

(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2015-210097

(P2015-210097A)

(43) 公開日 平成27年11月24日(2015.11.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
GO1N 23/04 (2006.01)	GO1N 23/04	2G001
GO1T 1/20 (2006.01)	GO1T 1/20 A	2G188
	GO1T 1/20 E	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2014-89816(P2014-89816)  
 (22) 出願日 平成26年4月24日(2014.4.24)

(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  
 (74) 代理人 110001520  
 特許業務法人日誠国際特許事務所  
 (72) 発明者 宮崎 格  
 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 DA01 DA02  
 DA08 DA10 FA06 HA07 JA13  
 KA05 LA01 PA11 SA14  
 2G188 AA25 BB02 CC15 CC22 DD04  
 DD30 DD42

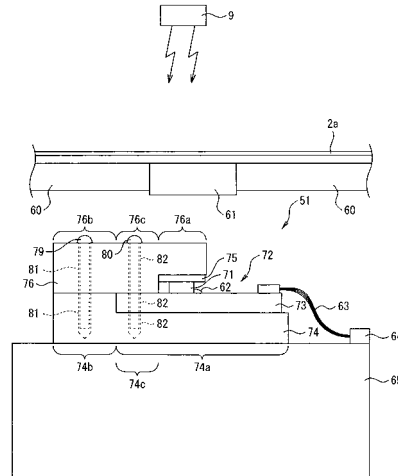
(54) 【発明の名称】 X線検査装置

(57) 【要約】

【課題】 X線ラインセンサの劣化速度を遅らせてX線ラインセンサの寿命を延ばすことができるX線検査装置を提供すること。

【解決手段】 X線ラインセンサ51は、複数のフォトダイオード71が直線状に並べられてなるフォトダイオードアレイ72と、フォトダイオードアレイ72が上面に実装される基板73と、基板73を下方から支持する基板支持部74aを有する基板支持部材74と、フォトダイオードアレイ72の上方に配置され、X線を変換するシンチレータ75と、X線を透過する材料からなりシンチレータ75を上方から支持するシンチレータ支持部76aを有するシンチレータ支持部材76と、を備えている。基板支持部材74はシンチレータ支持部材76と結合する基板支持部材側結合部74bを有するとともに、シンチレータ支持部材76は基板支持部材74と結合するシンチレータ支持部材側結合部76bを有している。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

X線を発生するX線発生器(9)と、  
X線を検出するX線ラインセンサ(51)と、  
前記X線発生器のX線発生中に被検査物(W)を搬送方向に搬送して前記X線発生器と前記X線ラインセンサとの間を通過させる搬送部(2)と、を備えるX線検査装置において、

前記X線ラインセンサは、  
複数のフォトダイオード(71)が直線状に並べられてなるフォトダイオードアレイ(72)と、

前記フォトダイオードアレイが上面に実装される基板(73)と、  
前記基板を下方から支持する基板支持部(74a)を有する基板支持部材(74)と、  
前記フォトダイオードアレイの上方に配置され、X線を光に変換するシンチレータ(75)と、

X線を透過する材料からなり前記シンチレータを上方から支持するシンチレータ支持部(76a)を有するシンチレータ支持部材(76)と、を備え、

前記基板支持部材は前記シンチレータ支持部材と結合する基板支持部材側結合部(74b)を有するとともに、前記シンチレータ支持部材は前記基板支持部材と結合するシンチレータ支持部材側結合部(76b)を有し、

前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータとの間に接着剤を設けることなく、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイおよび前記シンチレータが変位不能に位置決めされることを特徴とするX線検査装置。

**【請求項 2】**

前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記シンチレータが前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータ支持部との間で挟持されるとともに、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイ、前記シンチレータが変位不能に位置決めされ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】**

前記シンチレータと前記シンチレータ支持部との間に接着剤(77)を設け、  
前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータとの間に隙間が形成されるとともに、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイ、前記シンチレータが変位不能に位置決めされ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 4】**

前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部との間に所定厚さのスペーサー(78)が介装され、

前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータとの間に前記所定厚さに応じた隙間が形成されるとともに、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイ、前記シンチレータが変位不能に位置決めされ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】**

前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部との同一部位に、第1ボルト(79)が挿入される第1ボルト挿入孔(81)がそれぞれ形成され、

前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部は、前記第1ボルトの締結により結合されることを特徴とする請求項1～請求項4の何れかに記載のX線検査装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 6】

前記基板支持部材と前記シンチレータ支持部材は、前記基板を挟持する基板側基板挟持部（74c）およびシンチレータ支持部材側基板挟持部（76c）をそれぞれ有し、

前記基板支持部材側基板挟持部、前記シンチレータ支持部材側基板挟持部および前記基板の同一部位に、第2ボルト（80）が挿入される第2ボルト挿入孔（82）がそれぞれ形成され、

前記基板側基板挟持部とシンチレータ支持部材側基板挟持部は、前記第2ボルトの締結により、前記基板を共締めした状態で結合されることを特徴とする請求項5に記載のX線検査装置。

## 【請求項 7】

前記シンチレータ支持部は、透明または黒色のPEEK樹脂またはPET樹脂からなることを特徴とする請求項1～請求項6の何れかに記載のX線検査装置。

10

## 【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、被検査物を搬送しながらX線の照射を行うX線検査装置に関するものである。

## 【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X線ラインセンサで検出することで、被検査物中の異物（金属、ガラス、石、骨など）や欠陥の有無を判別し、被検査物の良否判定を行っている。

20

## 【0003】

被検査物を搬送しながらX線の照射を行うこの種のX線検査装置において、X線ラインセンサは、基板の上に実装されたフォトダイオードと、フォトダイオード上に接着剤を介して設けられたシンチレータとを含んで構成される。このX線ラインセンサは、装置の運転中、X線発生器から照射されるX線に常時曝されるため、各部で着色、光子欠陥増大等の劣化が進行し、装置の運転時間の増大とともに輝度が低下する。したがって、X線ラインセンサの劣化や寿命について配慮する必要がある。

30

## 【0004】

これに対し、従来、X線ラインセンサの寿命を定量的に事前に予測することにより、故障前にX線ラインセンサを交換することを可能にしたものが知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1に記載のものは、X線が照射される位置のフォトダイオードの暗電流と、X線が全く照射されない位置のフォトダイオードの暗電流とを比較し、その差が所定値以上となったときにX線ラインセンサが寿命であると判定している。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特許4530523号公報

40

## 【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、従来のX線検査装置は、X線ラインセンサの寿命を定量的に把握することはできるが、X線ラインセンサの劣化速度を遅らせることについて検討されていないため、X線ラインセンサの寿命を延ばすことはできなかった。

## 【0007】

ここで、X線ラインセンサが劣化する劣化因子としては、フォトダイオードとシンチレータとを接着する接着剤の存在が関係していることが近年分かってきている。接着剤は、

50

主として高分子樹脂から構成されているため、X線を受けた接着材の表面付近から2次電子やフリーラジカルが飛び出し、この2次電子やフリーラジカルがフォトダイオードを劣化させると考えられる。特に、X線検査装置で用いられるX線のエネルギー（概ね80keV以下）では、X線による直接的なダメージよりも2次電子やフリーラジカルによるダメージが支配的であると考えられる。したがって、接着材に起因するフォトダイオードの劣化に対して配慮することが求められている。

【0008】

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、X線ラインセンサの劣化速度を遅らせてX線ラインセンサの寿命を延ばすことができるX線検査装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るX線検査装置は、X線を発生するX線発生器(9)と、X線を検出するX線ラインセンサ(51)と、前記X線発生器のX線発生中に被検査物(W)を搬送方向に搬送して前記X線発生器と前記X線ラインセンサとの間を通過させる搬送部(2)と、を備えるX線検査装置において、前記X線ラインセンサは、複数のフォトダイオード(71)が直線状に並べられてなるフォトダイオードアレイ(72)と、前記フォトダイオードアレイが上面に実装される基板(73)と、前記基板を下方から支持する基板支持部(74a)を有する基板支持部材(74)と、前記フォトダイオードアレイの上方に配置され、X線を光に変換するシンチレータ(75)と、X線を透過する材料からなり前記シンチレータを上方から支持するシンチレータ支持部(76a)を有するシンチレータ支持部材(76)と、を備え、前記基板支持部材は前記シンチレータ支持部材と結合する基板支持部材側結合部(74b)を有するとともに、前記シンチレータ支持部材は前記基板支持部材と結合するシンチレータ支持部材側結合部(76b)を有し、前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータとの間に接着剤を設けることなく、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイおよび前記シンチレータが変位不能に位置決めされることを特徴とする。

【0010】

この構成により、フォトダイオードアレイとシンチレータとの間に接着剤が設けられていないので、X線の照射により接着剤から2次電子やフリーラジカル等が発生してフォトダイオードアレイを劣化させることがない。したがって、X線ラインセンサの劣化速度を遅らせてX線ラインセンサの寿命を延ばすことができる。

【0011】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記シンチレータが前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータ支持部との間で挟持されるとともに、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイ、前記シンチレータが変位不能に位置決めされることを特徴とする。

【0012】

この構成により、シンチレータがフォトダイオードアレイとシンチレータ支持部との間で挟持されるため、シンチレータが密閉され、シンチレータが外部からの異物等により汚損されることを防止することができる。

【0013】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記シンチレータと前記シンチレータ支持部との間に接着剤(77)を設け、前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータとの間に隙間が形成されるとともに、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイ、前記シンチレータが変位不能に位置決めされることを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 4 】

この構成により、シンチレータとシンチレータ支持部との間に接着剤を設けることで、フォトダイオードアレイとシンチレータとの間に隙間を形成することができるので、接着剤で発生した2次電子やフリーラジカルを隙間で遮断してフォトダイオードアレイに到達することを防止することができる。

## 【 0 0 1 5 】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部との間に所定厚さのスペーサー(78)が介装され、前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部とを結合することで、前記フォトダイオードアレイと前記シンチレータとの間に前記所定厚さに応じた隙間が形成されるとともに、前記基板支持部と前記シンチレータ支持部との間に前記基板、前記フォトダイオードアレイ、前記シンチレータが変位不能に位置決めされることを特徴とする。

10

## 【 0 0 1 6 】

この構成により、基板支持部材側結合部とシンチレータ支持部材側結合部との間に所定厚さのスペーサーを介装させることで、基板支持部材またはシンチレータ支持部材を設計変更することなく、フォトダイオードアレイとシンチレータとの間に所定厚さに応じた隙間を形成することができる。

## 【 0 0 1 7 】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部との同一部位に、第1ボルト(79)が挿入される第1ボルト挿入孔(81)がそれぞれ形成され、前記基板支持部材側結合部と前記シンチレータ支持部材側結合部は、前記第1ボルトの締結により結合されることを特徴とする。

20

## 【 0 0 1 8 】

この構成により、第1ボルトを締結することで、基板支持部材側結合部とシンチレータ支持部材側結合部を強固に結合させることができる。

## 【 0 0 1 9 】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記基板支持部材と前記シンチレータ支持部材は、前記基板を挟持する基板側基板挟持部(74c)およびシンチレータ支持部材側基板挟持部(76c)をそれぞれ有し、前記基板支持部材側基板挟持部、前記シンチレータ支持部材側基板挟持部および前記基板の同一部位に、第2ボルト(80)が挿入される第2ボルト挿入孔(82)がそれぞれ形成され、前記基板側基板挟持部とシンチレータ支持部材側基板挟持部は、前記第2ボルトの締結により、前記基板を共締めした状態で結合されることを特徴とする。

30

## 【 0 0 2 0 】

この構成により、第2ボルトを締結することで、基板側基板挟持部とシンチレータ支持部材側基板挟持部を、基板を共締めした状態で強固に結合することができる。また、基板側基板挟持部とシンチレータ支持部材側基板挟持部により挟持された状態で、基板を安定して固定することができる。

## 【 0 0 2 1 】

また、本発明に係るX線検査装置は、前記シンチレータ支持部は、透明または黒色のPEEK樹脂またはPET樹脂からなることを特徴とする。

40

## 【 0 0 2 2 】

この構成により、フォトダイオードアレイで発生した光がシンチレータ支持部で反射して再度フォトダイオードアレイ側に戻ってしまうことを防止することができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 3 】

本発明は、X線ラインセンサの劣化速度を遅らせてX線ラインセンサの寿命を延ばすことができる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 】

## 【 0 0 2 4 】

50

【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】本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の X 線ラインセンサの構成を示す斜視図である。

【図 4】本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の X 線ラインセンサの構成を示す断面図である。

【図 5】( a )、( b ) は、本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の X 線ラインセンサの他の例を示す断面図である。

【図 6】本発明の一実施形態に係る X 線検査装置の X 線ラインセンサの作用を示す断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0025】

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。まず構成について説明する。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。

【0026】

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 の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。

【0027】

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 の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。

20

【0028】

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。

【0029】

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。

30

【0030】

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。

【0031】

図 2 に示すように、ベルト面 2 a の下方には支持フレーム 6 0 が設けられており、この支持フレーム 6 0 は、ベルト面 2 a を下方から支持している。支持フレーム 6 0 における X 線発生器 9 の下方部位には、X 線が通過可能な材料からなる窓材 6 1 が設けられている。X 線発生器 9 から照射される X 線は、この窓材 6 1 を通過してその下方の X 線検出器 1 0 に到達するようになっている。X 線検出器 1 0 は、X 線を検出するための X 線ラインセンサ 5 1 を備えている。X 線ラインセンサ 5 1 の詳細な構成については後述する。

40

【0032】

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 ) に加工したもの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

50

の外部に漏えいすることを防止するものである。

【 0 0 3 3 】

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。

【 0 0 3 4 】

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 中の異物や欠陥の有無を検査する制御回路 4 0 と、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。

10

【 0 0 3 5 】

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示するようになっている。

【 0 0 3 6 】

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等を行うものである。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。

20

【 0 0 3 7 】

制御回路 4 0 は、X 線検出器 1 0 から受け取った X 線画像を一時的に記憶する一時記憶部 4 2 と、この一時記憶部 4 2 から読み出したデータに対してフィルタや特徴抽出するための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 中の異物や欠陥の有無を判定する判定部 4 4 と、を備えている。

【 0 0 3 8 】

また、制御回路 4 0 は制御部 4 6 を備えている。この制御部 4 6 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ており、設定操作部 4 5 で設定された動作モードに基づいて、X 線検査装置 1 の全体的な制御を行うようになっている。

30

【 0 0 3 9 】

次に、X 線ラインセンサ 5 1 の詳細な構成について説明する。図 3、図 4 に示すように、本実施形態では、X 線ラインセンサ 5 1 は、フォトダイオードアレイ 7 2 と、基板 7 3 と、基板支持部材 7 4 と、シンチレータ 7 5 と、シンチレータ支持部材 7 6 とを備えている。

【 0 0 4 0 】

フォトダイオードアレイ 7 2 は、複数のフォトダイオード 7 1 が搬送部 2 の幅方向（Y 方向）に直線状に並べられたものから構成されている。基板 7 3 は、ガラスエポキシ板から構成されており、その上面にフォトダイオードアレイ 7 2 が実装されている。各フォトダイオード 7 1 は、ボンディングワイヤー 6 2 によって基板 7 3 に電氣的に接続されている。基板 7 3 は信号線 6 3 によって画像ボード 6 4 に接続されている。

40

【 0 0 4 1 】

基板支持部材 7 4 は、放熱性に優れたアルミ等の材料を平板状に形成したのから構成されており、基板 7 3 を下方から支持する基板支持部 7 4 a と、シンチレータ支持部材 7 6 と結合する基板支持部材側結合部 7 4 b と、基板 7 3 を挟持する基板支持部材側基板挟持部 7 4 c とを有している。基板支持部材側基板挟持部 7 4 c は、基板支持部 7 4 a の一部として設けられており、基板 7 3 を下方から支持するとともに、基板 7 3 を挟持してい

50

る。

【0042】

基板支持部材74および画像ボード64は、その下方のフレーム65の上に載置されている。

【0043】

シンチレータ75は、フォトダイオードアレイ72の上方に配置されており、X線を光に変換するようになっている。

【0044】

シンチレータ支持部材76は、X線が透過可能な材料を平板状に形成したのから構成されており、シンチレータ75を上方から支持するシンチレータ支持部76aと、基板支持部材74と結合するシンチレータ支持部材側結合部76bと、基板73を挟持するシンチレータ支持部材側基板挟持部76cとを有している。シンチレータ支持部材76としては、透明または黒色のPEEK（ポリエーテルエーテルケトン）樹脂またはPET（ポリエチレンテレフタレート）樹脂が好ましい。また、シンチレータ支持部材76は、シンチレータ75を上方から支持可能な剛性を発揮する厚みおよび形状に形成することが好ましい。

10

【0045】

また、図3～図5に示すように、基板支持部材側結合部74bとシンチレータ支持部材側結合部76bとの同一部位には、第1ボルト79が挿入される第1ボルト挿入孔81がそれぞれ形成されている。第1ボルト挿入孔81は、搬送部2の幅方向に複数設けられている。基板支持部材側結合部74bとシンチレータ支持部材側結合部76bは、第1ボルト79の締結により結合されるようになっている。

20

【0046】

また、基板支持部材側基板挟持部74c、シンチレータ支持部材側基板挟持部76cおよび基板73の同一部位には、第2ボルト80が挿入される第2ボルト挿入孔82がそれぞれ形成されている。第2ボルト挿入孔82は、搬送部2の幅方向に複数設けられている。基板支持部材側基板挟持部74cとシンチレータ支持部材側基板挟持部76cは、第2ボルト80の締結により、基板73を共締めした状態で結合されるようになっている。

【0047】

本実施形態では、基板支持部材側結合部74bとシンチレータ支持部材側結合部76bとを第1ボルト79の締結により結合するとともに、基板支持部材側基板挟持部74cとシンチレータ支持部材側基板挟持部76cとを第2ボルト80の締結により結合することで、シンチレータ75がフォトダイオードアレイ72とシンチレータ支持部76aとの間で挟持されるようになっている。また、これにより、フォトダイオードアレイ72とシンチレータ75との間に接着剤を設けることなく、基板支持部74aとシンチレータ支持部76aとの間に基板73、フォトダイオードアレイ72およびシンチレータ75が変位不能に位置決めされるようになっている。

30

【0048】

また、他の例として、図5(a)に示すように、シンチレータ75とシンチレータ支持部76aとの間に接着剤77を設けることで、シンチレータ75をシンチレータ支持部76aに固定してもよい。この場合、フォトダイオードアレイ72とシンチレータ支持部76aとの間でシンチレータ75を挟持する必要がなくなる。このため、基板支持部材側結合部74bとシンチレータ支持部材側結合部76bとを結合したときに、フォトダイオードアレイ72とシンチレータ75との間に隙間を形成しつつ、基板支持部74aとシンチレータ支持部76aとの間に基板73、フォトダイオードアレイ72、シンチレータ75が変位不能に位置決めすることが可能となる。

40

【0049】

また、図5(b)に示すように、基板支持部材側結合部74bとシンチレータ支持部材側結合部76bとの間に所定厚さtのスペーサー78を介装することで、基板支持部材側結合部74bとシンチレータ支持部材側結合部76bとを結合したときに、フォトダイオ

50



ードアレイ 7 2 とシンチレータ 7 5 との間に所定厚さ  $t$  に応じた隙間が形成されつつ、基板支持部 7 4 a とシンチレータ支持部 7 6 a との間に基板 7 3、フォトダイオードアレイ 7 2、シンチレータ 7 5 が変位不能に位置決めされるようになっていてもよい。図 5 ( b ) では、隙間  $t$  は、スペーサー 7 8 の厚さ  $t$  と等しくなっている。

【 0 0 5 0 】

以上のように、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 において、X 線ラインセンサ 5 1 は、基板支持部材側結合部 7 4 b とシンチレータ支持部材側結合部 7 6 b とを結合することで、フォトダイオードアレイ 7 2 とシンチレータ 7 5 との間に接着剤を設けることなく、基板支持部 7 4 a とシンチレータ支持部 7 6 a との間に基板 7 3、フォトダイオードアレイ 7 2 およびシンチレータ 7 5 が変位不能に位置決めされるようになっている。

10

【 0 0 5 1 】

この構成により、フォトダイオードアレイ 7 2 とシンチレータ 7 5 との間に接着剤が設けられていないので、図 6 に示すように、X 線の照射により接着剤から 2 次電子 ( 図中  $e^-$  と記す ) やフリーラジカル ( 図中  $OH^\cdot$  と記す ) 等が発生してフォトダイオードアレイ 7 2 を劣化させることがない。したがって、X 線ラインセンサの劣化速度を遅らせて X 線ラインセンサ 5 1 の寿命を延ばすことができる。

【 0 0 5 2 】

また、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 において、X 線ラインセンサ 5 1 は、シンチレータ 7 5 がフォトダイオードアレイ 7 2 とシンチレータ支持部 7 6 a との間で挟持されるようになっている。

20

【 0 0 5 3 】

この構成により、シンチレータ 7 5 がフォトダイオードアレイ 7 2 とシンチレータ支持部 7 6 a との間で挟持されるため、シンチレータ 7 5 が密閉され、シンチレータ 7 5 が外部からの異物等により汚損されることを防止することができる。

【 0 0 5 4 】

また、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 において、X 線ラインセンサ 5 1 は、シンチレータ 7 5 とシンチレータ支持部 7 6 a との間に接着剤 7 7 を設けている。

【 0 0 5 5 】

この構成により、シンチレータ 7 5 とシンチレータ支持部 7 6 a との間に接着剤 7 7 を設けることで、フォトダイオードアレイ 7 2 とシンチレータ 7 5 との間に隙間を形成することができるので、接着剤 7 7 で発生した 2 次電子やフリーラジカルを隙間で遮断してフォトダイオードアレイ 7 2 に到達することを防止することができる。

30

【 0 0 5 6 】

また、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 において、X 線ラインセンサ 5 1 は、基板支持部材側結合部 7 4 b とシンチレータ支持部材側結合部 7 6 b との間に所定厚さ  $t$  のスペーサー 7 8 を介装している。

【 0 0 5 7 】

この構成により、基板支持部材またはシンチレータ支持部材 7 6 を設計変更することなく、フォトダイオードアレイ 7 2 とシンチレータ 7 5 との間に所定厚さ  $t$  に応じた隙間を形成することができる。

40

【 0 0 5 8 】

また、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 において、X 線ラインセンサ 5 1 は、基板支持部材側結合部 7 4 b とシンチレータ支持部材側結合部 7 6 b は、第 1 ボルト 7 9 の締結により結合されるようになっている。

【 0 0 5 9 】

この構成により、第 1 ボルト 7 9 を締結することで、基板支持部材側結合部 7 4 b とシンチレータ支持部材側結合部 7 6 b を強固に結合させることができる。

【 0 0 6 0 】

また、本実施の形態に係る X 線検査装置 1 において、X 線ラインセンサ 5 1 は、基板支持部材側基板挟持部 7 4 c とシンチレータ支持部材側基板挟持部 7 6 c は、第 2 ボルト 8

50

0の締結により、基板73を共締めした状態で結合されるようになっている。

【0061】

この構成により、第2ボルト80を締結することで、基板支持部材側基板挟持部74cとシンチレータ支持部材側基板挟持部76cを、基板を共締めした状態で強固に結合することができる。また、基板支持部材側基板挟持部74cとシンチレータ支持部材側基板挟持部76cにより挟持された状態で、基板73を安定して固定することができる。

【0062】

また、本実施の形態に係るX線検査装置1において、X線ラインセンサ51は、シンチレータ支持部材76の全体またはシンチレータ支持部76aは、透明または黒色のPEEK樹脂またはPET樹脂から構成されている。

10

【0063】

この構成により、フォトダイオードアレイ72で発生した光がシンチレータ支持部76aで反射して再度フォトダイオードアレイ72側に戻ってしまうことを防止することができる。

【産業上の利用可能性】

【0064】

以上のように、本発明に係るX線検査装置は、X線ラインセンサの劣化速度を遅らせてX線ラインセンサの寿命を延ばすことができるという効果を有し、被検査物を搬送しながらX線の照射を行うX線検査装置として有用である。

20

【符号の説明】

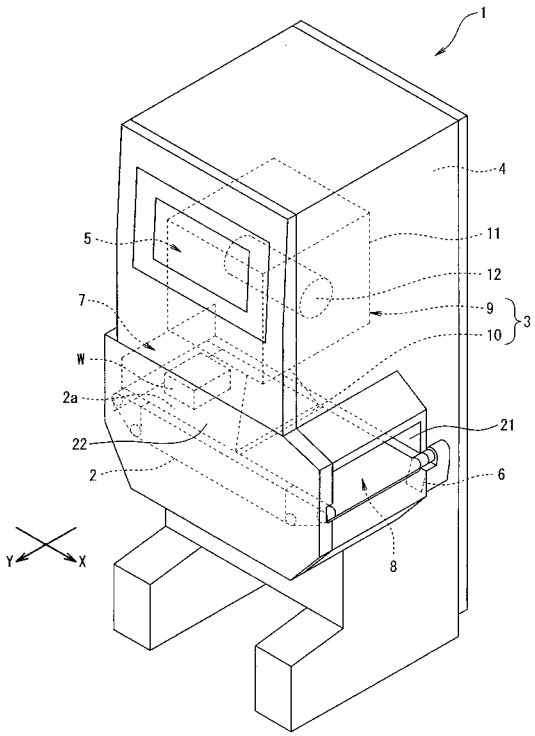
【0065】

- 1 X線検査装置
- 2 搬送部
- 10 X線検出器
- 51 X線ラインセンサ
- 71 フォトダイオード
- 72 フォトダイオードアレイ
- 73 基板
- 74 基板支持部材
- 74a 基板支持部
- 74b 基板支持部材側結合部
- 74c 基板支持部材側基板挟持部
- 75 シンチレータ
- 76 シンチレータ支持部材
- 76a シンチレータ支持部
- 76b シンチレータ支持部材側結合部
- 76c シンチレータ支持部材側基板挟持部
- 77 接着剤
- 78 スペーサー
- 79 第1ボルト
- 80 第2ボルト
- 81 第1ボルト挿入孔
- 82 第2ボルト挿入孔
- W 被検査物

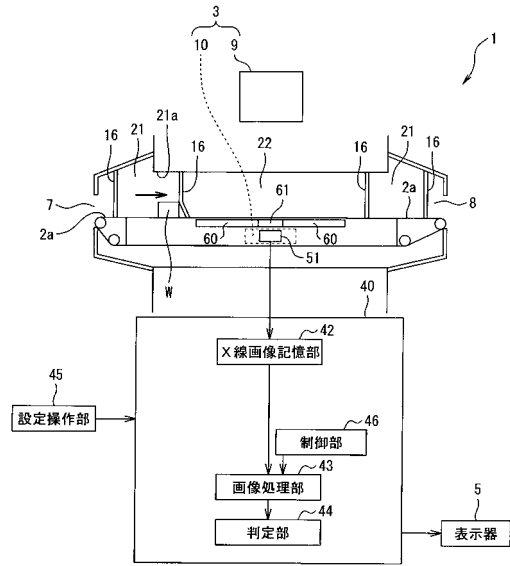
30

40

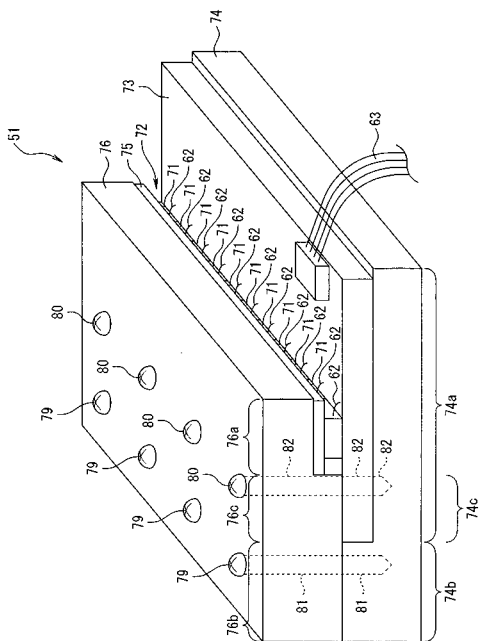
【 図 1 】



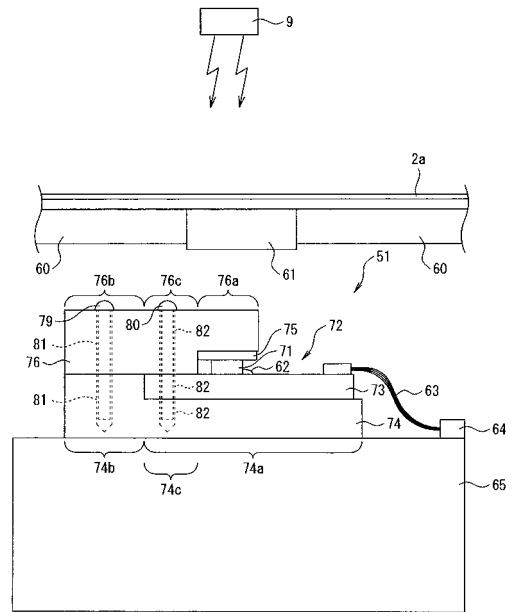
【 図 2 】



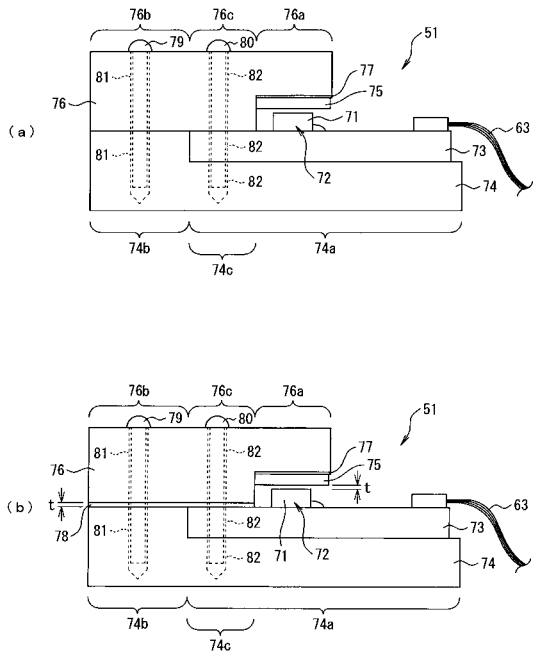
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

