Fx]$

【0066】

数6において、Dy、Dx = 1、1とすると数2になる。

【0067】

40

図12を用いてDilated Pooling処理におけるDカーネルの一例について説明する。Pカーネル1201はPooling処理に用いられるカーネルの一例であり、9個の全要素が1で構成される。DPカーネル1202はDilated Pooling処理に用いられるカーネルの一例であり、Pカーネル1201の要素間のそれぞれに1つのゼロが挿入されて構成される。ダイレイト量Dy、Dxに関しては、Dilated Convolution処理と同様であり、図12のDPカーネル1202もDy、Dx = 2、2である。

【0068】

数7にDilated Pooling処理の算出式の一例を示す。

【0069】

50

【数 7】

$$Op(ch, y, x) = \max(Ic(ch, y * Sy + fy * Dy, x * Sx + fx * Dx)$$

$$where\ fy \in [0, Fy],\ fx \in [0, Fx]$$

【0070】

数 7 において、 Dy 、 $Dx = 1$ 、 1 とすると数 3 になる。

【0071】

図 13 を用いて Dilated Convolution 処理と Dilated Pooling 処理について説明する。1 番目のカーネル 1301 および 2 番目のカーネル 1302 は Convolution 処理または Pooling 処理に用いられるカーネルである。また 1 番目の Dカーネル 1303 および 2 番目の Dカーネル 1304 は Dilated Convolution 処理または Dilated Pooling 処理に用いられるカーネルである。カーネルサイズ Fy 、 Fx はいずれも 3、ストライド量 Sy 、 Sx はいずれも 2 である。

10

【0072】

Convolution 処理または Pooling 処理は、ダイレイト量 Dy 、 Dx をいずれも 1 とした場合の Dilated Convolution 処理または Dilated Pooling 処理に相当する。また 1 番目の Dカーネル 1303 および 2 番目の Dカーネル 1304 のダイレイト量 Dy 、 Dx はいずれも 2 である。

20

【0073】

なお各カーネルの処理範囲には、入力データ外の領域が含まれる場合がある。例えば 2 番目のカーネル 1302 の場合、1 行目が入力データ外の領域にあたる。本実施例では入力データ外の領域に輝度値 0 が埋められる。また Dilated Convolution 処理と Dilated Pooling 処理を用いた FCN を DFCN (Dilated FCN) と呼ぶ。

【0074】

図 14 を用いて FCN モデルを DFCN モデルに変換する処理の流れの一例について説明する。図 14 の処理の流れでは FCN モデルを入力し、垂直方向 Ky 、水平方向 Kx ピクセル単位の領域分割結果を算出する DFCN モデルを出力する。 Ky 、 Kx は 1 に近いほど高解像度であり、大きな値になるほど解像度が低下するものの処理速度が高速になる。ただし、 Ky 、 Kx は FCN モデル内の全層のストライド量の積 Psy 、 Psx の約数の 1 つであるとする。また、FCN モデルは Convolution 層、Pooling 層、Activation 層のいずれかで構成されているとする。Convolution 層、Pooling 層、Activation 層はそれぞれ Convolution 処理、Pooling 処理、Activation 処理を行う。

30

【0075】

S1401 では変数 L が初期化される。変数 L は処理対象となる層のインデックスを表す。

40

【0076】

S1402 では層の型が判定される。層の型が Convolution 層または Pooling 層であれば S1403 に遷移し、Activation 層であれば S1406 に遷移する。

【0077】

S1403 では層の型が変換される。 L 層目が Convolution 層であれば Dilated Convolution 層に、Pooling 層であれば Dilated Pooling 層に変換される。なお変換後の Dilated Convolution 層や Dilated Pooling 層のカーネルのサイズ、カーネルの種類数、カーネルの係数、プーリングサイズ等のパラメータは変換前の Convolution 層や Poo

50

l i n g 層の設定値と同じである。

【 0 0 7 8 】

S 1 4 0 4 では L 層目のダイレート量が決定される。垂直方向のダイレート量 D_y の決定手順の一例について説明する。なお水平方向のダイレート量 D_x についても添え字を y から x に読み替えることで同様に決定される。まず入力された F C N モデルの 0 層目から L - 1 層目までの垂直方向のストライド量 S_y の積 $P S_y$ が算出される。次にストライド量 S_y の積 $P S_y$ と領域分割結果の垂直方向の刻み幅 K_y との最大公約数 $G C_y$ が求められる。ストライド量 S_y の積 $P S_y$ と最大公約数 $G C_y$ が次式に代入され、L 層目の垂直方向のダイレート量 D_y が決定される。

【 0 0 7 9 】

【数 8】

$$D_y = P S_y / G C_y$$

【 0 0 8 0 】

さらに次式により刻み幅 K_y が更新される。

【 0 0 8 1 】

【数 9】

$$K_y = K_y / G C_y$$

【 0 0 8 2 】

S 1 4 0 5 では L 層目のストライド量が決定される。垂直方向のストライド量 S_y の決定手順の一例について説明する。なお水平方向のストライド量 S_x についても添え字を y から x に読み替えることで同様に決定される。1 4 0 4 にて算出された最大公約数 $G C_y$ が次式に代入され、L 層目の垂直方向のストライド量 S_y が決定される。

【 0 0 8 3 】

【数 1 0】

$$S_y = G C_y$$

【 0 0 8 4 】

S 1 4 0 6 では変数 L がインクリメントされる。すなわち処理対象が次の層に切り替えられる。

【 0 0 8 5 】

S 1 4 0 7 では全ての層に対する変換処理が完了したか否かが判定される。例えば変数 L が F C N モデルを構成する層の数以上であれば完了、そうでなければ未完了と判定される。完了であれば処理の流れは終了し、未完了であれば S 1 4 0 2 に遷移する。

【 0 0 8 6 】

以上の処理の流れにより F C N モデルを、高解像度の領域分割結果を高速に得ることが可能な D F C N モデルに変換することができる。

【 0 0 8 7 】

図 1 5 に D F C N による領域分割処理の一例を示す。入力画像 1 5 0 1 は D F C N に入力される画像であり、幅と高さがいずれも 8 ピクセルであるとする。1 番目のカーネル 1 5 0 2 は各層における最初の処理対象領域を示している。網掛け部分は処理対象箇所を表す。2 番目のカーネル 1 5 0 3 は各層における 2 番目の処理対象領域を示している。

【 0 0 8 8 】

10

20

30

40

50

1層目出力データ1504は、入力画像1501にDilated Convolution処理を適用した結果、2層目出力データ1505は1層目出力データ1504にDilated Pooling処理を適用した結果である。また3層目出力データ1506は2層目出力データ1505にDilated Convolution処理を適用した結果、4層目出力データ1507は3層目出力データ1506にDilated Pooling処理を適用した結果である。各層の処理により解像度の低下が生じないため、4層目出力データ1507は入力画像1501と同じ解像度を有する領域分割結果となる。

【0089】

FCNで高解像度の領域分割結果を得るには、図10に示したように取得位置の異なる画像毎に領域分割処理をする必要があり、一部の処理が重複しているために処理時間が増大していた。DFCNによる領域分割処理では、高解像度のFCNでは重複していた処理を一度に済ませられるので、高解像度の領域分割結果を高速に得ることができる。

10

【0090】

なお図14ではFCNモデルをDFCNモデルに変換することについて説明したが、最初からDFCNモデルを構築しても良い。また一定サイズの入力画像を識別対象とするDNNベースの画像識別器からFCNへ変換し、さらにDFCNへ変換しても良い。領域分割のための機械学習は、DNNベースの画像識別器、FCN、DFCNのいずれのモデルで行っても良い。

【実施例2】

20

【0091】

実施例1では、上方画像212から算出される容器112の縁領域402に基づいて、容器112の種別が判定されることについて説明した。画像処理装置101が出力する判定結果は、容器112の種別に限られない。本実施例では、上方画像212から算出される容器112の縁領域402と採取対象113の上面領域404に基づいて、採取対象113の量が判定されることについて説明する。なお、本実施例のハードウェア構成と機能ブロック図は実施例1と同じであるので説明を省略する。

【0092】

図16を用いて、本実施例の処理の流れの一例について説明する。なおS301～S303は実施例1と同じ処理であるので説明を省略し、S303以降のS1604～S1606について説明する。

30

【0093】

(S1604)

領域算出部202がS301で取得された上方画像212から採取対象113の上面領域404を算出する。上面領域404の算出には、S302と同様に、上方画像212の輝度値を用いた閾値処理や、FCNやDFCNを用いた領域分割処理等が実行される。

【0094】

(S1605)

状態判定部203が、S302で算出された縁領域402とS1604で算出された上面領域404とに基づいて、採取対象113の量を判定する。図17と図18を用いて本ステップについて説明する。まず図17を用いて、上面領域404について説明する。

40

【0095】

状態判定部203は、S1604での算出結果に基づいて、採取対象113の上面の二値化画像1701を作成する。上面の二値化画像1701には、上面領域404と、上面領域404以外のその他領域1704が含まれる。上面領域404には例えば輝度値0が、その他領域1704には輝度値255が与えられる。

【0096】

状態判定部203は、上面の二値化画像1701にソーベルフィルタ等を適用して上面領域404の境界を抽出し、上面の境界画像1702を作成する。上面の境界画像1702には上面境界1705が含まれる。状態判定部203は、上面境界1705から任意に

50

抽出される少なくとも3つの抽出点1706に対して楕円フィッティングを行い、上面領域404の長径と短径を算出する。なお上面領域404の短径は、容器112が傾いても長径に比べて変化しにくいので、以降の処理で用いられる。

【0097】

図18を用いて採取対象113の量の判定について説明する。なお、撮像部111のレンズが非テレセントリックである場合とテレセントリックである場合とについてそれぞれ説明する。レンズが非テレセントリックである場合、撮像部111から被撮像物までの距離が長くなるに従って被撮像物の大きさは小さくなるのに対し、テレセントリックである場合、撮像部111から被撮像物までの距離にかかわらず被撮像物の大きさは同じである。

【0098】

図18Aを用いて非テレセントリックの場合について説明する。図18Aには、採取対象113が多量時と少量時の側面図または上方画像、すなわち多量時の側面図1801と多量時の上方画像1802、少量時の側面図1804と少量時の上方画像1805が示される。多量時の上方画像1802と少量時の上方画像1805との比較から分かるように、多量時の上面1803は少量時の上面1806よりも面積が大きい。そこで状態判定部203は、上面領域404の短径に基づいて採取対象113の量を判定する。

【0099】

具体的には、まず上面領域404の短径が図19に例示されるテーブルと照合されて、容器112の縁213から採取対象113の上面215までの距離Hが求められる。なお図19のテーブルは、複数の種別の容器112に異なる量の採取対象113が収容されたときの上面領域404の短径や距離Hが計測されることにより予め作成され、メモリ104等に保管される。次に縁領域402に基づいて判定される容器112の種別が図6Bのテーブルに照合されて、容器112の長さGと内径Dが求められる。そして距離Hと長さG、内径Dが次式に代入され、採取対象113の量Qが求められる。

【0100】

【数11】

$$Q = \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * (G - H)$$

【0101】

なお数11は容器112の内径Dが距離Hによらず一定である場合の式である。容器112がテーパ形状等を有し、距離Hによって容器112の内径Dが変わる場合には、距離Hと内径Dとの関係がメモリ104等に予め保管され、必要に応じて参照されることにより、数11を用いて採取対象113の量Qが求められる。

【0102】

図18Bを用いてテレセントリックの場合について説明する。図18Bにも図18Aと同様に、多量時の側面図1801と多量時の上方画像1802、少量時の側面図1804と少量時の上方画像1805が示される。多量時の上方画像1802と少量時の上方画像1805との比較から分かるように、テレセントリックの場合は多量時の上面1803と少量時の上面1806の面積は同等であり、上面領域404の短径に基づく採取対象113の量の判定ができない。

【0103】

そこでテレセントリックの場合には、図18Cに示すように撮像部111を傾けて撮像される上方画像に基づいて採取対象113の量が判定される。すなわち多量時の上方画像1802と少量時の上方画像1805との比較から分かるように、採取対象113が多量時には少量時よりも縁から上面までの距離1807が短いので、縁から上面までの距離1807に基づいて採取対象113の量が判定される。具体的には、縁から上面までの距離

10

20

30

40

50

1807をH'、鉛直方向に対する撮像部111の傾き角度を ψ とすると、次式により容器112の縁213から採取対象113の上面215までの距離Hが求められ、さらに数11により採取対象113の量Qが求められる。

【0104】

【数12】

$$H = \frac{H'}{\sin \psi}$$

10

【0105】

なお容器112がテーパ形状等を有する場合は、非テレセントリックの場合と同様に、メモリ104等に予め保管される距離Hと内径Dとの関係が必要に応じて参照され、数11を用いて採取対象113の量Qが求められる。

【0106】

(S1606)

出力部105が、S1605で判定された採取対象113の量を出力する。判定の結果は、例えば制御部121へ送信され、制御部121は判定の結果に基づいて採取部122を制御する。例えば、採取対象113の量が所定の量に達していないと判定された場合、制御部121は採取部122を停止させても良い。また、出力部105は判定の結果をディスプレイやプリンタへ出力し、採取対象113の量を操作者に提示しても良いし、採取対象113の量が所定の量に達していない場合にはその旨を示すメッセージが表示されても良い。

20

【0107】

以上説明した処理の流れにより、画像処理装置101は単一の撮像部111で取得された上方画像212により採取対象113の状態の一つである採取対象113の量を判定できる。また自動分析システム100は、画像処理装置101による判定結果に応じて、採取部122を適切に制御できるので、検査効率を低下させることなく、より正確な分析を行うことができる。

30

【実施例3】

【0108】

実施例1では容器112の種別が判定されることについて、実施例2では採取対象113の量が判定されることについて説明した。本実施例では、上方画像212から算出される容器112の縁領域402と採取対象113の上面領域404に基づいて、容器112の傾きが判定されることについて説明する。なお、本実施例のハードウェア構成と機能ブロック図は実施例1と同じであるので説明を省略する。

【0109】

図20を用いて、本実施例の処理の流れの一例について説明する。なおS301～S302は実施例1と同じ処理であり、S1604は実施例2と同じ処理であるので説明を省略し、S1604以降のS2005～S2006について説明する。

40

【0110】

(S2005)

状態判定部203が、S302で算出された縁領域402とS1604で算出された上面領域404とに基づいて、容器112の傾きを判定する。容器112の傾きの判定では、傾きの有無の判定、あるいは傾き角度の判定が行われる。

【0111】

図21を用いて容器112の傾きの有無の判定について説明する。本実施例においても撮像部111のレンズが非テレセントリックである場合とテレセントリックである場合とについてそれぞれ説明する。

50

【0112】

図21Aを用いて非テレセントリックの場合について説明する。図21Aには、容器112の直立時と傾斜時の側面図または上方画像、すなわち直立時の側面図2101と直立時の上方画像2102、傾斜時の側面図2105と傾斜時の上方画像2106が示される。直立時の上方画像2102と傾斜時の上方画像2106では、S302で算出された縁領域402とS1604で算出された上面領域404に基づいて、縁領域402の中心2103と上面領域404の中心2104が求められる。

【0113】

直立時の上方画像2102と傾斜時の上方画像2106との比較から分かるように、直立時には縁領域402の中心2103と上面領域404の中心2104は一致するのに対し、傾斜時には中心2103と中心2104は一致せず、傾斜が大きくなるに従って中心2103と中心2104との距離が大きくなる。そこで状態判定部203は、縁領域402の中心2103と上面領域404の中心2104との距離に基づいて、容器112の傾きの有無を判定する。すなわち、縁領域402の中心2103と上面領域404の中心2104との距離が予め定められた閾値以上であるときは容器112が傾いていると判定され、閾値未満であるときは傾いていないと判定される。

10

【0114】

図21Bを用いてテレセントリックの場合について説明する。図21Bにも図21Aと同様に、直立時の側面図2101と直立時の上方画像2102、傾斜時の側面図2105と傾斜時の上方画像2106が示される。また非テレセントリックの場合と同様に、縁領域402の中心2103と上面領域404の中心2104が求められ、テレセントリックの場合も中心2103と中心2104との距離に基づいて、容器112の傾きの有無が判定される。中心2103と中心2104との距離に基づく容器112の傾きの有無の判定は、容器112がテーパ形状を有する場合にも可能である。

20

【0115】

また縁領域402の中心2103と上面領域404の中心2104との距離以外にも、容器112の内壁領域403等に基づいて容器112の傾きの有無が判定されても良い。例えば、容器112の直立時に比べて傾斜時では内壁領域403の形状が変化するので、内壁領域403の幅や面積を用いて容器112の傾きの有無が判定されても良い。また内壁領域403に限らず容器112の外壁領域が容器112の傾きの有無の判定に用いられ

30

【0116】

図22を用いて容器112の傾き角度の判定について説明する。本実施例においても撮像部111のレンズが非テレセントリックである場合とテレセントリックである場合についてそれぞれ説明する。

【0117】

図22Aを用いて非テレセントリックの場合について説明する。図22Aには、容器112の傾斜時の側面図2201と傾斜時の上方画像2202が示される。傾斜時の側面図2201において容器112の傾き角度を求めるには、容器112の縁213の中心2203と採取対象113の上面215の中心2204との水平方向の距離と鉛直方向の距離が算出できれば良い。すなわち中心2203と中心2204との水平方向の距離である中心間水平距離2205と、鉛直方向の距離である中心間鉛直距離2206とから次式により、鉛直方向に対する容器112の傾き角度 θ が求められる。

40

【0118】

【数13】

$$\theta = \tan^{-1} \frac{Sh}{H}$$

50

【 0 1 1 9 】

ここで S h は中心間水平距離 2 2 0 5 であり、 H は中心間鉛直距離 2 2 0 6 である。

【 0 1 2 0 】

ただし、撮像部 1 1 1 により撮像される画像は傾斜時の上方画像 2 2 0 2 であるので、数 1 3 を用いて容器 1 1 2 の傾き角度 を求めるには、傾斜時の上方画像 2 2 0 2 から中心間水平距離 2 2 0 5 と中心間鉛直距離 2 2 0 6 を取得する必要がある。まず中心間鉛直距離 2 2 0 6 すなわち容器 1 1 2 の縁 2 1 3 から採取対象 1 1 3 の上面 2 1 5 までの距離 H は、実施例 2 で説明したように、上面領域 4 0 4 の短径を図 1 9 に例示されるテーブルと照合することにより求められる。

【 0 1 2 1 】

次に傾斜時の上方画像 2 2 0 2 から中心間水平距離 2 2 0 5 を求める。非テレセントリックの場合、撮像部 1 1 1 から被撮像物までの距離が長くなるに従って被撮像物の大きさが小さくなるので、採取対象 1 1 3 の上面 2 1 5 での長さは容器 1 1 2 の縁 2 1 3 での長さに補正されて扱われることが好ましい。具体的には、傾斜時の上方画像 2 2 0 2 における縁領域 4 0 2 の中心 2 2 0 7 と上面領域 4 0 4 の中心 2 2 0 8 との距離である領域中心間距離 2 2 0 9 は、上面領域 4 0 4 の短径と縁領域 4 0 2 の内径との比率に基づいて補正されることが好ましい。例えば、中心間水平距離 2 2 0 5 である S h は次式によって算出される。

【 0 1 2 2 】

【 数 1 4 】

$$Sh = \left\| F1 * \frac{B0}{B1} - F0 \right\|$$

【 0 1 2 3 】

ここで F 1 はレンズ中心 2 2 1 0 から上面領域 4 0 4 の中心 2 2 0 8 までの距離である第一中心間距離 2 2 1 2、 F 0 はレンズ中心 2 2 1 0 から縁領域 4 0 2 の中心 2 2 0 7 までの距離である第二中心間距離 2 2 1 1 である。また B 0 は縁領域 4 0 2 の内径 2 2 1 3、 B 1 は上面領域 4 0 4 の短径 2 2 1 4 である。数 1 4 によれば、採取対象 1 1 3 の上面 2 1 5 での長さである第二中心間距離 2 2 1 1 が容器 1 1 2 の縁 2 1 3 での長さに補正されてから第一中心間距離 2 2 1 2 との差分が演算されて、その絶対値が中心間水平距離 2 2 0 5 である S h として算出される。すなわち撮像部 1 1 1 から被撮像物までの距離に応じて変化する被撮像物の大きさが補正されて中心間水平距離 2 2 0 5 である S h が算出される。

【 0 1 2 4 】

算出された S h と先に求められた距離 H とが数 1 3 に代入されることにより、容器 1 1 2 の傾き角度 が求められる。

【 0 1 2 5 】

図 2 2 B を用いてテレセントリックの場合について説明する。図 2 2 B にも図 2 2 A と同様に、容器 1 1 2 の傾斜時の側面図 2 2 0 1 と傾斜時の上方画像 2 2 0 2 が示される。テレセントリックの場合、中心間水平距離 2 2 0 5 は、傾斜時の上方画像 2 2 0 2 における縁領域 4 0 2 の中心 2 2 0 7 と上面領域 4 0 4 の中心 2 2 0 8 との距離である領域中心間距離 2 2 0 9 として求められる。また中心間鉛直距離 2 2 0 6 は実施例 2 と同様に求められるので、中心間水平距離 2 2 0 5 と中心間鉛直距離 2 2 0 6 が数 1 3 に代入されて容器 1 1 2 の傾き角度 が求められる。

【 0 1 2 6 】

また図 1 8 C のように撮像部 1 1 1 を傾けながら撮像し、容器 1 1 2 の内壁領域 4 0 3 が上方画像に含まれなくなった時の撮像部 1 1 1 の傾斜角を容器 1 1 2 の傾き角度 とし

10

20

30

40

50

ても良い。

【 0 1 2 7 】

(S 2 0 0 6)

出力部 1 0 5 が、S 2 0 0 5 で判定された容器 1 1 2 の傾きを出力する。判定の結果は、例えば制御部 1 2 1 へ送信され、制御部 1 2 1 は判定の結果に基づいて採取部 1 2 2 を制御する。例えば、容器 1 1 2 が傾いていると判定されたり、容器 1 1 2 の傾き角度が予め定められた閾値を超過すると判定されたりした場合、制御部 1 2 1 は採取部 1 2 2 を停止させても良い。もしくは容器 1 1 2 の傾き角度に応じて、採取部 1 2 2 の位置や傾きが調整されても良い。

【 0 1 2 8 】

また出力部 1 0 5 は判定の結果をディスプレイやプリンタへ出力し、容器 1 1 2 の傾きの有無や傾き角度を操作者に提示しても良いし、傾いている容器 1 1 2 の数の比率が予め定められた閾値を超過する場合に注意を促すメッセージ等が表示されても良い。さらに出力部 1 0 5 は、他の画像処理装置へ容器 1 1 2 の傾き角度を出力しても良く、それとともに容器 1 1 2 の傾き角度に応じた補正処理を行った画像を出力しても良い。容器 1 1 2 の傾き角度に応じた補正処理とは、例えば容器 1 1 2 の傾き角度に応じて画像の座標変換をすることにより、容器 1 1 2 の傾きによる画像の変形を補正する処理等である。

【 0 1 2 9 】

以上説明した処理の流れにより、画像処理装置 1 0 1 は単一の撮像部 1 1 1 で取得された上方画像 2 1 2 により容器 1 1 2 の状態の一つである容器 1 1 2 の傾きを判定できる。また自動分析システム 1 0 0 は、画像処理装置 1 0 1 による判定結果に応じて、採取部 1 2 2 を適切に制御できるので、検査効率を低下させることなく、より正確な分析を行うことができる。

【 実施例 4 】

【 0 1 3 0 】

実施例 1 乃至 3 では、上方画像 2 1 2 から算出される容器 1 1 2 の縁領域 4 0 2 や採取対象 1 1 3 の上面領域 4 0 4 に基づいて、容器 1 1 2 や採取対象の状態が判定されることについて説明した。画像処理装置 1 0 1 が F C N や D F C N 等を用いて上方画像 2 1 2 を精度良く領域分割処理するには、機械学習に用いられる適切な教師信号が必要である。本実施例では、機械学習用の教師信号を効率的に作成することについて説明する。なお、本実施例のハードウェア構成は実施例 1 と同じであるので説明を省略する。

【 0 1 3 1 】

図 2 3 を用いて本実施例の機能ブロック図の一例について説明する。なおこれらの機能は、専用のハードウェアで構成されても良いし、演算部 1 0 3 上で動作するソフトウェアで構成されても良い。本実施例は、画像取得部 2 0 1、領域算出部 2 0 2 とともに、尤度取得部 2 3 0 1、画像選択・表示部 2 3 0 2、教師信号取得部 2 3 0 3、学習部 2 3 0 4 を備える。以下、実施例 1 で説明された画像取得部 2 0 1、領域算出部 2 0 2 以外の各部について説明する。

【 0 1 3 2 】

尤度取得部 2 3 0 1 は、領域算出部 2 0 2 によって算出された各領域中の各ピクセルが、例えば縁領域 4 0 2、内壁領域 4 0 3、上面領域 4 0 4 等のいずれの領域であるかの尤度を取得する。なお尤度はピクセル毎に総和が 1 . 0 になるように正規化され、各ピクセルの中の最大の尤度は最大尤度と呼ばれる。最大尤度が大きいピクセルは該当領域である確信度が高く、最大尤度が小さいピクセルは確信度が低いことになる。

【 0 1 3 3 】

画像選択・表示部 2 3 0 2 は、例えば画像中の各ピクセルの最大尤度に基づいて、教師信号の付与に用いられる画像を選択し、選択された画像をディスプレイ等に表示させる。

【 0 1 3 4 】

教師信号取得部 2 3 0 3 は、教師信号を含む画像である教師画像から教師信号を取得する。教師信号は操作者の操作や他の画像処理装置による領域分割処理によって付与される。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 5 】

学習部 2 3 0 4 は、教師画像に含まれる教師信号を用いて機械学習をし、領域算出部 2 0 2 が領域分割処理に用いる係数等のパラメータを算出したり、更新したりする。

【 0 1 3 6 】

図 2 4 を用いて、本実施例の処理の流れの一例について説明する。本実施例では、分割された各領域の確信度が比較的低い画像が選択・表示され、表示された画像に対して操作者が付与する教師信号を用いて機械学習が行われる。

【 0 1 3 7 】

(S 2 4 0 1)

画像選択・表示部 2 3 0 2 が、画像中の各ピクセルの尤度に基づいて、教師信号を付与するための画像を記録装置等に記録される画像群の中から選択し、ディスプレイ等に表示させる。例えば、各ピクセルの最大尤度の平均値が所定の閾値未満の画像、すなわち各領域の確信度が比較的低い画像が選択される。

10

【 0 1 3 8 】

図 2 5 を用いて、本ステップにて表示される画面の一例について説明する。図 2 5 に示される画面は、本ステップで選択された複数の画像のうち、教師信号が付与済みの画像の枚数と、未済の画像の枚数とを、容器 1 1 2 の種別毎に示す画像リストである。画像リスト中の任意のセル、例えば容器 1 1 2 の未済である 1 0 0 が表示されるセルがマウスのカーソル等によって選択されると、当該セルに対応する画像である容器 1 1 2 を含む画像が表示されても良い。

20

【 0 1 3 9 】

操作者は本画面から教師信号が付与された画像と付与されていない画像の各枚数を容器 1 1 2 の種別毎に確認でき、どの種別の容器 1 1 2 を含む画像に教師信号を付与したほうが良いかを判断できるので、教師信号を付与する作業の効率化が可能となる。なお表示される画像リストは、容器 1 1 2 の種別毎に分類されたものに限定されない。

【 0 1 4 0 】

(S 2 4 0 2)

教師信号取得部 2 3 0 3 が、操作者の操作に基づいて、S 2 4 0 1 にて表示された画像に対する教師信号を取得する。図 2 6 と図 2 7 を用いて、本ステップにて使用される画面の一例について説明する。

30

【 0 1 4 1 】

図 2 6 に示される画面は、教師信号を付与する領域を指定するための操作画面の一例であり、画像表示部 2 6 0 1、画像選択部 2 6 0 2、修正ツール 2 6 0 3、保存ボタン 2 6 0 4、読込ボタン 2 6 0 5 を有する。

【 0 1 4 2 】

画像表示部 2 6 0 1 には、画像選択部 2 6 0 2 での選択に応じた画像が表示される。画像選択部 2 6 0 2 では、画像表示部 2 6 0 1 に表示される画像の条件が選択される。図 2 6 では、画像選択部 2 6 0 2 で原画像と領域分割結果が選択されており、領域算出部 2 0 2 が原画像を領域分割した結果が画像表示部 2 6 0 1 に表示されている。

【 0 1 4 3 】

修正ツール 2 6 0 3 では、教師信号を修正したい領域が選択される。例えば修正ツール 2 6 0 3 で液面、すなわち採取対象 1 1 3 が液体であるときの上面が選択された状態で、画像表示部 2 6 0 1 に表示される画像の任意のピクセルが選択されると、選択されたピクセルは上面領域 4 0 4 の教師信号が付与される。画像表示部 2 6 0 1 に表示される画像中のピクセルの選択は、マウス等によって行われる。

40

【 0 1 4 4 】

保存ボタン 2 6 0 4 は、修正後の教師信号が保存されるときに押下されるボタンである。すなわち保存ボタン 2 6 0 4 が押下されると、教師信号取得部 2 3 0 3 は、修正ツール 2 6 0 3 を介して付与された教師信号を取得する。なお修正ツール 2 6 0 3 にて修正されなかったピクセルについてはもともとの教師信号が取得される。

50

【 0 1 4 5 】

読込ボタン 2 6 0 5 は、別の画像を選択するときを押下されるボタンである。読込ボタン 2 6 0 5 が押下されることにより、例えば画像表示部 2 6 0 1 に表示される画像が更新されても良いし、図 2 5 に例示される画面が表示されても良い。

【 0 1 4 6 】

図 2 7 に示される画面は、教師信号を付与するための操作画面の一例であり、上方画像表示部 2 7 0 1、容器種別表示部 2 7 0 2、教師信号入力部 2 7 0 3、保存ボタン 2 6 0 4、読込ボタン 2 6 0 5 を有する。保存ボタン 2 6 0 4 と読込ボタン 2 6 0 5 は図 2 6 の画面と同じ機能を有するので説明を省略する。

【 0 1 4 7 】

上方画像表示部 2 7 0 1 には、撮像部 1 1 1 により撮像された画像である上方画像 2 1 2 が表示される。図 2 7 では、採取対象 1 1 3 の上面 2 1 5 に気泡や脂質等の混在物 2 1 6 が浮いている状態が表示されている。

【 0 1 4 8 】

容器種別表示部 2 7 0 2 には、領域算出部 2 0 2 が算出した領域に基づいて判定された容器 1 1 2 の種別が内径や厚みとともに表示される。なお容器 1 1 2 の長さや印字内容、印字位置、縁周辺のスクリューの有無、底面のリブ等が表示されても良い。また容器種別表示部 2 7 0 2 に表示される各種情報は操作者によって修正されても良い。

【 0 1 4 9 】

教師信号入力部 2 7 0 3 では、上方画像表示部 2 7 0 1 に表示される画像の任意の領域に付与される教師信号が入力される。例えば、上方画像表示部 2 7 0 1 に表示される画像中の気泡や脂質等に対し、上面領域 4 0 4 に対応する教師信号が入力される。なお教師信号入力部 2 7 0 3 は、図 2 7 に例示されるようなテキストボックスに限定されず、ラジオボタンやプルダウンメニューのような選択肢が提示される形式でも良い。

【 0 1 5 0 】

図 2 6 や図 2 7 に示されるような画面の使用は、操作者による教師信号の付与の作業支援になるので教師信号を付与する作業の効率化が可能となる。

【 0 1 5 1 】

(S 2 4 0 3)

一定数以上の新たな教師画像が収集されたか否かが判別される。一定数以上の教師画像が収集されれば S 2 4 0 4 へ処理が進み、一定数に達していなければ S 2 4 0 1 へ処理が戻る。

【 0 1 5 2 】

(S 2 4 0 4)

学習部 2 3 0 4 が、一定数以上の教師画像を用いた機械学習により係数を更新する。係数の更新には、例えば確率的勾配降下法等が用いられる。係数の初期値には、メモリ 1 0 4 に保存されている係数が用いられても良いし、乱数が用いられても良い。

【 0 1 5 3 】

(S 2 4 0 5)

学習部 2 3 0 4 が、更新された係数の評価を実施する。例えば、係数の評価用に正解情報付きの画像群が予め準備され、これらの画像群に対して S 2 4 0 4 にて更新された係数と更新前の係数を用いた領域分割処理をそれぞれ実施し、正解率が上昇したか否かにより更新後の係数が評価される。

【 0 1 5 4 】

(S 2 4 0 6)

メモリ 1 0 4 内の係数を上書きするか否かが判別される。上書きされるか否かの判別には、S 2 4 0 5 の評価結果が用いられても良い。係数が上書きされるならば S 2 4 0 7 へ処理が進み、上書きされなければ処理の流れは終了となる。

【 0 1 5 5 】

(S 2 4 0 7)

10

20

30

40

50

学習部 2304 が、メモリ 104 内の係数を上書きしたり、更新前後の係数を保存したりする。

【0156】

以上説明した処理の流れにより、領域分割結果の確信度が比較的低い画像に対して、適切な教師信号が効率よく付与されるので、画像処理装置 101 は効率よく適切な機械学習を行うことができる。また気泡や異物等に対しても適切な教師信号を付与することができる。適切な機械学習によって領域分割処理の精度を向上できるので、画像処理装置 101 が容器 112 や採取対象 113 の状態をより正しく判定可能となり、自動分析システム 100 はより正確な分析を行うことができる。

【0157】

以上、本発明の複数の実施例について説明した。本発明はこれらの実施例に限定されるものではなく、さまざまな変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明をわかりやすく説明するために詳細に説明したのであり、説明したすべての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能である。さらに、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【符号の説明】

【0158】

100：自動分析システム、101：画像処理装置、102：入力部、103：演算部、104：メモリ、105：出力部、106：バス、111：撮像部、112：容器、113：採取対象、121：制御部、122：採取部、123：分析部、201：画像取得部、202：領域算出部、203：状態判定部、211：側面図、212：上方画像、213：容器の縁、214：容器の内壁、215：採取対象の上面、216：混在物、217：固定部、401：領域分割像、402：縁領域、403：内壁領域、404：上面領域、405：背景領域、501：縁の二値化像、502：縁の境界像、503：その他領域、505：内側境界、506：外側境界、507：縁領域の重心、508：抽出点、901：入力画像、902：1 番目のカーネル、903：2 番目のカーネル、904：1 層目出力データ、905：2 層目出力データ、906：3 層目出力データ、907：4 層目出力データ、908：領域分割結果、1001：第1の入力画像、1002：第2の入力画像、1003：第3の入力画像、1004：第4の入力画像、1005：第1の領域分割結果、1006：第2の領域分割結果、1007：第3の領域分割結果、1008：第4の領域分割結果、1009：統合領域分割結果、1101：Cカーネル、1102：DCカーネル、1201：Pカーネル、1202：DPカーネル、1301：1 番目のカーネル、1302：2 番目のカーネル、1303：1 番目のDカーネル、1304：2 番目のDカーネル、1501：入力画像、1502：1 番目のカーネル、1503：2 番目のカーネル、1504：1 層目出力データ、1505：2 層目出力データ、1506：3 層目出力データ、1507：4 層目出力データ、1701：上面の二値化像、1702：上面の境界画像、1704：その他領域、1705：上面境界、1706：抽出点、1801：多量時の側面図、1802：多量時の上方画像、1803：多量時の上面、1804：少量時の側面図、1805：少量時の上方画像、1806：少量時の上面、1807：縁から上面までの距離、2101：直立時の側面図、2102：直立時の上方画像、2103：縁領域の中心、2104：上面領域の中心、2105：傾斜時の側面図、2106：傾斜時の上方画像、2201：傾斜時の側面図、2202：傾斜時の上方画像、2203：縁の中心、2204：上面の中心、2205：中心間水平距離、2206：中心間鉛直距離、2207：縁領域の中心、2208：上面領域の中心、2209：領域中心間距離、2210：レンズ中心、2211：第二中心間距離、2212：第一中心間距離、2213：縁領域の内径、2214：上面領域の短径、2301：尤度取得部、2302：画像選択・表示部、2303：教師信号取得部、2304：学習部、2601：画像表示部、2602：画像選択部、2603：修正ツール、2604：保存ボタン、2605：読

10

20

30

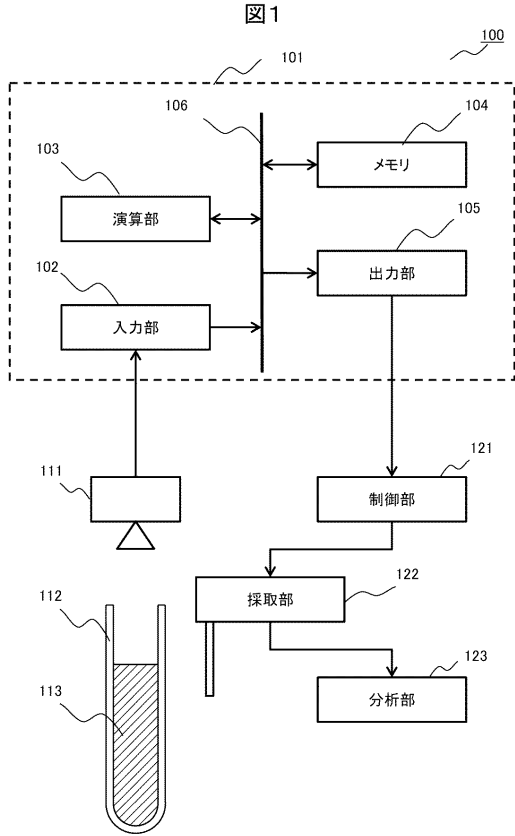
40

50

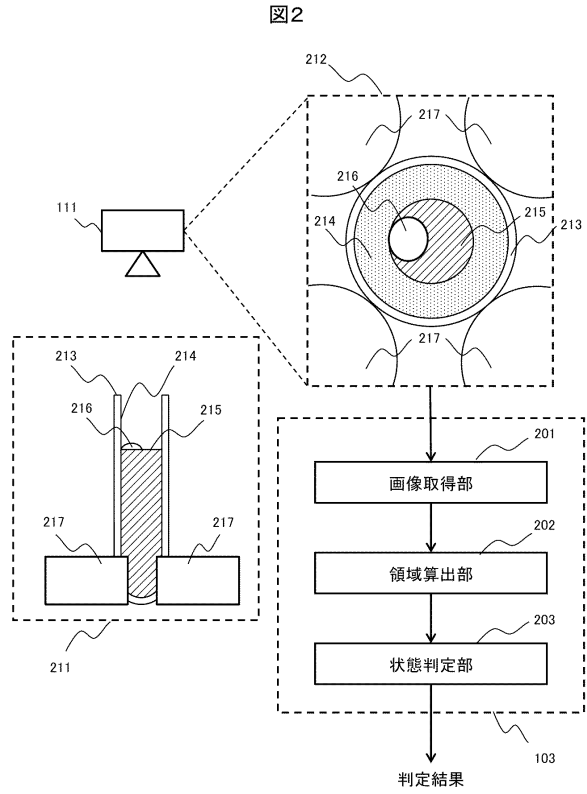
込ボタン、2701：上方画像表示部、2702：容器種別表示部、2703：教師信号入力部

【図面】

【図1】



【図2】



10

20

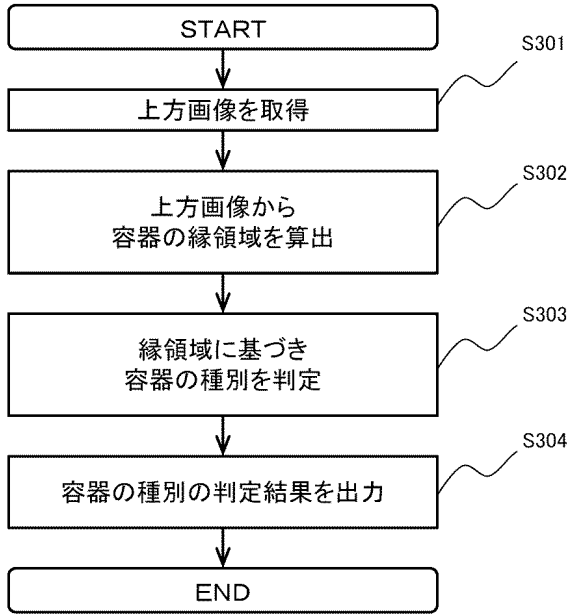
30

40

50

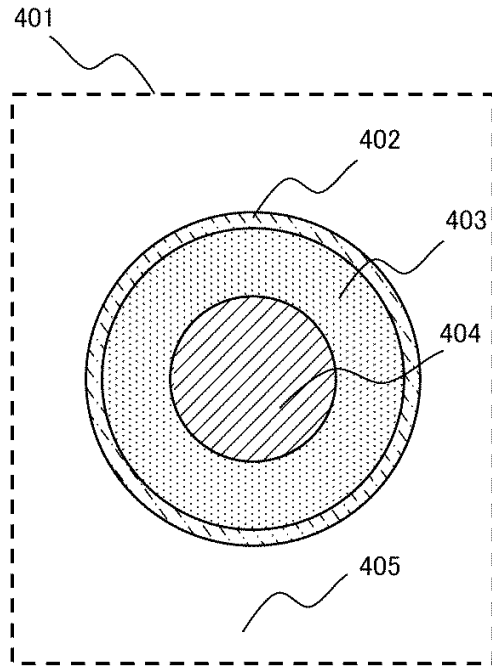
【 図 3 】

図3



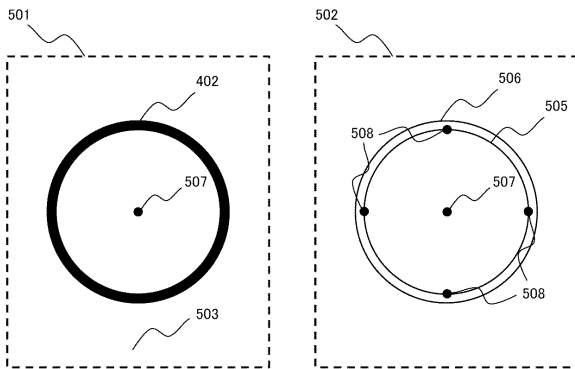
【 図 4 】

図4



【 図 5 】

図5



【 図 6 A 】

図6A

容器種別		厚み[pix]				
		2	4	6	8	10
内径 [pix]	60					α
	80					
	100		β	δ		
	120			γ		

10

20

30

40

50

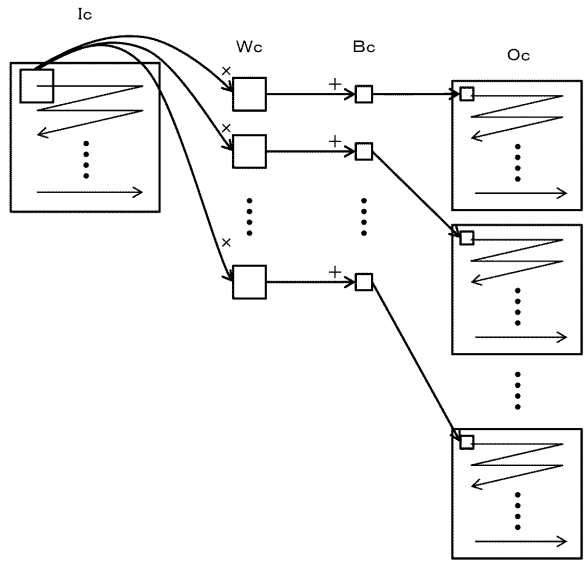
【 図 6 B 】

図6B

容器種別	厚み [pix]	内径 [pix]	長さ [mm]	テーパ
α	10	60	75	無し
β	4	100	100	有り
γ	6	120	100	有り
δ	6	100	120	無し

【 図 7 】

図7

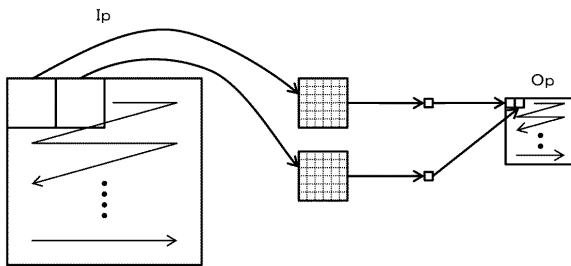


10

20

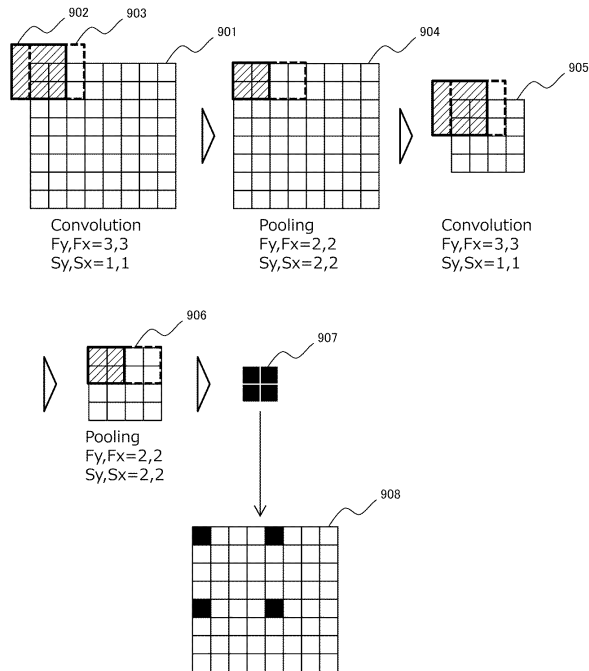
【 図 8 】

図8



【 図 9 】

図9

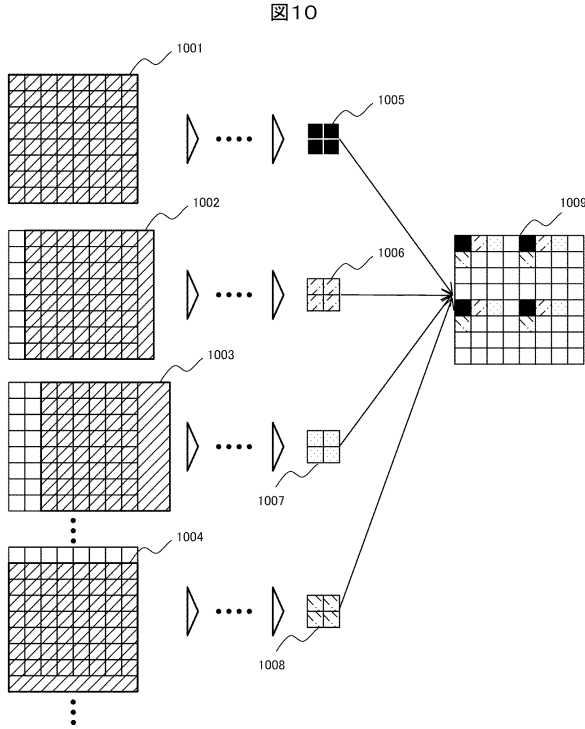


30

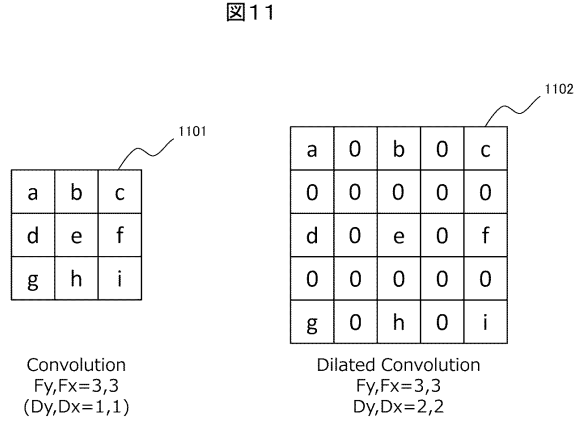
40

50

【 図 1 0 】



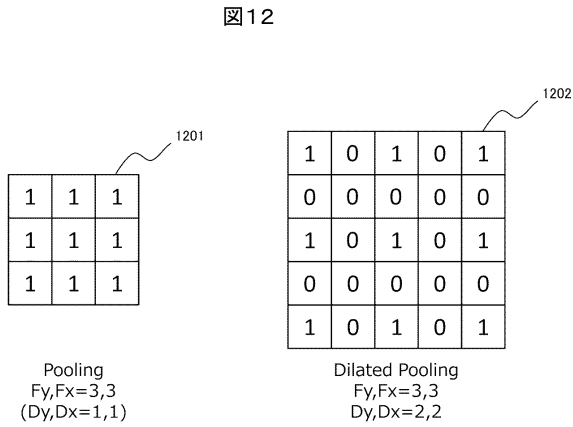
【 図 1 1 】



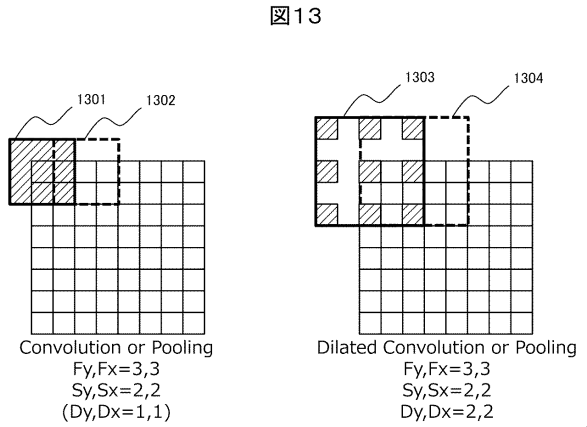
10

20

【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

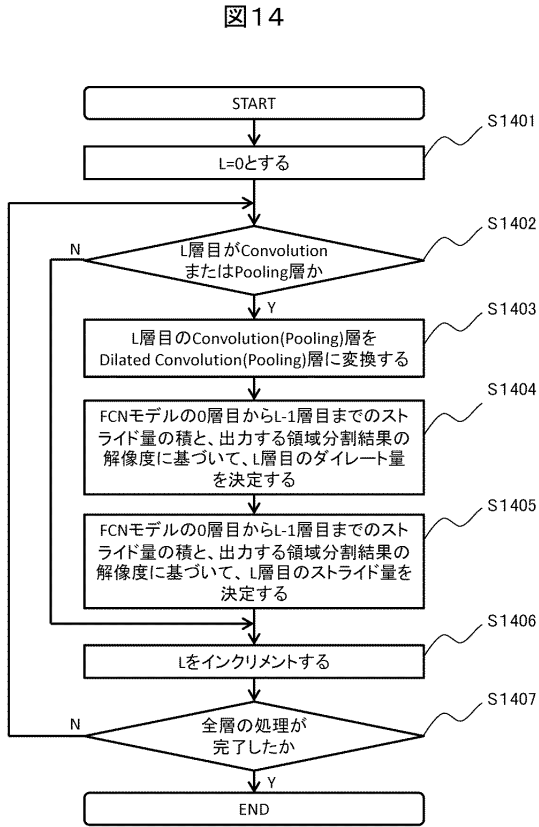


30

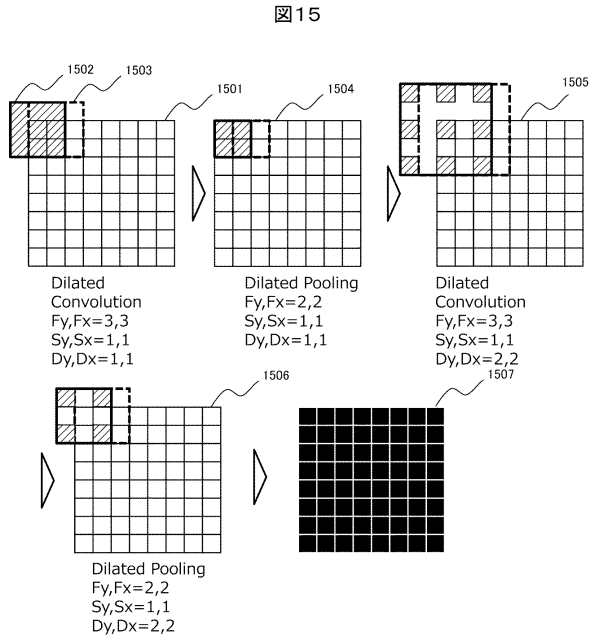
40

50

【 図 1 4 】



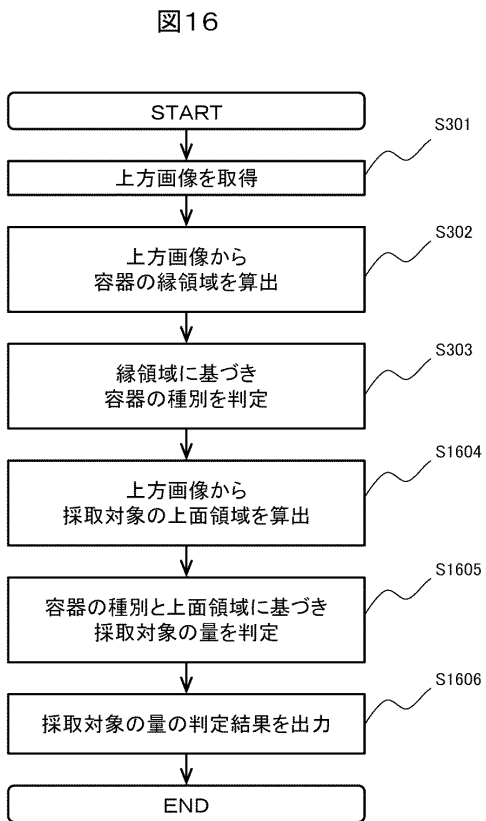
【 図 1 5 】



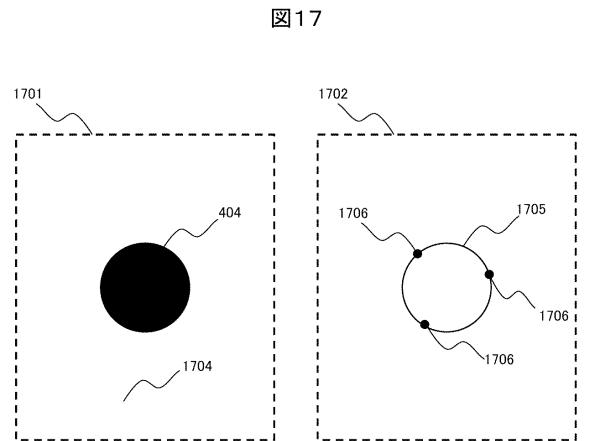
10

20

【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



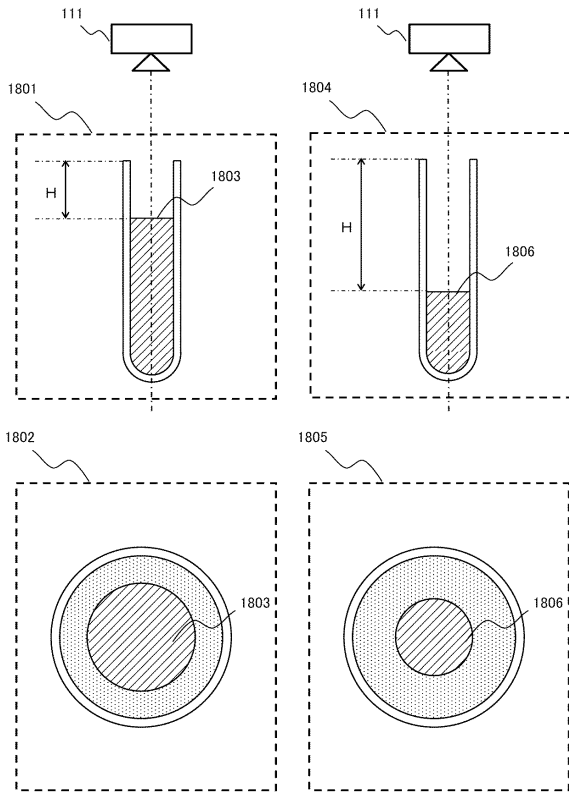
30

40

50

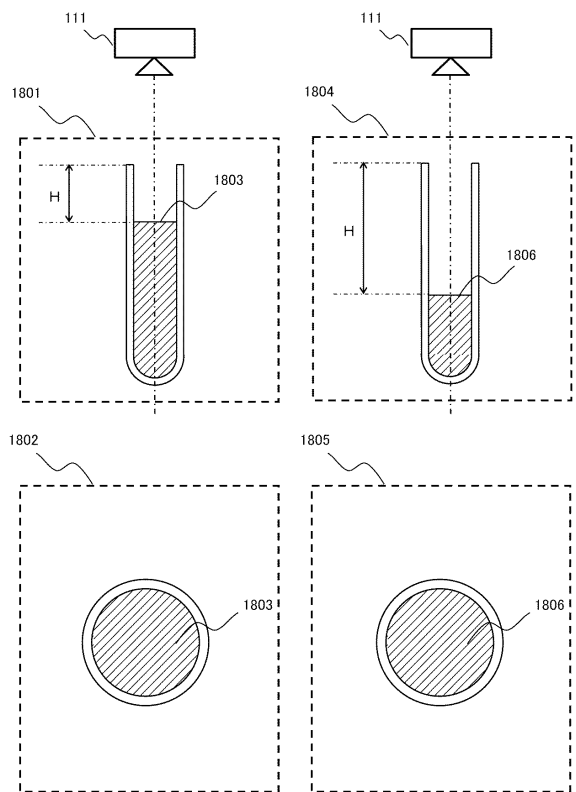
【図18A】

図18A



【図18B】

図18B

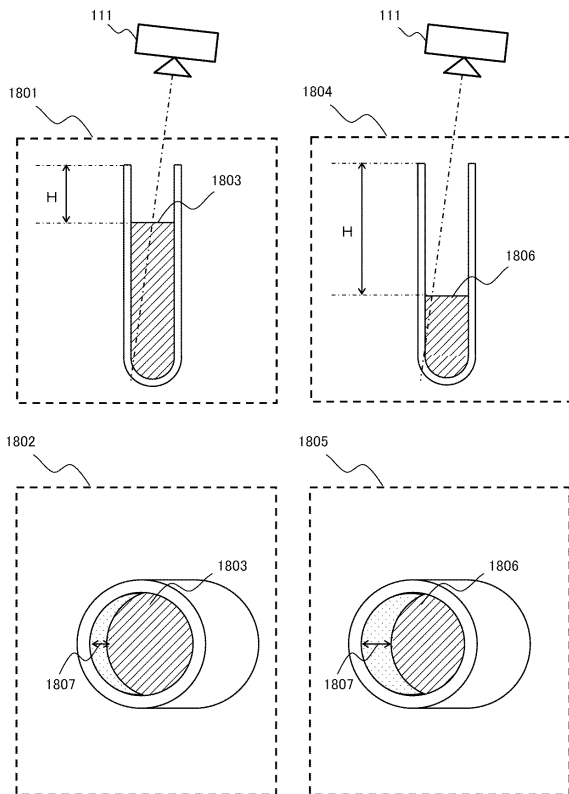


10

20

【図18C】

図18C



【図19】

図19

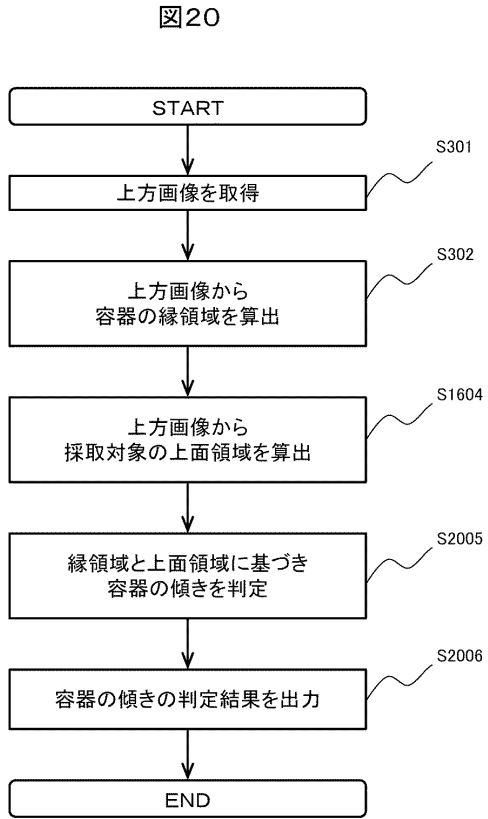
採取対象の短径 [mm]	容器の縁から採取対象の上面までの距離[mm]					
	0	5	10	...	70	...
容器 種別	α	60	60	60	60	
	β	100	100	100	50	
	γ	120	115	105	55	
	δ	100	100	100	100	

30

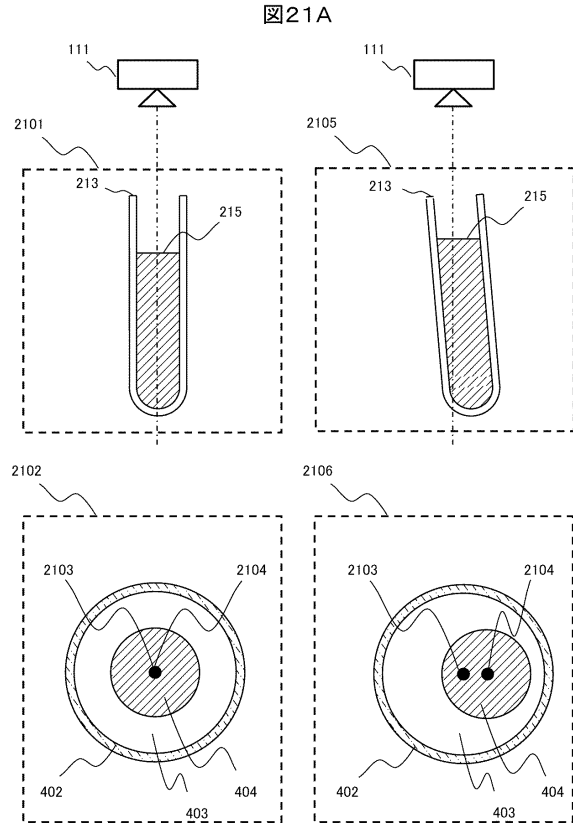
40

50

【図20】



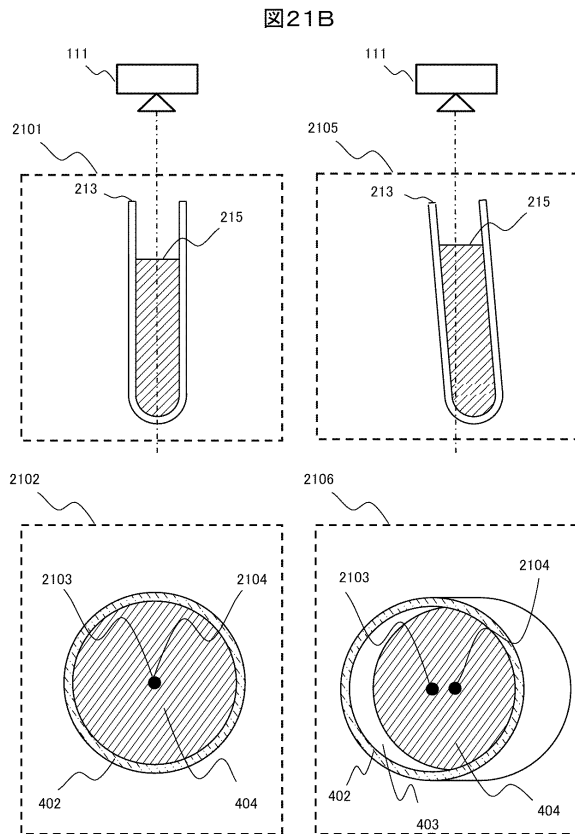
【図21A】



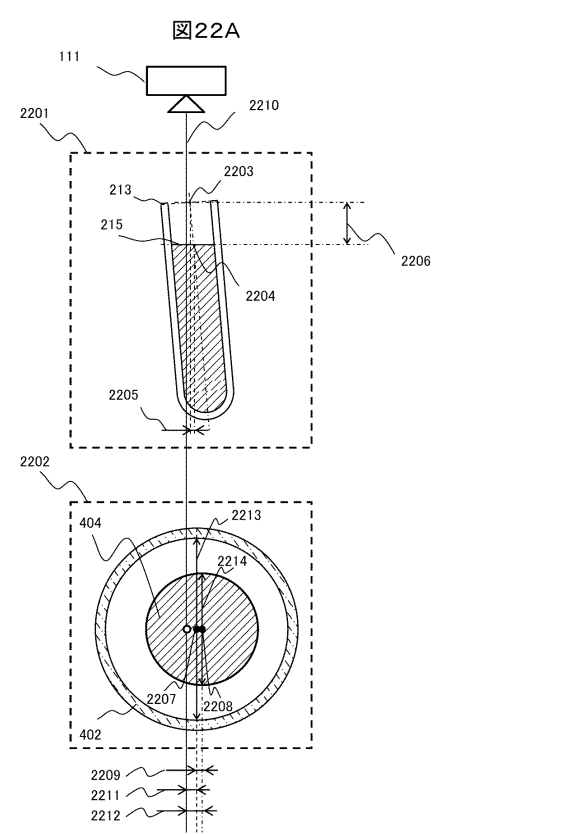
10

20

【図21B】



【図22A】

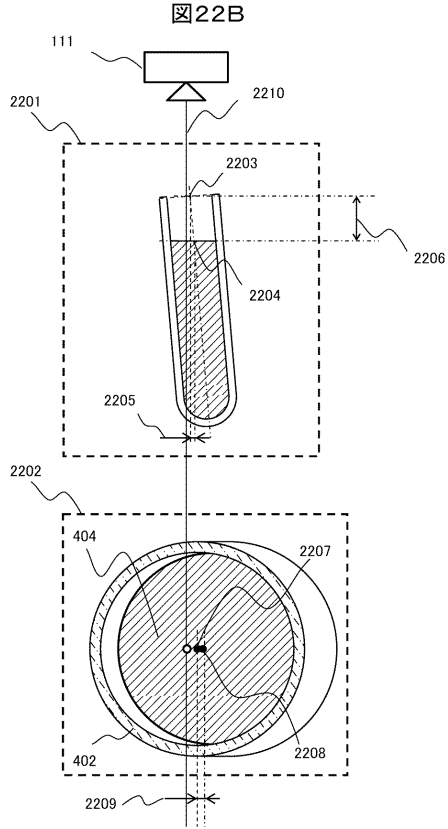


30

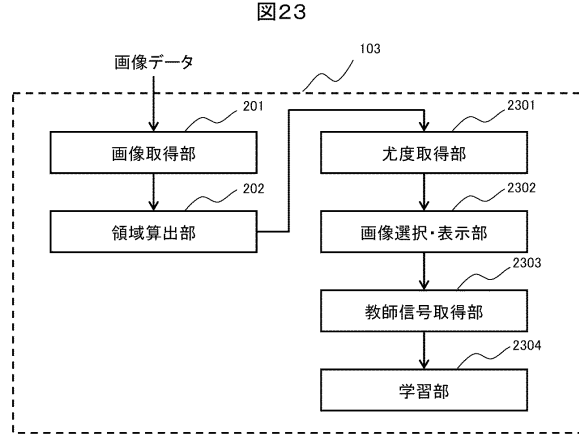
40

50

【図22B】



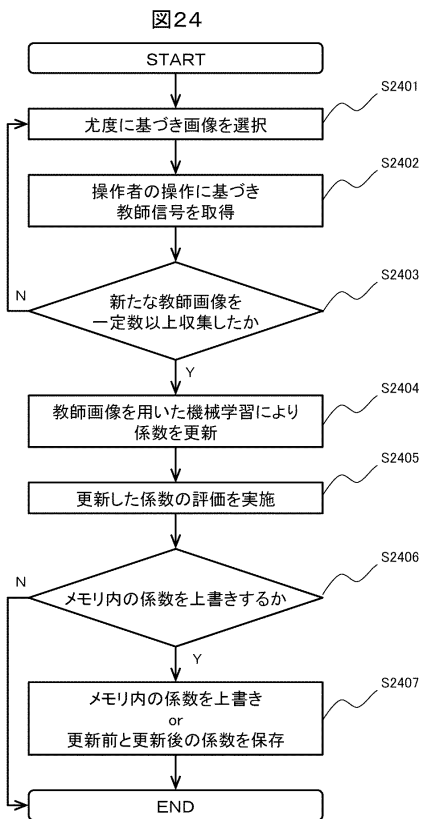
【図23】



10

20

【図24】



【図25】

図25

画像リスト

		教師信号付与	
		済	未済
容器種別	容器α	14	251
	容器β	0	100
	容器γ	30	390
	容器δ	5	200
	未知容器 (Φ80,1mm)	5	110

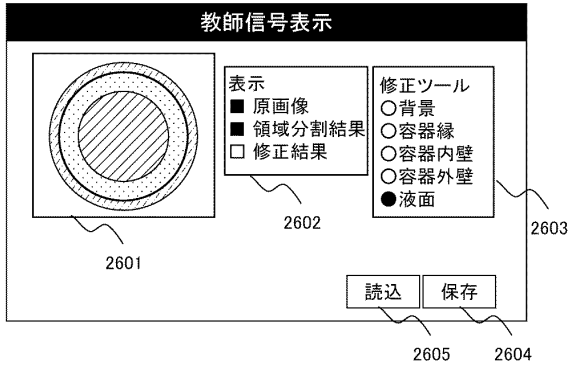
30

40

50

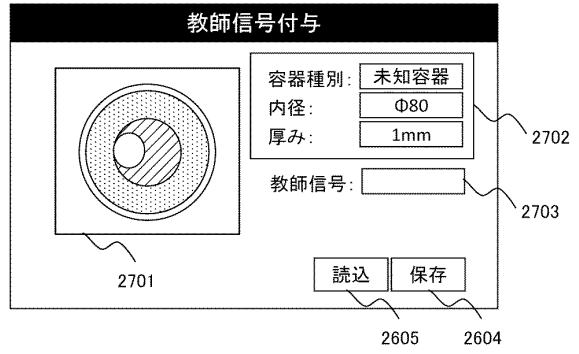
【図 26】

図26



【図 27】

図27



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社日立ハイテクノロジーズ内

審査官 岡村 典子

- (56)参考文献 特開2004-151025(JP,A)
特表2014-500955(JP,A)
特開2007-298445(JP,A)
特開2015-087265(JP,A)
特開2019-027927(JP,A)
特開2019-028657(JP,A)
特開2018-146587(JP,A)
特開2005-304303(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01N 35/00 - 35/10
G06T 7/00