

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-190940

(P2015-190940A)

(43) 公開日 平成27年11月2日(2015.11.2)

(51) Int.Cl.
G01N 23/04 (2006.01)

F I
G O I N 23/04

テーマコード(参考)
2G001

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-70179 (P2014-70179)
(22) 出願日 平成26年3月28日 (2014.3.28)

(71) 出願人 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
(72) 発明者 斎藤 直也
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
(72) 発明者 金井 貴志
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
Fターム(参考) 2G001 AA01 BA11 CA01 DA02 HA09
JA09 KA06 LA01 PA11

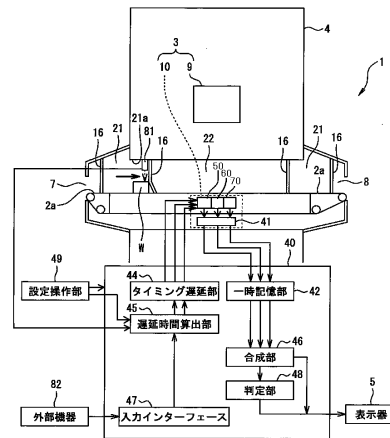
(54) 【発明の名称】 X線検査装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】被検査物の内部の複数の高さに対しても、被検査物の搬送方向に複数並設されたX線ラインセンサからの検出信号に基づいて精度良く検査を行うことができるX線検査装置を提供する。

【解決手段】タイミング遅延部44は、隣接する下流側のX線ラインセンサの検出タイミングを、上流側に隣接するX線ラインセンサに対して遅延させている。遅延時間算出部45は、被検査物Wの検査を所望する複数の高さ、X線ラインセンサおよびX線発生器9の配置と、搬送部の搬送速度とに基づいて、複数の高さのそれぞれに対応する被検査物Wの内部に対して、X線ラインセンサの検出タイミングが一致するようタイミング遅延部44が用いる遅延時間を算出している。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検査物 (W) を搬送面 (2a) 上で搬送する搬送部 (2) と、
前記搬送面上を搬送される前記被検査物に X 線を照射する X 線発生器 (9) と、
前記被検査物の搬送方向に並設され、前記被検査物を透過する X 線に応じた検出信号を検出して出力する 3 個以上の X 線ラインセンサ (50、60、70) と、
隣接する前記 X 線ラインセンサの下流側の前記 X 線ラインセンサの検出タイミングを、上流側に隣接する前記 X 線ラインセンサの検出タイミングに対して遅延させるタイミング遅延部 (44) と、

検査を所望する複数の高さを指定する設定操作部と、
前記設定操作部で指定された複数の高さ、複数の前記 X 線ラインセンサおよび前記 X 線発生器の配置と、前記搬送部の搬送速度とに基づいて、前記タイミング遅延部が用いる複数の遅延時間を算出する遅延時間算出部 (45) と、
それぞれ隣接する前記 X 線ラインセンサの下流側と上流側の前記 X 線ラインセンサからの検出信号を合成して前記被検査物に対応する複数の画像データを出力する合成部 (46) と、
前記合成部が出力する前記複数の画像データに基づいて前記被検査物の良否を判定する判定部 (48) とを備えた X 線検査装置

10

【請求項 2】

前記遅延時間算出部は、隣接する前記 X 線ラインセンサの下流側の前記 X 線ラインセンサの検出タイミングと上流側の前記 X 線ラインセンサの検出タイミングとが、前記設定操作部で指定された前記複数の高さの 1 つに対応する前記被検査物の内部に対して一致するよう、前記タイミング遅延部が用いる前記複数の遅延時間の 1 つを算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。

20

【請求項 3】

前記被検査物の高さを取得する被検査物高さ取得部 (47、81) をさらに備え、
前記遅延時間算出部は、前記被検査物高さ取得部で取得した前記被検査物の高さ、前記設定操作部で指定された複数の高さ、複数の前記 X 線ラインセンサおよび前記 X 線発生器の配置と、前記搬送部の搬送速度とに基づいて、前記タイミング遅延部が用いる複数の遅延時間を算出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。

30

【請求項 4】

前記被検査物高さ取得部は、前記被検査物の高さを非接触で測定する非接触式センサであることを特徴とする請求項 3 に記載の X 線検査装置。

【請求項 5】

前記被検査物の高さが外部機器から入力される入力インターフェース (47) を、前記被検査物高さ取得部として備えることを特徴とする請求項 3 に記載の X 線検査装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、X 線を用いて被検査物を検査する X 線検査装置に関し、特に、被検査物の搬送方向に X 線ラインセンサを複数備える X 線検査装置に関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

一般に、X 線検査装置は、搬送路上を所定間隔で順次搬送されてくる各品種の被検査物 (例えば、肉、魚、加工食品、医薬品など) に X 線発生器から X 線を照射し、被検査物を透過した X 線の透過量を検出することで、被検査物中の異物 (金属、ガラス、石、骨など) の有無や欠品の有無などを検査するようになっている。

【0003】

この種の X 線検査装置には、X 線ラインセンサを被検査物の搬送方向に複数本並設し、複数の X 線ラインセンサからの検出信号を合成することにより、検査精度を向上させるよ

50

うにしたものがある。この X 線検査装置では、各 X 線ラインセンサの検出タイミングにズレ（時間差）が発生し、合成画像における被検査物のエッジが不明瞭になったり、微小な異物のコントラストが低下してしまうため、異物検査性能や形状検査性能が低下してしまう。

【0004】

これに対し、従来、各 X 線ラインセンサの間隔および被検査物の搬送速度に基づいて、搬送方向の上流側の X 線ラインセンサほどその X 線ラインセンサからの検出信号を遅延させるようにしたものが知られている（特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の X 線検査装置には、搬送方向に互いに隣接する X 線ラインセンサの間の距離を d 、被検査物 W の搬送速度を V としたとき、 $t = d / V$ の数式から遅延時間 t を求めることが開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2011 - 145253 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ここで、X 線を上方から搬送面に向かって照射する X 線検査装置においては、X 線発生器から放射状に X 線が照射されることによる拡大効果があるため、複数の X 線ラインセンサ間での検出タイミングの時間差は、搬送面から高い位置では小さく、搬送面に近い位置では大きくなり、一定ではない。このため、遅延時間は、被検査物の高さ、または被検査物中の検査を所望する部位の高さに応じて最適な値に設定することが求められる。

20

【0007】

しかしながら、従来の X 線検査装置は、被検査物中に検査を所望する部位が複数の高さであった場合でも、1 回の検査ではどれか 1 つの検査を所望する高さに設定、あるいは複数の高さの代用として被検査物の高さ中央の高さに設定することしかできなかった。したがって、従来の X 線検査装置は、1 回の検査で被検査物の複数の高さに対しては精度良く検査を行うことができないという問題があった。

【0008】

ここで、複数の X 線ラインセンサから遅延時間を設けずに検出信号を取得した後に、画像データ上で被検査物の複数の高さの境界が一致するように遅延時間を算出し、この遅延時間を複数の X 線ラインセンサの検出タイミング、または画像バッファからの検出信号の読み出しタイミングに適用することも考えられる。

30

【0009】

この場合、画像データ上での被検査物の位置合わせは画素単位で行われるので、画像上の 1 画素未満に相当する分解能で遅延時間を精度良く算出することはできない。したがって、画像データ上で被検査物の境界が一致するように遅延時間を算出する手法では、被検査物中の検査を所望する部位の高さの数に関わらず、被検査物を精度良く検査をすることができないという問題があった。

【0010】

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、被検査物の複数の高さに対しても、被検査物の搬送方向に複数並設された X 線ラインセンサからの検出信号に基づいて精度良く検査を行うことができる X 線検査装置を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記目的を達成するために、本発明の請求項 1 の X 線検査装置は、被検査物 (W) を搬送面 ($2a$) 上で搬送する搬送部 (2) と、

前記搬送面上を搬送される前記被検査物に X 線を照射する X 線発生器 (9) と、

前記被検査物の搬送方向に並設され、前記被検査物を透過する X 線に応じた検出信号を

50

検出して出力する 3 個以上の X 線ラインセンサ (5 0、6 0、7 0) と、

隣接する前記 X 線ラインセンサの下流側の前記 X 線ラインセンサの検出タイミングを、上流側に隣接する前記 X 線ラインセンサの検出タイミングに対して遅延させるタイミング遅延部 (4 4) と、

検査を所望する複数の高さを指定する設定操作部と、

前記設定操作部で指定された複数の高さ、複数の前記 X 線ラインセンサおよび前記 X 線発生器の配置と、前記搬送部の搬送速度とに基づいて、前記タイミング遅延部が用いる複数の遅延時間を算出する遅延時間算出部 (4 5) と、

それぞれ隣接する前記 X 線ラインセンサの下流側と上流側の前記 X 線ラインセンサからの検出信号を合成して前記被検査物に対応する複数の画像データを出力する合成部 (4 6) と、

前記合成部が出力する前記複数の画像データに基づいて前記被検査物の良否を判定する判定部 (4 8) とを備えることを特徴としている。

【 0 0 1 2 】

また、本発明の請求項 2 の X 線検査装置は、請求項 1 記載の X 線検査装置において、前記遅延時間算出部は、隣接する前記 X 線ラインセンサの下流側の前記 X 線ラインセンサの検出タイミングと上流側の前記 X 線ラインセンサの検出タイミングとが、前記設定操作部で指定された前記複数の高さの 1 つに対応する前記被検査物の内部に対して一致するように、前記タイミング遅延部が用いる前記複数の遅延時間の 1 つを算出することを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の請求項 3 の X 線検査装置は、請求項 1 または請求項 2 記載の X 線検査装置において、前記被検査物の高さを取得する被検査物高さ取得部 (4 7、8 1) をさらに備え、

前記遅延時間算出部は、前記被検査物高さ取得部で取得した前記被検査物の高さ、前記設定操作部で指定された複数の高さ、複数の前記 X 線ラインセンサおよび前記 X 線発生器の配置と、前記搬送部の搬送速度とに基づいて、前記タイミング遅延部が用いる複数の遅延時間を算出することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の請求項 4 の X 線検査装置は、請求項 3 記載の X 線検査装置において、前記被検査物高さ取得部は、前記被検査物の高さを非接触で測定する非接触式センサであることを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の請求項 5 の X 線検査装置は、請求項 3 記載の X 線検査装置において、前記被検査物の高さが外部機器から入力される入力インターフェース (4 7) を、前記被検査物高さ取得部として備えることを特徴としている

【 発明の効果 】

【 0 0 1 6 】

本発明の X 線検査装置は、被検査物の複数の高さに対しても、被検査物の搬送方向に複数並設された X 線ラインセンサからの検出信号に基づいて精度良く検査を行うことができるという利点がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の概略構成を示す斜視図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の側面および内部構成を示す図である。

【 図 3 】 (a) は、本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の X 線検出器の構成を示す斜視図であり、(b) は、X 線検出器の上面図である。

【 図 4 】 本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の被検査物高さ測定センサの構成を示す斜視図である。

【 図 5 】 (a) は、本発明の一実施形態に係る X 線検査装置での遅延時間の算出手法を説

10

20

30

40

50

明する図であり、(b)は、各X線ラインセンサの検出タイミングの遅延時間を説明する図である。

【図6】(a)と(b)は、下流側のX線ラインセンサの検出タイミングを遅延させたときの合成部の出力結果を示す図であり、(c)は、検出タイミングを遅延させないときの合成部の出力結果を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。まず構成について説明する。

【0019】

搬送部2は、筐体4に対して水平に配置されたベルトコンベアの搬送面(ベルト面)2a上で、被検査物Wを搬送するようになっている。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)に向けて搬送するようになっている。筐体4内部において搬送面2a上を搬入口7から搬出口8まで貫通する空間は搬送路21を形成している。

【0020】

検出部3は、搬送路21途中の検査空間22の上方に所定高さ離隔して配置されたX線発生源としてのX線発生器9と、このX線発生器9と対向して搬送部2内に配置されたX線検出器10を備えている。検出部3は、搬送路21の途中の検査空間22において、順次搬送される被検査物Wに対し、X線発生器9によりX線を照射するとともに、被検査物Wを透過するX線をX線検出器10により検出するようになっている。

【0021】

X線発生器9は、円筒状のX線管12と、このX線管12を絶縁油に浸漬した状態で収納する金属性の箱体11とを備えており、X線管12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線を生成するようになっている。

【0022】

X線管12により生成されたX線は、下方のX線検出器10に向けて、図示しないスリットにより略三角形状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。

【0023】

ここで、X線管12の陽極と陰極との間に流す電流(管電流)に比例して、X線管12が発生するX線の強度は変化する。また、X線管12の陽極と陰極との間に印加する電圧(管電圧)が高くなるに連れて、X線管12が発生するX線の波長が短くなりX線の透過力が強くなる。このため、X線管12の管電流および管電圧は、検出対象とする異物および被検査物Wの種類や搬送速度に応じて調整されるようになっている。

【0024】

X線検出器10は、図3(a)、図3(b)に示すように、Y方向に直線状に延在する3つのX線ラインセンサ50、60、70を搬送面2aの下方に備えている。X線ラインセンサ50はX方向上流側に配置され、X線ラインセンサ60はX線ラインセンサ50に対してX方向下流側に隣接して配置され、X線ラインセンサ70はX線ラインセンサ60に対してX方向下流側に隣接して配置されている。X線ラインセンサ50、60、70は、同じエネルギーのX線を検出するシングルエネルギーセンサ、または、異なるエネルギーのX線を検出するデュアルエネルギーセンサとして構成されている。

【0025】

なお、本実施形態では、説明を簡単にするためX線ラインセンサを3つとして説明するが、さらに複数のX線ラインセンサを搬送面2aの下方に備える構成とすることも可能である。

【0026】

X線ラインセンサ50は、複数のセンサモジュール51、52、53、54をY方向にそれぞれ直線状に接続したもので構成されている。X線ラインセンサ60は、複数のセ

10

20

30

40

50

ンサモジュール 6 1、6 2、6 3、6 4 を Y 方向にそれぞれ直線状に接続したのから構成されている。X 線ラインセンサ 7 0 は、複数のセンサモジュール 7 1、7 2、7 3、7 4 を Y 方向にそれぞれ直線状に接続したのから構成されている。

【0027】

各センサモジュール 5 1、5 2、5 3、5 4、6 1、6 2、6 3、6 4、7 1、7 2、7 3、7 4 は、それぞれ X 線検知部 5 1 a、5 2 a、5 3 a、5 4 a、6 1 a、6 2 a、6 3 a、6 4 a、7 1 a、7 2 a、7 3 a、7 4 a を基板 5 1 b、5 2 b、5 3 b、5 4 b、6 1 b、6 2 b、6 3 b、6 4 b、7 1 b、7 2 b、7 3 b、7 4 b 上に実装したのから構成されている。

【0028】

X 線検知部 5 1 a、5 2 a、5 3 a、5 4 a、6 1 a、6 2 a、6 3 a、6 4 a、7 1 a、7 2 a、7 3 a、7 4 a は、検出素子としてのフォトダイオード（図示せず）と、フォトダイオード上に設けられたシンチレータ（図示せず）とから構成されている。X 線検知部 5 1 a、5 2 a、5 3 a、5 4 a、6 1 a、6 2 a、6 3 a、6 4 a、7 1 a、7 2 a、7 3 a、7 4 a は、X 線発生器 9 から被検査物 W に対して X 線が照射されているとき、被検査物 W を透過してくる X 線をシンチレータで受けて光に変換するようになっている。また、X 線検知部 5 1 a、5 2 a、5 3 a、5 4 a、6 1 a、6 2 a、6 3 a、6 4 a、7 1 a、7 2 a、7 3 a、7 4 a は、シンチレータで変換された光をフォトダイオードで受光し、受光した光を電気信号に変換して出力するようになっている。

【0029】

X 線検出器 1 0 は A / D 変換部 4 1 を備えており、この A / D 変換部 4 1 は、X 線ラインセンサ 5 0、6 0、7 0 からの検出信号（輝度値データ）をデジタルデータに変換して検出データ（濃度データ）として出力するようになっている。

【0030】

ここで、X 線検出器 1 0 が A / D 変換部 4 1 を備える代わりに、制御部 4 0 が A / D 変換部 4 1 を備えるようにしてもよい。すなわち、X 線検出器 1 0 から制御部 4 0 への出力を、デジタルデータに変換された後の検出データとする代わりに、デジタルデータに変換される前の検出信号を X 線検出器 1 0 の側で出力し、制御部 4 0 の側で検出信号をデジタルデータである検出データに変換するように構成してもよい。

【0031】

図 2 に示すように、搬送路 2 1 の上部空間には被検査物高さ測定センサ 8 1 が設けられており、この被検査物高さ測定センサ 8 1 は、搬送面 2 a 上を搬送される被検査物 W の高さを非接触で測定するようになっている。

【0032】

被検査物高さ測定センサ 8 1 は、図 4 に示すように、複数のレーザ光束を照射して反射光を受光することにより、被検査物 W の高さを非接触で測定するようになっており、搬送面 2 a の上方（本実施の形態では、搬送面 2 a の搬送方向上流部の上方）に被検査物 W と接触しないよう十分な間隔を隔てて配置されている。被検査物高さ測定センサ 8 1 には、このようなレーザ光による 2 次元変位センサを用いることができ、この 2 次元センサを用いた場合、被検査物 W の高さだけでなく、検査空間 2 2 を通過する被検査物 W の幅、形状および搬送面 2 a 上の位置等を測定することができる。

【0033】

また、図 2 に示すように、X 線検査装置 1 は制御部 4 0 を備え、この制御部 4 0 は、X 線検出器 1 0 からの検出信号に基づいて被検査物 W の良否判定を行うようになっている。また、制御部 4 0 は、被検査物 W の良否判定の他に、X 線検査装置 1 全体の制御を行うようになっている。

【0034】

制御部 4 0 は、一時記憶部 4 2 と、合成部 4 6 と、判定部 4 8 と、表示器 5 と、設定操作部 4 9 とを備え、一時記憶部 4 2 に記憶された X 線ラインセンサ 5 0、6 0、7 0 からの検出データを合成部 4 6 で合成し、合成画像に基づいて判定部 4 8 で被検査物 W の良否

10

20

30

40

50

を判定し、判定結果を表示器 5 により表示するようになっている。

【0035】

また、本実施形態では、制御部 40 は、タイミング遅延部 44 と、遅延時間算出部 45 と、入力インターフェース 47 とを備え、タイミング遅延部 44 は、遅延時間算出部 45 により算出された遅延時間を用いて、X 線ラインセンサ 50、60、70 の検出タイミングを調整するようになっている。

【0036】

一時記憶部 42 は、X 線ラインセンサ 50、60、70 からの検出データを一時的に記憶するようになっており、データを高速に記憶および読み出しが可能な半導体メモリ等のバッファから構成されている。

【0037】

合成部 46 は、X 線ラインセンサ 50、60、70 の検出データを一時記憶部 42 から読み出すとともに、読み出した検出データを合成して被検査物 W に対応する画像データとして出力するようになっている。

【0038】

判定部 48 は、合成部 46 で合成された検出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ようになっている。表示器 5 は、判定部 48 による判定結果を表示するようになっている。判定部 48 は、合成部 46 で合成された画像データ 10 dm (検出データ) に基づいて、被検査物 W の中から異物を検出し、異物の混入の有無を判定するようになっている。

【0039】

設定操作部 49 は、不図示のキーボードおよびタッチパネル等から構成されており、検査を所望する複数の高さの設定、X 線発生器 9 の X 線出力の設定、搬送速度等の検査パラメータの設定操作、動作モードの選択操作等が行われるようになっている。

【0040】

ここで、検査を所望する高さの設定は、搬送面 2 a からの高さ、被検査物 W の上面からの距離、被検査物 W の上面を 100% としたときの搬送面 2 a からの比率、などの設定が可能である。また、検査を所望する高さの設定の最大数は、X 線ラインセンサの数で決まる。本実施形態では、説明を簡単にするため X 線ラインセンサを 3 つとしているので検査を所望する高さは 2 つとなる。さらに複数の X 線ラインセンサを搬送面 2 a の下方に備える構成とした場合、1 つ X 線ラインセンサを追加するごとに設定可能な検査を所望する高さが 1 つ増え、被検査物 W の高さ方向に対する分解能を上げることができる。

【0041】

入力インターフェース 47 は、前段の検査装置等としての外部機器 82 に接続されており、この外部機器 82 から被検査物 W の高さを取得するようになっている。外部機器 82 には、前述の 2 次元変位センサのように被検査物 W の高さを測定するセンサが設けられている。

【0042】

タイミング遅延部 44 は、隣接する X 線ラインセンサの下流側の X 線ラインセンサの検出タイミングを、上流側に隣接する X 線ラインセンサの検出タイミングに対して、遅延時間算出部 45 で算出された複数の遅延時間を用いて遅延させるようになっている。

【0043】

X 線ラインセンサ 60 の検出タイミングは上流側に隣接する X 線ラインセンサ 50 の検出タイミングに対して遅延時間算出部で算出された遅延時間を用いて遅延され、X 線ラインセンサ 70 の検出タイミングは上流側に隣接する X 線ラインセンサ 60 の検出タイミングに対して遅延時間算出部で算出された遅延時間を用いて遅延される。ここで、X 線ラインセンサ 50、60、70 の検出タイミングとは、X 線ラインセンサ 50、60、70 の蓄積 (蓄光) 開始のタイミングである。

【0044】

遅延時間算出部 45 は、タイミング遅延部 44 が用いる複数の遅延時間を算出するよう

10

20

30

40

50

になっている。遅延時間算出部 45 には、操作設定部 49 から入力された検査を所望する複数の高さ、入力インターフェース 47 から入力（取得）された被検査物 W の高さ、または被検査物高さ測定センサ 81 で測定（取得）された被検査物 W の高さが入力されるようになっている。

【0045】

遅延時間算出部 45 は、検査を所望する高さ、取得された被検査物 W の高さ、X 線ラインセンサ 50、60、70 および X 線発生器 9 の配置と、搬送部 2 の搬送速度とに基づいて、隣接する X 線ラインセンサの下流側の X 線ラインセンサの検出タイミングと、上流側に隣接する X 線ラインセンサの検出タイミングとが一致するよう、遅延時間を算出するようになっている。

10

【0046】

ここで、X 線ラインセンサ 50、60、70 および X 線発生器 9 の配置とは、図 5 (a) に示すように、X 線ラインセンサ 50 と X 線ラインセンサ 60 との間隔 d_1 、X 線ラインセンサ 60 と X 線ラインセンサ 70 との間隔 d_2 および、X 線発生器 9 と搬送面 2a との距離 H_1 、および、X 線発生器 9 と X 線ラインセンサ 50、60、70 との距離 H_2 のことである。

【0047】

換言すると、X 線ラインセンサ 50、60、70 および X 線発生器 9 の配置とは、X 線検査装置 1 の構成に関する既知の値である。なお、X 線ラインセンサ 50 と X 線ラインセンサ 60 との間隔 d_1 、X 線ラインセンサ 60 と X 線ラインセンサ 70 との間隔 d_2 と、X 線発生器 9 と X 線ラインセンサ 50、60、70 との距離 H_2 に代えて、X 線発生器 9 から照射される X 線の拡大率を用いてもよい。

20

【0048】

遅延時間算出部 45 は、検査を所望する複数の高さの前記被検査物 W の内部に対して、隣接する X 線ラインセンサの下流側の X 線ラインセンサの検出タイミングと、上流側に隣接する X 線ラインセンサの検出タイミングとが一致するよう、タイミング遅延部 44 が用いる複数の遅延時間を算出するようになっている。

【0049】

遅延時間 t_1 は、X 線ラインセンサ 50、60 が設けられた平面に対しては、 $t_1 = d_1 / V$ の数式から求まり、高さ p_1 に対しては、X 線の拡大効果があるため、次に示す数式から算出される。

30

【0050】

$$t_1 = \{ (H_1 - p_1) / H_2 \} \cdot (d_1 / V)$$

【0051】

同様に、遅延時間 t_2 は、X 線ラインセンサ 60、70 が設けられた平面に対しては、 $t_2 = d_2 / V$ の数式から求まり、高さ p_2 に対しては、X 線の拡大効果があるため、次に示す数式から算出される。

【0052】

$$t_2 = \{ (H_1 - p_2) / H_2 \} \cdot (d_2 / V)$$

【0053】

タイミング遅延部 44 は、遅延時間算出部 45 により算出された遅延時間を用いて、図 5 (b) に示すように、X 線ラインセンサ 60 の検出タイミングは上流側に隣接する X 線ラインセンサ 50 の検出タイミングに対して遅延時間算出部で算出された遅延時間 t_1 を用いて遅延され、X 線ラインセンサ 70 の検出タイミングは上流側に隣接する X 線ラインセンサ 60 の検出タイミングに対して遅延時間算出部で算出された遅延時間 t_2 を用いて遅延される。

40

【0054】

次に動作例を説明する。この動作例では検査を所望する高さとして、搬送面 2a から被検査物 W の高さの $2/3$ の位置と、 $1/3$ の位置とが設定されるものとする。

【0055】

50

まず、不図示のキーボードおよびタッチパネル等から構成される設定操作部 49 より、検査を所望する高さとして、搬送面 2 a から被検査物 W の高さの $2/3$ の位置と、 $1/3$ の位置が入力される。そして制御部 40 は、所定搬送速度 V で搬送部 2 を駆動して被検査物 W を搬送するとともに、予め設定された強度で X 線発生器 9 から被検査物 W に X 線を照射する。

【0056】

次いで、被検査物 W の高さが、入力インターフェース 47 から入力、または、被検査物高さ測定センサ 81 により測定される。

【0057】

次いで、遅延時間算出部 45 は、設定操作部 49 より入力された検査を所望する高さとして取得された被検査物 W の高さより、搬送面 2 a からの検査を所望する高さ p_1 、 p_2 を算出し、続いて設定制御部 X 線ラインセンサ 50、60、70 および X 線発生器 9 の配置と、搬送部 2 の搬送速度とに基づいて、検査を所望する高さ p_1 、 p_2 に応じた遅延時間 t_1 、 t_2 を算出する。

10

【0058】

タイミング遅延部 44 は、遅延時間算出部 45 により算出された遅延時間を用いて、X 線ラインセンサ 60 の検出タイミングを上流側に隣接する X 線ラインセンサ 50 の検出タイミングに対して遅延時間算出部で算出された遅延時間 t_1 だけ遅延させ、X 線ラインセンサ 70 の検出タイミングを上流側に隣接する X 線ラインセンサ 60 の検出タイミングに対して遅延時間算出部で算出された遅延時間 t_2 だけ遅延させる。

20

【0059】

次いで、制御部 40 は、X 線検出器 10 から出力される X 線ラインセンサ 50 の検出データと X 線ラインセンサ 60 の検出データと X 線ラインセンサ 70 の検出データとを一時記憶部 42 に記憶する。

【0060】

次いで、制御部 40 は、合成部 46 により、図 6 (a) に示すように、X 線ラインセンサ 50、60 の検出データの合成を行って、搬送面 2 a から高さ p_1 の被検査物 W の形状に対応する画像データとして出力する。同様に図 6 (b) に示すように、X 線ラインセンサ 60、70 の検出データの合成を行って、搬送面 2 a から高さ p_2 の被検査物 W の形状に対応する画像データとして出力する。

30

【0061】

図 6 (a) において、タイミング遅延部 44 により検出タイミングが調整された X 線ラインセンサ 50、60 からの検出データ 50 d、60 d は、合成部 46 により合成（重ね合わせ）されるとともに搬送面 2 a から高さ p_1 の被検査物 W の形状に対応する画像データ 10 d m 1（検出データ）として出力されている。同様に図 6 (b) において、タイミング遅延部 44 により検出タイミングが調整された X 線ラインセンサ 60、70 からの検出データ 60 d、70 d は、合成部 46 により合成（重ね合わせ）されるとともに搬送面 2 a から高さ p_2 の被検査物 W の形状に対応する画像データ 10 d m 2（検出データ）として出力されている。

【0062】

次いで、制御部 40 は、判定部 48 により、合成部 46 で合成された画像データ 10 d m 1、10 d m 2 に基づいて、被検査物 W の中から異物を検出し、異物の混入の有無を判定し、合成部 46 で合成された画像データとともに表示器 5 に表示する。

40

【0063】

ここで、異物が搬送面 2 a から高さ p_2 の近くにあったと仮定する。この場合、搬送面 2 a から高さ p_1 の被検査物 W の形状に対応する画像データ 10 d m 1 では異物は低コントラストとなり異物の検出が困難となる可能性があるが、搬送面 2 a から高さ p_2 の被検査物 W の形状に対応する画像データ 10 d m 2 では異物は高コントラストとなり異物の検出は容易である。つまり、搬送面 2 a から複数の高さの被検査物 W の形状に対応する画像データを用いて判定することにより精度良く検査を行うことができる。

50

【 0 0 6 4 】

なお、X線ラインセンサ50、60の検出タイミングが調整されていない場合、図6(c)に示すように、合成部46が出力する画像データ10dm1は、X線ラインセンサ50の検出データ50dに基づく被検査物Wの画像の境界と、X線ラインセンサ60の検出データ60dに基づく被検査物Wの画像の境界とが一致しないものとなる。図示しないが、X線ラインセンサ60、70の検出タイミングが調整されていない場合も同様である。

【 0 0 6 5 】

なお、本動作例では、X線ラインセンサを3つとし説明したが、さらに複数のX線ラインセンサを搬送面2aの下方に備える構成とすることも可能であり、X線ラインセンサを追加するごとに設定可能な検査を所望する高さが1つ増え、被検査物Wの高さ方向に対する分解能を上げることができる。また、検査を所望する高さを被検査物Wの上面までの搬送面2aからの比率として設定したが、被検査物Wの上面の高さの情報を用いず、搬送面2aからの高さとして設定することも可能である。

10

【 0 0 6 6 】

また、X線の照射方向は図のような鉛直下方向のみに限定せず、左右方向、鉛直上方向であってもよい。つまり、X線源(X線発生器9)とX線ラインセンサ50、60、70を搬送面2aの上方と下方にそれぞれ配置してX線を上方から下方に向かって照射する構成だけでなく、X線源とX線ラインセンサ50、60、70を搬送面2aの下方と上方にそれぞれ配置してX線を下方から上方に向かって照射したり、X線を搬送面2aの幅方向一端側と他端側に配置してX線を横向きに一端側から他端側に向かって照射するように構成してもよい。

20

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 6 7 】

以上のように、本発明に係るX線検査装置は、被検査物の複数の高さに対しても、被検査物の搬送方向に複数並設されたX線ラインセンサからの検出信号に基づいて精度良く検査を行うことができるという効果を有し、X線ラインセンサを被検査物の搬送方向に複数備えるX線検査装置として有用である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 8 】

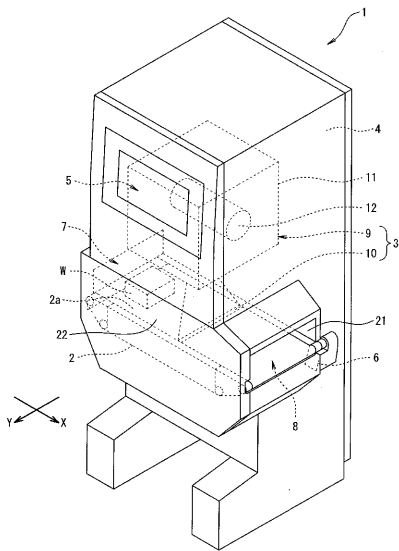
- 1 X線異物検出装置
- 2 搬送部
- 2a 搬送面
- 3 検出部
- 5 表示器
- 9 X線発生器
- 10 X線検出器
- 12 X線管
- 21 搬送路
- 22 検査空間
- 41 A/D変換部
- 42 一時記憶部
- 44 タイミング遅延部
- 45 遅延時間算出部
- 46 合成部
- 47 入力インターフェース(被検査物高さ取得部)
- 48 判定部
- 49 操作設定部
- 50、60、70 X線ラインセンサ
- 81 被検査物高さ測定センサ(被検査物高さ取得部)
- W 被検査物

30

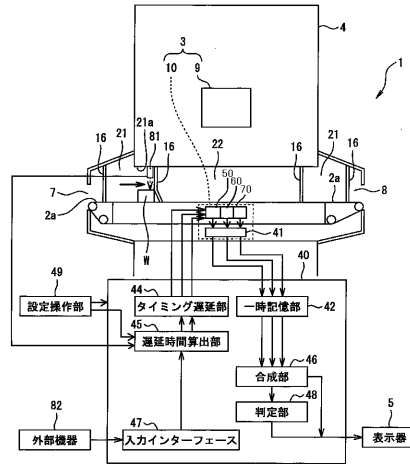
40

50

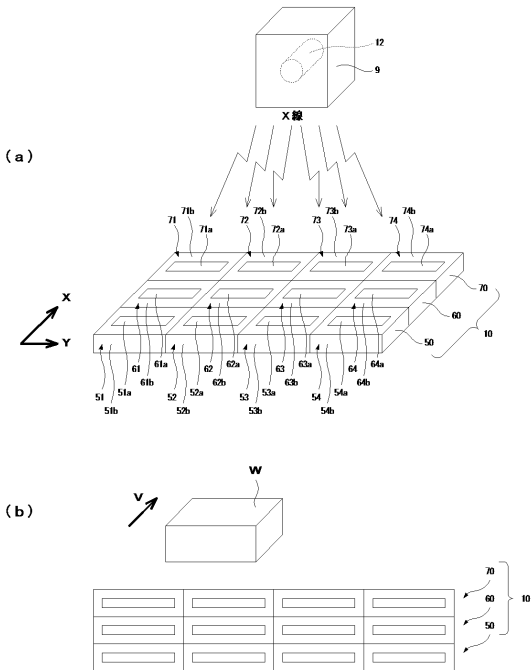
【 図 1 】



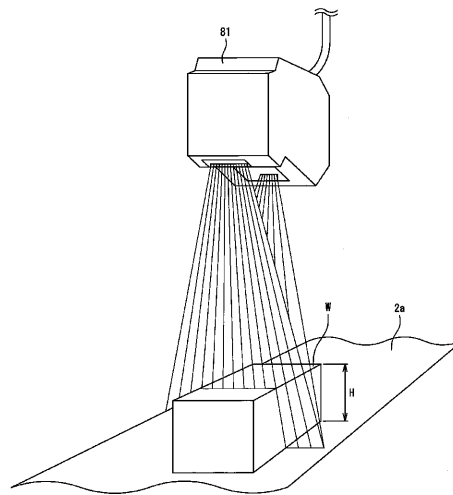
【 図 2 】



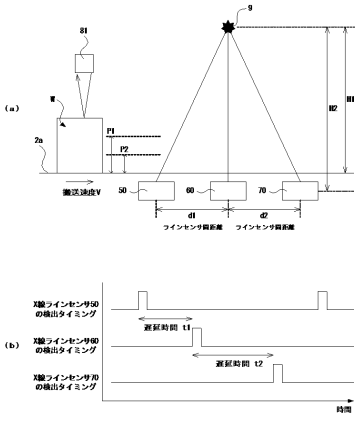
【 図 3 】



【 図 4 】



【図5】



【図6】

