

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5635903号
(P5635903)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014.12.3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014.10.24)

(51) Int.Cl.
GO1N 23/04 (2006.01)

F I
GO1N 23/04

請求項の数 4 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-290088 (P2010-290088)	(73) 特許権者	302046001 アンリツ産機システム株式会社 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号
(22) 出願日	平成22年12月27日(2010.12.27)	(74) 代理人	100072604 弁理士 有我 軍一郎
(65) 公開番号	特開2012-137387 (P2012-137387A)	(72) 発明者	上田 聖剛 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アン リツ産機システム株式会社内
(43) 公開日	平成24年7月19日(2012.7.19)	(72) 発明者	山崎 健史 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アン リツ産機システム株式会社内
審査請求日	平成25年10月8日(2013.10.8)	(72) 発明者	井上 学 神奈川県厚木市恩名五丁目1番1号 アン リツ産機システム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検査物(W)にX線を照射して検出したX線透過量を表す濃淡画像に対して、複数の画像処理フィルタを組み合わせる画像処理アルゴリズムを適用して、前記被検査物の異物を検出するX線検査装置であって、

前記画像処理アルゴリズムを予め複数記憶する画像処理アルゴリズム記憶手段(47)と、

前記被検査物中から検出する異物について、主に検出すべき異物の成分を含む異物検出能力を表す異物検出特性を選択する異物検出特性選択手段(45)と、

前記異物検出特性選択手段で選択された異物検出特性に近似する複数の画像処理アルゴリズムを前記画像処理アルゴリズム記憶手段から抽出する画像処理アルゴリズム抽出手段(46)と、

前記画像処理アルゴリズム抽出手段により抽出された画像処理アルゴリズムを所定形式で表示する画像処理アルゴリズム表示手段(5)と、

前記画像処理アルゴリズム表示手段に表示された画像処理アルゴリズムの中から、所望の画像処理アルゴリズムの選択操作を行う画像処理アルゴリズム選択操作手段(45)と、を備えたことを特徴とするX線検査装置。

【請求項2】

前記被検査物の形状と前記画像処理アルゴリズムとの対応関係を予め記憶する対応関係記憶手段(47)と、

10

20

前記被検査物にX線を照射して検出したX線透過量を表す濃淡画像から前記被検査物の形状を算出する形状算出手段(46)と、を備え、

前記画像処理アルゴリズム抽出手段が、前記形状算出手段により算出された被検査物と形状が近似する被検査物に対して前記対応関係記憶手段により関連付けられた画像処理アルゴリズムを対象として、前記異物検出特性選択手段で選択された異物検出特性に近似する複数の画像処理アルゴリズムを前記画像処理アルゴリズム記憶手段から抽出することを特徴とする請求項1に記載のX線検査装置。

【請求項3】

前記画像処理アルゴリズム表示手段が、前記異物検出特性選択手段で選択された異物検出特性との近似度の高い順に、前記画像処理アルゴリズムをランキング形式で表示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X線検査装置。

10

【請求項4】

前記画像処理アルゴリズム記憶手段が、前記画像処理アルゴリズム、該画像処理アルゴリズムの異物検出能力値、および該画像処理アルゴリズムにより前記被検査物中の異物を検出した場合の見本画像を予め複数記憶し、

前記画像処理アルゴリズム表示手段が、前記画像処理アルゴリズムの名称、前記異物検出能力値、および前記見本画像を表示することを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載のX線検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、肉、魚、加工食品、医薬品等の被検査物(被検査物)中に混入した異物を検出するX線検査装置に関し、特に、X線発生器から照射されて被検査物を透過したX線をX線検出器により検出して異物を検出するX線検査装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば食品などの被検査物への異物の混入の有無を検出するために、従来からX線検査装置が用いられている。この種の従来X線検査装置では、搬送される被検査物にX線を照射し、この照射したX線の透過量から被検査物中に異物が混入しているか否かを検出して異物の有無を検査している。また、この種の従来X線検査装置においては、被検査物の検査を始めるにあたって、試験用異物を埋め込んだテストピースを被検査物に重ねて搬送させ、動作確認、すなわち、異物の検出機能が正常か否か、および検出可能な異物の種類や大きさを確認するようになっている(例えば、特許文献1参照)。

30

【0003】

特許文献1のX線検査装置においては、複数の画像処理フィルタを組み合わせてなる画像処理アルゴリズムが予め複数記憶されており、被検査物から異物を高感度で検出するために、X線の透過量をデジタル化し、複数の画像処理アルゴリズムの中から最適な画像処理アルゴリズムを選択して用いることで、異物を強調する画像処理を施して異物の検出を行っている。この画像処理アルゴリズムについては組み合わせる画像処理フィルタによって種々のアルゴリズムがあり、被検査物や異物の原子番号、密度、厚みに応じて、被検査物の影響を良好に低減して異物だけを強調できる最適な画像処理アルゴリズムを複数の画像処理アルゴリズムの中からユーザが設定するようになっている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-31149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に記載された従来技術では、ユーザは、検査対象被検査物

50

に対する各画像処理アルゴリズムの異物検出能力が分からないため、画像処理アルゴリズムの選択は、ユーザの経験や勘に左右されることが多く、検査対象被検査物に最適な画像処理アルゴリズムを選択することは困難であった。

【0006】

そこで、本発明は、前述のような従来の問題を解決するためになされたもので、異物を精度良く識別する最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易に行うことができるX線検査装置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】

本発明に係るX線検査装置は、被検査物にX線を照射して検出したX線透過量を表す濃淡画像に対して、複数の画像処理フィルタを組み合わせる画像処理アルゴリズムを適用して、前記被検査物中の異物を検出するX線検査装置であって、前記画像処理アルゴリズムを予め複数記憶する画像処理アルゴリズム記憶手段と、前記被検査物中から検出する異物について、主に検出すべき異物の成分を含む異物検出能力を表す異物検出特性を選択する異物検出特性選択手段と、前記異物検出特性選択手段で選択された異物検出特性に近似する複数の画像処理アルゴリズムを前記画像処理アルゴリズム記憶手段から抽出する画像処理アルゴリズム抽出手段と、前記画像処理アルゴリズム抽出手段により抽出された画像処理アルゴリズムを所定形式で表示する画像処理アルゴリズム表示手段と、前記画像処理アルゴリズム表示手段に表示された画像処理アルゴリズムの中から、所望の画像処理アルゴリズムの選択操作を行う画像処理アルゴリズム選択操作手段と、を備えたことを特徴とする。

10

20

【0008】

この構成により、ユーザが、全ての異物が平均的に取れる画像処理アルゴリズム、樹脂系異物検出が得意な画像処理アルゴリズム、等の異物検出特性を異物検出特性選択手段で選択操作すると、その異物検出特性に合った画像処理アルゴリズムが所定形式で画像処理アルゴリズム表示手段に表示されるので、ユーザは、表示された画像処理アルゴリズムを対象に画像処理アルゴリズム選択操作手段で選択操作をするだけでよくなるため、異物を精度良く識別する最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易に行うことができる。

【0009】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記被検査物の形状と前記画像処理アルゴリズムとの対応関係を予め記憶する対応関係記憶手段と、前記被検査物にX線を照射して検出したX線透過量を表す濃淡画像から前記被検査物の形状を算出する形状算出手段と、を備え、前記画像処理アルゴリズム抽出手段が、前記形状算出手段により算出された被検査物と形状が近似する被検査物に対して前記対応関係記憶手段により関連付けられた画像処理アルゴリズムを対象として、前記異物検出特性選択手段で選択された異物検出特性に近似する複数の画像処理アルゴリズムを前記画像処理アルゴリズム記憶手段から抽出することを特徴とする。

30

【0010】

この構成により、ユーザが、全ての異物が平均的に取れる画像処理アルゴリズム、樹脂系異物検出が得意な画像処理アルゴリズム、等の異物検出特性を異物検出特性選択手段で選択操作すると、検査対象の被検査物Wの形状に適するとともに、ユーザが選択した異物検出特性に合った画像処理アルゴリズムが所定形式で表示されるので、ユーザは、表示された画像処理アルゴリズムを対象に選択操作をするだけでよくなるため、異物を精度良く識別する最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易に行うことができる。

40

【0011】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記画像処理アルゴリズム表示手段が、前記異物検出特性選択手段で選択された異物検出特性との近似度の高い順に、前記画像処理アルゴリズムをランキング形式で表示することを特徴とする。

【0012】

この構成により、画像処理アルゴリズム表示手段に画像処理アルゴリズムがランキング

50

形式で表示されるので、最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易、かつ、柔軟に行うことができる。

【0013】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記画像処理アルゴリズム記憶手段が、前記画像処理アルゴリズム、該画像処理アルゴリズムの異物検出能力値、および該画像処理アルゴリズムにより前記被検査物中の異物を検出した場合の見本画像を予め複数記憶し、前記画像処理アルゴリズム表示手段が、前記画像処理アルゴリズムの名称、前記異物検出能力値、および前記見本画像を表示することを特徴とする。

【0014】

この構成により、画像処理アルゴリズム表示手段に画像処理アルゴリズムの名称、前記異物検出能力値、および検出具合が表示されるので、最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易、かつ、柔軟に行うことができる。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明は、異物を精度良く識別する最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易に行うことができるX線検査装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るX線検査装置の概略構成を示す斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係るX線検査装置の側面および内部構成を示す図である。

20

【図3】本発明の第1の実施の形態に係る目印付きテストピースを示す図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態に係るX線検査装置の表示部の表示例を示す図である。

【図5】(a)、(b)は、表示部に表示する検出具合を示す図である。

【図6】表示部に表示する異物検出能力値および検出具合を示す図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係るX線検査装置の目印 - 異物間の相対位置情報の記憶処理を示すフロー図である。

【図8】(a)、(b)は、目印 - 異物間の相対位置情報の記憶処理における目印付きテストピースの処理過程を示す図である。

30

【図9】本発明の第1の実施の形態に係るX線検査装置の設定処理を示すフロー図である。

【図10】(a) ~ (e)は、設定処理における被検査物および目印付きテストピースの処理過程を示す図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係るX線検査装置の学習フェーズ1の処理を示すフロー図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態に係るX線検査装置の学習フェーズ2の処理を示すフロー図である。

【図13】本発明の第2の実施の形態に係るX線検査装置の運用動作の処理を示すフロー図である。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0018】

(第1の実施の形態)

まず構成について説明する。

【0019】

図1に示すように、X線検査装置1は、搬送部2と検出部3とを筐体4の内部に備え、表示部5を筐体4の前面上部に備えている。

【0020】

50

搬送部 2 は、被検査物である被検査物 W を所定間隔をおいて順次搬送するものである。この搬送部 2 は、例えば筐体 4 内部で水平に配置されたベルトコンベアにより構成されている。搬送部 2 は、図 1 に示す駆動モータ 6 の駆動により予め設定された搬送速度で搬入口 7 から搬入された被検査物 W を搬出口 8 側（図中 X 方向）に向けて搬送面としてのベルト面 2 a 上を搬送させるようになっている。筐体 4 内部においてベルト面 2 a 上を搬入口 7 から搬出口 8 まで貫通する空間は搬送路 2 1 を形成している。

【 0 0 2 1 】

検出部 3 は、順次搬送される被検査物 W に対し、搬送路 2 1 の途中の検査空間 2 2 において X 線を照射するとともに被検査物 W を透過する X 線を検出するものであり、搬送路 2 1 の途中の検査空間 2 2 の上方に所定高さ離隔して配置された X 線発生器 9 と、搬送部 2 内に X 線発生器 9 と対向して配置された X 線検出器 1 0 を備えている。

10

【 0 0 2 2 】

X 線発生源としての X 線発生器 9 は、金属製の箱体 1 1 の内部に設けられた円筒状の X 線管 1 2 を図示しない絶縁油に浸漬した構成を有しており、X 線管 1 2 の陰極からの電子ビームを陽極のターゲットに照射させて X 線を生成している。X 線管 1 2 は、その長手方向が被検査物 W の搬送方向（X 方向）となるよう配置されている。X 線管 1 2 により生成された X 線は、下方の X 線検出器 1 0 に向けて、図示しないスリットにより略三角形のスクリーン状となって搬送方向（X 方向）を横切るように照射されるようになっている。

【 0 0 2 3 】

X 線検出器 1 0 は、搬送される被検査物 W の搬送方向（X 方向）の平面上で搬送方向と直交する Y 方向に複数の検出素子が一直線上に配置されたものである。具体的には、X 線検出器 1 0 は、ライン状に整列して配設された複数の検出素子としてのフォトダイオード（不図示）と、フォトダイオード上に設けられたシンチレータ（不図示）とからなるラインセンサ（不図示）とを含んで構成される。また、X 線検出器 1 0 は、図 2 に示すように、A / D 変換部 4 1 を備えており、この A / D 変換部 4 1 によりフォトダイオードからの輝度値データをデジタルデータに変換し、濃度データである X 線画像として出力するようになっている。X 線検出器 1 0 は、被検査物 W の搬送方向（X 方向）の平面上で直交する方向（Y 方向）に直線状に延在するラインセンサによって被検査物 W を透過する X 線を検出し、検出した X 線の量に応じた濃淡画像を出力するようになっている。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 に示すように、搬送路 2 1 内の天井部 2 1 a には、搬送方向（X 方向）に沿って複数個所に X 線遮蔽用の遮蔽カーテン 1 6 が吊り下げ配置されている。遮蔽カーテン 1 6 は、X 線を遮蔽する鉛粉を混入したゴムシートをのれん状（上部が繋がっており下部が帯状に分割された状態）に加工したのれん状から構成されており、検査空間 2 2 から搬送路 2 1 を介して X 線が筐体 4 の外部に漏えいすることを防止するものである。遮蔽カーテン 1 6 は、本実施の形態では、搬入口 7 と検査空間 2 2 との間、および検査空間 2 2 と搬出口 8 との間にそれぞれ 2 枚ずつ設けられており、1 つの遮蔽カーテン 1 6 が被検査物 W と接触して弾性変形して隙間が生じた場合でも、他の遮蔽カーテン 1 6 が X 線を遮蔽するので漏えい基準量を超えることなく X 線の漏えいを防止できるようになっている。搬送路 2 1 における遮蔽カーテン 1 6 により囲まれた内側の空間が検査空間 2 2 を構成している。

30

40

【 0 0 2 5 】

X 線検査装置 1 は、X 線検出器 1 0 からの X 線画像が入力されるとともに被検査物 W 中の異物の有無を検査する制御回路 4 0 と、後述する設定モードにおける設定動作に必要な情報の表示出力、および制御回路 4 0 による検査結果等を表示出力する表示部 5 と、制御回路 4 0 への各種パラメータ等の設定入力を行う設定操作部 4 5 とを備えている。

【 0 0 2 6 】

表示部 5 は、平面ディスプレイ等から構成されており、ユーザに対する表示出力を行うようになっている。この表示部 5 は、被検査物 W の良否判定結果を「OK」や「NG」等の文字または記号で表示するとともに、総検査数、良品数、NG 総数などの検査結果を、既定設定として、または、設定操作部 4 5 からの所定のキー操作による要求に基づいて表

50

示するようになっている。

【 0 0 2 7 】

設定操作部 4 5 は、ユーザが操作する複数のキーやスイッチ等で構成され、制御回路 4 0 への各種パラメータ等の設定入力や動作モードの選択を行うものである。なお、表示部 5 と設定操作部 4 5 とを、タッチパネル式表示器として一体構成してもよい。

【 0 0 2 8 】

制御回路 4 0 は、X 線検出器 1 0 から受け取った X 線画像を記憶する X 線画像記憶部 4 2 と、X 線画像記憶部 4 2 から読み出したデータに対して合成や各種画像処理アルゴリズム等を適用した画像処理を施す画像処理部 4 3 と、画像処理されたデータに対して被検査物 W と異物との判別を行って異物の混入の有無を判定する判定部 4 4 と、を備えている。ここで、画像処理アルゴリズムとは、複数の画像処理フィルタを組み合わせてなるものである。

10

【 0 0 2 9 】

また、制御回路 4 0 は、CPU および制御プログラムの記憶領域または作業領域としてのメモリなどを備えて構成された制御部 4 6 と、この制御部 4 6 によって参照または抽出される情報が予め記憶された情報蓄積部 4 7 と、を備えている。

【 0 0 3 0 】

制御回路 4 0 が実行する動作モードとしては、通常の動作モードである運用モードの他に、設定モードがある。運用モードとは、検出データの X 線画像に対して画像処理アルゴリズムを適用して異物の有無を検査する動作モードである。設定モードとは、運用モードの実行に先立って、被検査物 W とともに後述する目印付きテストピース 7 0 を搬送して、目印付きテストピース 7 0 の試験用異物を最も良好に検出できる最適な画像処理フィルタを設定する動作モードである。ここで、試験用異物を最も良好に検出できるとは、例えば、複数の試験用異物のうち最も小さい試験用異物を安定して検出できることである。

20

【 0 0 3 1 】

ここで、第 1 の実施の形態の X 線検査装置 1 の設定モードで用いられる目印付きテストピース 7 0 について説明する。図 3 に示すように、目印付きテストピース 7 0 は、樹脂等の X 線を透過し易い材料からなる矩形形状の薄いシート状の基材の上に複数のテストピース 7 1 ~ 7 6 と複数の目印 8 1 ~ 8 4 を設けたものである。

【 0 0 3 2 】

テストピース 7 1 ~ 7 6 は、樹脂等の X 線を透過し易い材料からなる薄いシート状の基材に、大きさの異なる複数（例えば 6 個）の試験用異物を組み込んだものである。図 3 に示す例では、例えば、テストピース 7 1 には、右側から順番に、7.0 mm、6.0 mm、5.0 mm、4.0 mm、3.0 mm、2.0 mm の 6 つのアルミニウム球が、大きさの異なる複数の試験用異物として所定間隔おきに一列に並べて基材に一体に組み込まれている。

30

【 0 0 3 3 】

目印 8 1 ~ 8 4 は、それぞれ面積が異なる矩形形状となっており、基材の 4 辺の中央部にそれぞれ設けられている。目印 8 1 ~ 8 4 は、X 線画像において被検査物 W に対応する被検査物 - 画像と目印 8 1 ~ 8 4 に対応する目印画像との濃度が大きく異なって X 線検査装置 1 が被検査物 - 画像と目印画像とを明確に区別できるように、鉛、タングステン、鉄、ステンレス等のように X 線を透過し難い材質のものから構成されるとともに、十分な大きさ（幅、面積）を有している。目印 8 1 ~ 8 4 の面積がそれぞれ異なるようにしているのは、後述するステップ S 1 2 で目印 - 異物間の相対距離を求める際に、目印付きテストピース 7 0 の上下左右および表裏を画像認識により正しく区別するため、すなわち、X 軸（横軸）方向または Y 軸（縦軸）方向の何れの軸方向であるか、および、X 軸上または Y 軸上の正負の何れの方向であるか、を認識できるようにするためである。

40

【 0 0 3 4 】

図 4 に示すように、表示部 5 には、設定モードにおいて、ユーザが画像処理アルゴリズムの選択をする際に、画像処理アルゴリズムの異物検出特性が選択肢として複数表示され

50

るとともに、ユーザが選択した異物検出特性に近似または一致する特性の画像処理アルゴリズムが選択肢として複数ランキング表示される。異物検出特性とは、主に検出すべき異物の成分を含む異物検出能力を表すものであり、例えば、試験用異物が軽金属（比重の小さいアルミ等）、それ以外の重金属（鉄、ステンレス等）、樹脂（ナイロン等）等の異なる成分で形状が球、円柱、角柱等に対してどの程度のサイズまで検出可能であるかを表すものである。

【 0 0 3 5 】

具体的には、図 4 に示すように、表示部 5 に、異物検出特性として、「 1 . 全ての異物が平均的に取れる」、「 2 . 樹脂系異物検出が得意」、等の選択肢が表示される。

【 0 0 3 6 】

そして、これらの項目から例えば、具体的には、図 4 に示すように、表示部 5 に、異物検出特性として、「 1 . 全ての異物が平均的に取れる」を選択すると、軽金属、重金属、樹脂等の各形状に対して平均的に検出するという異物検出特性に対応する画像処理アルゴリズムの名称とその検出具合とが、異物検出特性との近似度の高い順にランキング形式で、 1 位：アルゴリズム A、 2 位：アルゴリズム B、 3 位：アルゴリズム C、等の態様で表示される。ここで、近似度は、総合能力値（後述する異物検出能力値の総合値）が高いほど近似度が高いものとなり、例えば、全ての異物が平均的に取れるアルゴリズムの総合能力値は、軽金属、重金属、樹脂等の各形状に対しての異物検出能力値（安定感度）の合計として求めることができ、樹脂系異物検出が得意なアルゴリズムの総合能力値は、樹脂等の各形状に対しての異物検出能力値（安定感度）の合計として求めることができる。

【 0 0 3 7 】

画像処理アルゴリズムの検出具合は、検査対象の被検査物 W から検出対象の異物を検出する検出能力を示すものであり、試験用異物がどのように検出されるかの見本画像の態様で表される。この検出具合は、例えば、図 5 (a) に示すように、大きさの異なる 6 つのアルミニウム球からなる試験用異物のうち、画像処理アルゴリズム A を用いた場合に 7 . 0 mm から 3 . 0 mm までの 5 つのアルミニウム球が検出されることを示す態様、または、図 5 (b) に示すように、画像処理アルゴリズム B を用いた場合に 7 . 0 mm から 4 . 0 mm までの 4 つのアルミニウム球が検出されることを示す態様で表される。また、検出具合の画像の近傍には、異物検出能力値としての安定感度および最高感度の数値が表示される。安定感度とは、抜けが無く、 1 0 0 % 検出可能な最小の異物の直径（例えば、 4 . 0 mm ）の値であり、最高感度とは、 1 0 0 % 未満で検出可能な最小の異物の直径の値である。

【 0 0 3 8 】

図 6 に示すように、表示部 5 には、検出具合とともに、異物検出能力値を表示すると好適である。異物検出能力値とは、検査対象の被検査物 W から検出対象の異物を検出する検出能力として、安定感度値および最高感度値の 2 つの値をグラフ表示用に変換したものをレーダーチャートの形式で表したものであり、値が高いほど異物の検出能力が高くなっている。ここでは、例えば、テストピース 7 1 の試験用異物の最小サイズを検出したときに最大の値（試験用異物の数）となるように異物検出能力値を変換している。

【 0 0 3 9 】

X 線画像記憶部 4 2 には、被検査物 W の X 線画像（濃淡画像）が被検査物 W 毎に記憶されるようになっている。X 線画像記憶部 4 2 には、被検査物 W の検査を行う毎に、X 線検出器 1 0 の 1 ライン（ Y 方向）あたりの例えば 6 4 0 個のデータと、少なくとも搬送される被検査物 W の搬送方向の長さに対応した所定ライン数（ 4 8 0 ライン）とからなる X 線画像が記憶される。

【 0 0 4 0 】

情報蓄積部 4 7 は、目印 8 1 ~ 8 4 に対応する所定の画像パターンを目印情報として予め記憶するようになっている。そして、制御部 4 6 は、X 線画像記憶部 4 2 に記憶された X 線画像と、情報蓄積部 4 7 に記憶された目印情報とに基づいて、X 線画像から目印情報に対応する目印画像領域を抽出するようになっている。例えば、制御部 4 6 は、情報蓄積

10

20

30

40

50

部 4 7 に記憶された目印情報を参照し、記憶された目印情報の形状に一致する部分を目印画像領域として抽出する。なお、制御部 4 6 は、形状の一致に限定されるものではなく、特徴抽出やパターン認識の手法により目印画像領域を抽出することができる。目印画像領域は、設定モードにおいて、被検査物 W とともに搬送部 2 により搬送されて、被検査物 W とともに X 線画像が取得される目印付きテストピース 7 0 に設けられる目印 8 1 ~ 8 4 に対応するものである。

【 0 0 4 1 】

情報蓄積部 4 7 は、試験用異物の配列に基づいて、目印情報に対する異物検出確認位置の相対位置を表す相対位置情報を予め記憶するようになっており、相対位置情報は、図 1 0 (b) に示すように、目印 8 1 ~ 8 4 に対する各試験用異物の相対位置、すなわち目印 8 1 ~ 8 4 と試験用異物との位置関係を表すものである。そして、制御部 4 6 は、情報蓄積部 4 7 が記憶する相対位置情報と、既に抽出した目印画像領域とに基づいて、異物検出確認位置を算出するようになっている。このため、制御部 4 6 が、試験用異物が存在すべき異物検出確認位置においてのみ、試験用異物の検出を行うことになり、被検査物 W の材質、厚み等に影響されずに、最適な画像処理フィルタを設定できるようになっている。

10

【 0 0 4 2 】

次に動作を説明する。なお、以下の処理は、設定操作部 4 5 から「設定モード」が選択されているときの動作を説明するものであり、制御部 4 6 のメモリに記憶されたプログラムが CPU により実行されることにより行われる。

【 0 0 4 3 】

[目印 - 異物間の相対位置情報の記憶処理]

以下、後述する設定処理に先立って行われる目印 - 異物間の相対位置情報の記憶処理について説明する。この処理は、目印付きテストピース 7 0 における目印 8 1 ~ 8 4 と試験用異物との位置関係を X 線検査装置 1 に予め学習させるためのものである。

20

【 0 0 4 4 】

図 7 に示すように、目印 - 異物間の相対位置情報の記憶処理においては、まず、目印付きテストピース 7 0 に対して、搬送、X 線の照射および透過 X 線の検出を行い、取得した X 線透過画像 (図 8 (a) 参照) を入力する (ステップ S 1 1) 。

【 0 0 4 5 】

ついで、目印 8 1 ~ 8 4 と各テストピース 7 1 ~ 7 6 内の各異物 (試験用異物) との相対位置 (図 8 (b) 参照) を算出する (ステップ S 1 2) 。ステップ S 1 2 において、目印 8 1 ~ 8 4 と各テストピース 7 1 ~ 7 6 内の各異物 (試験用異物) との相対位置は、図 8 (b) 参照に示すように、目印 8 1 ~ 8 4 からの相対距離 X、Y として算出される。

30

【 0 0 4 6 】

ついで、目印 - 異物間の相対位置、すなわちステップ S 1 2 で算出した相対距離 X、Y を記憶する (ステップ S 1 3) 。

【 0 0 4 7 】

[設定処理]

設定処理について説明する。図 9 に示すように、まず、目印付きテストピース 7 0 に検査対象の被検査物 W を載置した状態 (図 1 0 (a) 参照) で、X 線を照射および透過 X 線を検出し、検出された X 線透過画像 (図 1 0 (b) 参照) を入力する (ステップ S 2 1)

40

【 0 0 4 8 】

ついで、目印画像領域を抽出する (ステップ S 2 2) 。このステップでは、目印 8 1 ~ 8 4 の領域が図 1 0 (c) に示す態様で抽出される。

【 0 0 4 9 】

ついで、図 7 の目印 - 異物間の相対位置情報の記憶処理のステップ S 1 1 ~ ステップ S 1 3 で求めた目印 - 異物間の相対位置情報 (相対距離 X、Y) と図 1 0 (c) の目印位置とから、異物 (試験用異物) の位置を推定し、目標画像 (異物のあるべき位置を示した画像) を作成する (ステップ S 2 3) 。このステップで作成した目標画像は、図 1 0 (d)

50

に示すように、目印付きテストピース70に設けた各テストピース71～76内の異物（試験用異物）が存在すべき位置が表されている。

【0050】

ついで、ステップS21で入力された図10(b)の画像に対して、まず、複数の画像処理アルゴリズムの中から1つの画像処理アルゴリズムを適用する（ステップS24）。

【0051】

ついで、試験用異物の異物箇所を目標画像から把握し、その異物箇所において試験用異物が検出されているか調べる（ステップS25）。このステップでは、図10(d)の目標画像に表される異物が存在すべき位置において、実際に試験用異物が検出されているかを調べる。

10

【0052】

ついで、異物検出能力値（最高感度、安定感度）を算出し（ステップS26）、算出した情報を記憶する（ステップS27）。

【0053】

ついで、全ての画像処理アルゴリズムについて探索が終了したか否かを判別し（ステップS28）、この判別がNOなら他の未探索の画像処理アルゴリズムの何れかに更新して（ステップS29）、ステップS24に戻り、ステップS28の判別がYESならステップS30に移行する。

【0054】

ステップS30では、各画像処理アルゴリズムの異物検出能力値を基に、ユーザが選択した（ユーザが知りたい）項目（異物検出特性）に合った表示を行う（ステップS30）。すなわち、図4に示すように、表示部5に、画像処理アルゴリズムの異物検出特性が選択肢として複数表示されるとともに、ユーザが選択した異物検出特性に近似または一致する異物検出特性の画像処理アルゴリズムが選択肢として異物検出能力値とともに複数ランキング表示される。

20

【0055】

ついで、ユーザによる選択操作を待機して、ユーザが運用したい所望の画像処理アルゴリズムを選択すると（ステップS31）、選択された画像処理アルゴリズムをX線検査装置パラメータに反映する（ステップS32）。

【0056】

目印付きテストピース70に検査対象の被検査物Wを載置した状態（図10(a)参照）で、X線を照射および透過X線を検出し、X線検査装置パラメータに反映された画像処理アルゴリズムを適用すると、図10(e)に示す態様でX線透過画像が取得される。

30

【0057】

以上のように、本実施の形態に係るX線検査装置1は、画像処理アルゴリズムを予め複数記憶する情報蓄積部47と、被検査物W中から検出する異物について、主に検出すべき異物の成分を含む異物検出能力を表す異物検出特性を選択する設定操作部45と、設定操作部45で選択された異物検出特性に近似する複数の画像処理アルゴリズムを情報蓄積部47から抽出する制御部46と、制御部46により抽出された画像処理アルゴリズムを所定形式で表示する表示部5と、を備え、表示部5に表示された画像処理アルゴリズムの中から、所望の画像処理アルゴリズムの選択操作を設定操作部45で行うことを特徴とする。

40

【0058】

この構成により、ユーザが、全ての異物が平均的に取れる画像処理アルゴリズム、樹脂系異物検出が得意な画像処理アルゴリズム、等の異物検出特性を選択操作すると、その異物検出特性に合った画像処理アルゴリズムが所定形式で表示されるので、ユーザは、表示された画像処理アルゴリズムを対象に選択操作をするだけでよくなるため、異物を精度良く識別する最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易に行うことができる。

【0059】

また、本実施の形態に係るX線検査装置1は、表示部5が、設定操作部45で選択され

50

た異物検出特性との近似度の高い順に、画像処理アルゴリズムをランキング形式で表示することを特徴とする。

【 0 0 6 0 】

この構成により、表示部 5 に画像処理アルゴリズムがランキング形式で表示されるので、最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易、かつ、柔軟に行うことができる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 は、情報蓄積部 4 7 が、画像処理アルゴリズム、該画像処理アルゴリズムの異物検出能力値、および該画像処理アルゴリズムにより被検査物 W 中の異物を検出した場合の見本画像としての検出具合を予め複数記憶し、表示部 5 が、画像処理アルゴリズムの名称、異物検出能力値、および検出具合を表示することを特徴とする。

10

【 0 0 6 2 】

この構成により、表示部 5 に画像処理アルゴリズムの名称、異物検出能力値、および検出具合が表示されるので、最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易、かつ、柔軟に行うことができる。

【 0 0 6 3 】

(第 2 の実施の形態)

第 2 の実施の形態は、予め多くの被検査物 W に対して、検査対象の被検査物 W の画像特徴を調べ、ニューラルネットワークを用いて被検査物 W の形状 (画像特徴) と画像処理アルゴリズムの能力値との関係を調べてデータとして記憶しておき、記憶しておいた被検査物 W の形状に近い被検査物 W の形状を抽出し、その被検査物 W の形状に対応する画像処理アルゴリズムを呼び出すようにしたものである。

20

【 0 0 6 4 】

本実施の形態の X 線検査装置 1 は、図 1、図 2 と同様に構成されているが、情報蓄積部 4 7 の記憶情報、制御部 4 6 の動作が第 1 の実施の形態と異なる。すなわち、本実施の形態では、情報蓄積部 4 7 には、被検査物 W の形状と画像処理アルゴリズムとの対応関係が予め記憶されている。また、制御部 4 6 は、被検査物 W に X 線を照射して検出した X 線透過量を表す濃淡画像から被検査物 W の形状を算出するようになっている。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態の X 線検査装置 1 の動作を説明する。なお、以下の処理は、設定操作部 4 5 から「設定モード」が選択されているときの動作を説明するものであり、制御部 4 6 のメモリに記憶されたプログラムが CPU により実行されることにより行われる。本実施の形態において、設定モードにおける動作は、以下に説明する [学習フェーズ 1] と、[学習フェーズ 2] と、[運用動作] とからなる。

30

【 0 0 6 6 】

[学習フェーズ 1]

図 1 1 に示すように、学習フェーズ 1 においては、まず、学習用の被検査物 W の X 線透過画像を入力する (ステップ S 4 1) 。

【 0 0 6 7 】

ついで、画像特徴 (平均値、最大値、最小値、面積等) を算出し (ステップ S 4 2) 、算出した情報を記憶する (ステップ S 4 3) 。

40

【 0 0 6 8 】

ついで、全ての学習用の被検査物 W について探索が終了したか否かを判別し (ステップ S 4 4) 、この判別が NO なら他の未探索の学習用の被検査物 W の何れかに更新して (ステップ S 4 5) 、ステップ S 4 1 に戻り、ステップ S 4 4 の判別が YES ならステップ S 4 6 に移行する。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 4 6 では、ニューラルネット被検査物を用いて学習用被検査物 - 画像特徴間のネット被検査物を構築する。

【 0 0 7 0 】

50

[学習フェーズ 2]

図 1 2 に示すように、学習フェーズ 2 においては、まず、学習用の被検査物 W + 試験用異物の X 線透過画像を入力する (ステップ S 5 1)。

【 0 0 7 1 】

ついで、複数の画像処理アルゴリズムの中から 1 つの画像処理アルゴリズムを適用する (ステップ S 5 2)。

【 0 0 7 2 】

ついで、異物検出能力値 (最高感度、安定感度) を算出して記憶する (ステップ S 5 3) 。この処理は、図 9 のステップ S 2 6 と同様である。

【 0 0 7 3 】

ついで、全ての画像処理アルゴリズムについて探索が終了したか否かを判別し (ステップ S 5 4) 、この判別が N O なら他の未探索の画像処理アルゴリズムの何れかに更新して (ステップ S 5 5) 、ステップ S 5 2 に戻り、ステップ S 5 4 の判別が Y E S ならステップ S 5 6 に移行する。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 5 6 では、全ての学習用の被検査物 W について探索が終了したか否かを判別し (ステップ S 5 6) 、この判別が N O なら他の未探索の学習用の被検査物 W の何れかに更新して (ステップ S 5 7) 、ステップ S 5 1 に戻り、ステップ S 5 6 の判別が Y E S なら学習フェーズ 2 の処理を終了する。

【 0 0 7 5 】

[運用動作]

以下の運用動作は、前述の学習フェーズ 1、学習フェーズ 2 の実施後に行われるものである。

【 0 0 7 6 】

図 1 3 に示すように、運用動作においては、まず、検査対象の被検査物 W の X 線透過画像を入力する (ステップ S 6 1) 。

【 0 0 7 7 】

ついで、画像特徴 (平均値、最大値、最小値、面積等) を算出する (ステップ S 6 2) 。

【 0 0 7 8 】

ついで、学習用被検査物 - 画像特徴間ネット被検査物に情報を入力し、検査対象の被検査物 W がどの学習用の被検査物 W に似ているか算出する (ステップ S 6 3) 。

【 0 0 7 9 】

ついで、画像特徴が似ている学習用の被検査物 W の各異物検出能力値を基にユーザが選択した (ユーザが知りたい) 項目に合った表示をする (ステップ S 6 4) 。すなわち、第 1 の実施の形態と同様に、図 4 に示すように、表示部 5 に、画像処理アルゴリズムの異物検出特性が選択肢として複数表示されるとともに、ユーザが選択した異物検出特性に近似または一致する異物検出特性の画像処理アルゴリズムが選択肢として異物検出能力値とともに複数ランキング表示される。

【 0 0 8 0 】

ついで、ユーザによる選択操作を待機して、ユーザが運用したい所望の画像処理アルゴリズムを選択すると (ステップ S 6 5) 、選択された画像処理アルゴリズムを X 線検査装置パラメータに反映する (ステップ S 6 6) 。

【 0 0 8 1 】

以上のように、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 は、被検査物 W の形状と画像処理アルゴリズムとの対応関係を予め記憶する情報蓄積部 4 7 と、被検査物 W に X 線を照射して検出した X 線透過量を表す濃淡画像から被検査物 W の形状を算出する制御部 4 6 と、を備え、制御部 4 6 が算出した被検査物 W と形状が近似する被検査物 W に対して情報蓄積部 4 7 により関連付けられた画像処理アルゴリズムを対象として、設定操作部 4 5 で選択された異物検出特性に近似する複数の画像処理アルゴリズムを情報蓄積部 4 7 から抽出するこ

10

20

30

40

50

とを特徴とする。

【 0 0 8 2 】

この構成により、ユーザが、全ての異物が平均的に取れる画像処理アルゴリズム、樹脂系異物検出が得意な画像処理アルゴリズム、等の異物検出特性を選択操作すると、検査対象の被検査物Wの形状に適するとともに、ユーザが選択した異物検出特性に合った画像処理アルゴリズムが所定形式で表示されるので、ユーザは、表示された画像処理アルゴリズムを対象に選択操作をするだけでよくなるため、異物を精度良く識別する最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易に行うことができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 3 】

以上のように、本発明に係るX線検査装置は、異物を精度良く識別する最適な画像処理アルゴリズムの設定操作を容易に行うことができるという効果を有し、X線発生器から照射されて被検査物を透過したX線をX線検出器により検出して被検査物を検査するX線検査装置として有用である。

【符号の説明】

【 0 0 8 4 】

- | | | |
|---------|------------------------------------|----|
| 1 | X線検査装置 | |
| 2 | 搬送部 | |
| 3 | 検出部 | |
| 4 | 筐体 | 20 |
| 5 | 表示部（画像処理アルゴリズム表示手段） | |
| 6 | 駆動モータ | |
| 7 | 搬入口 | |
| 8 | 搬出口 | |
| 9 | X線発生器 | |
| 10 | X線検出器 | |
| 11 | 箱体 | |
| 12 | X線管 | |
| 16 | 遮蔽カーテン | |
| 21 | 搬送路 | 30 |
| 22 | 検査空間 | |
| 40 | 制御回路 | |
| 41 | A / D変換部 | |
| 42 | X線画像記憶部 | |
| 43 | 画像処理部 | |
| 44 | 判定部 | |
| 45 | 設定操作部（異物検出特性選択手段、画像処理アルゴリズム選択操作手段） | |
| 46 | 制御部（画像処理アルゴリズム抽出手段、形状算出手段） | |
| 47 | 情報蓄積部（画像処理アルゴリズム記憶手段、対応関係記憶手段） | |
| 70 | 目印付きテストピース | 40 |
| 71 ~ 76 | テストピース | |
| 81 ~ 84 | 目印 | |
| W | 被検査物 | |

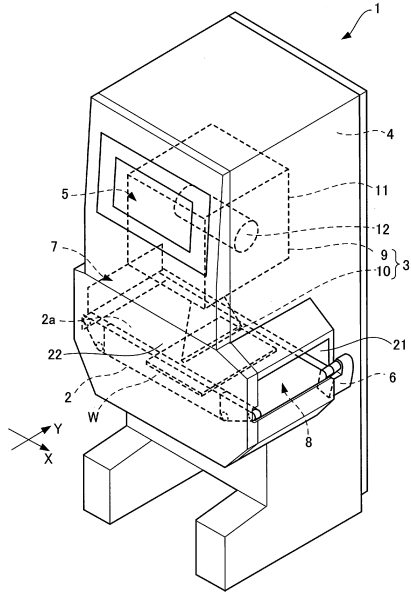
10

20

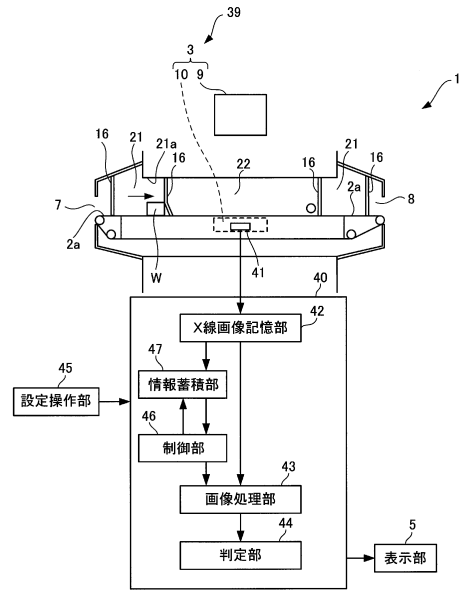
30

40

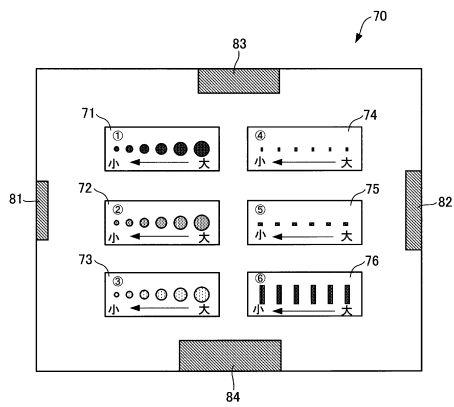
【図1】



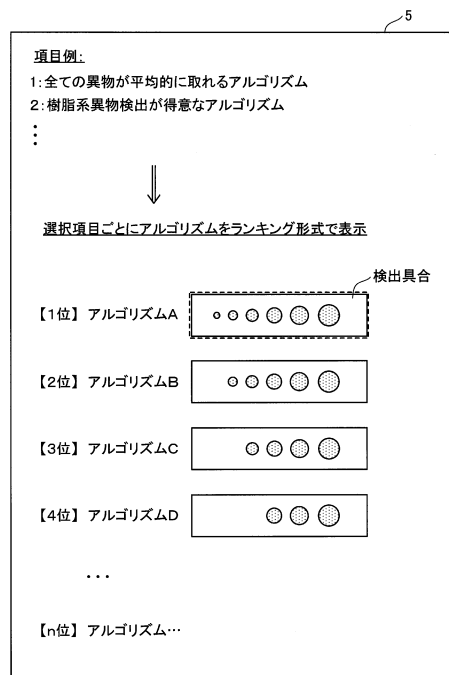
【図2】



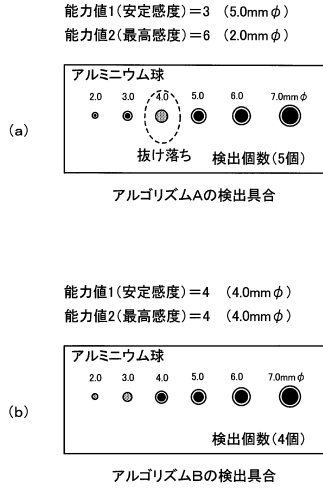
【図3】



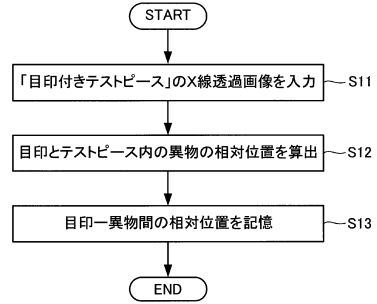
【図4】



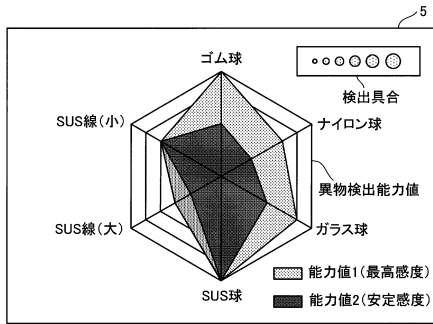
【 図 5 】



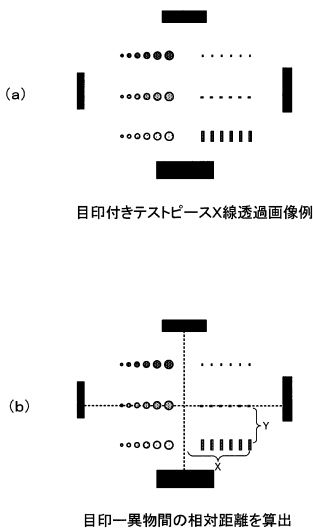
【 図 7 】



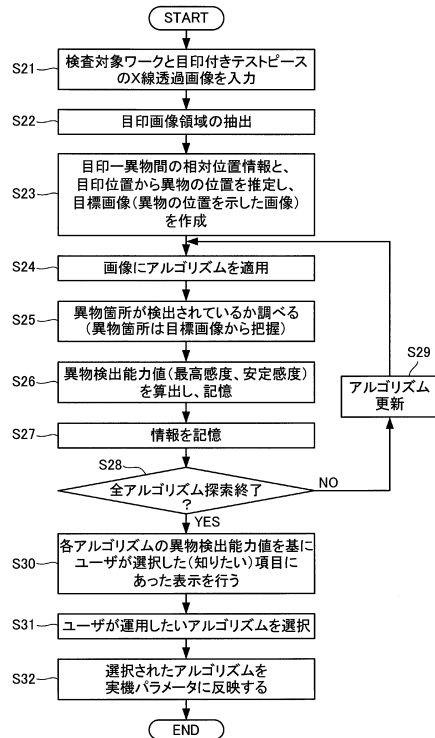
【 図 6 】



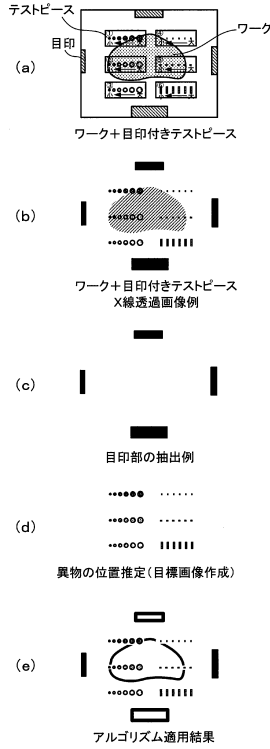
【 図 8 】



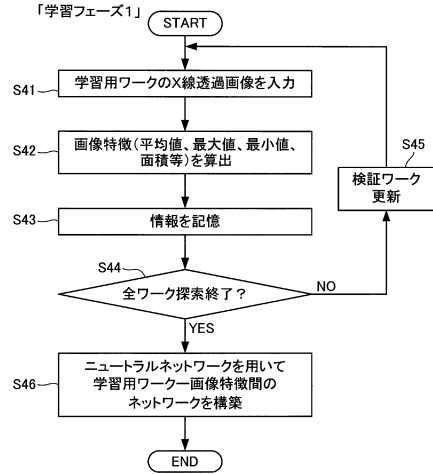
【 図 9 】



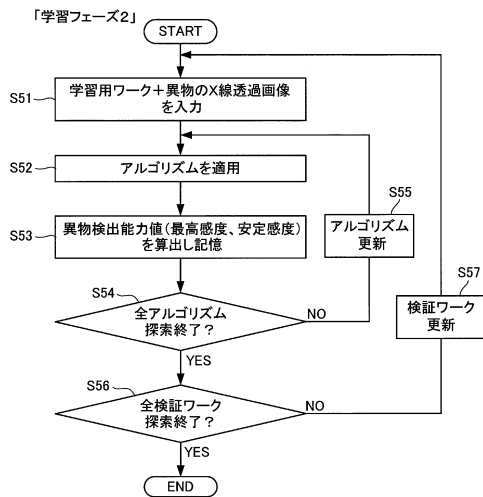
【図10】



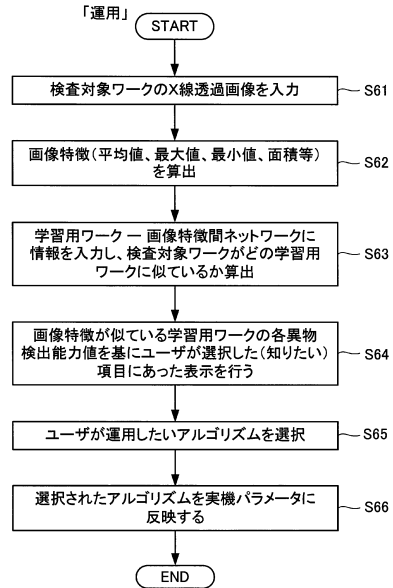
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

審査官 比嘉 翔一

- (56)参考文献 特開2004-028891(JP,A)
特開2009-139230(JP,A)
特開2010-054380(JP,A)
国際公開第2006/001107(WO,A1)
特開2005-099033(JP,A)
特開2007-286014(JP,A)
特開2009-031149(JP,A)
特開2003-232752(JP,A)
特開2009-168740(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 23/00 - 23/227
G01N 21/84 - 21/958
G06T 1/00
G06T 3/00 - 5/50
G06T 9/00 - 9/40
JSTPlus(JDreamIII)