(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 5 月 19 日(19.05.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/076036 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 23/04 (2006.01) *G01N 23/18* (2006.01)
G01N 23/087 (2006.01) *G01T 1/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/078132

(22) 国際出願日: 2015 年 10 月 5 日(05.10.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-232130 2014 年 11 月 14 日(14.11.2014) JP

(71) 出願人: 株式会社イシダ (ISHIDA CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6068392 京都府京都市左京区聖護院山王町４４番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 栖原 一浩 (SUHARA, Kazuhiro); 〒5203026 滋賀県栗東市下鈎９５９番地１ 株式会社イシダ 滋賀事業所内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人 (SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町１丁目４番１９号 サウスホレストビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

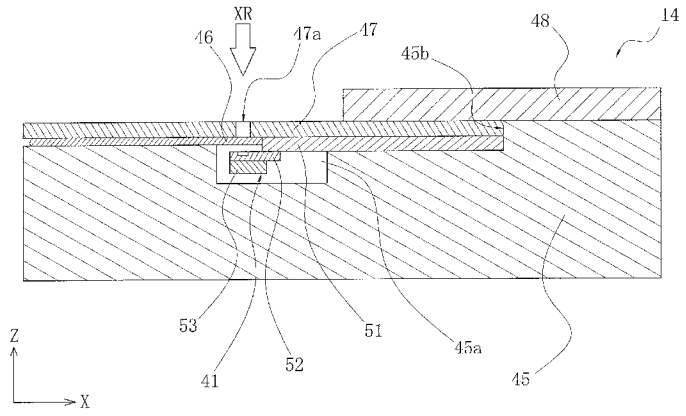
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: X-RAY INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称 : Ｘ線検査装置

[図5]



(57) **Abstract**: This X-ray inspection device (10) is capable of detecting X-rays in a wide energy band while keeping manufacturing costs low, and comprises an X-ray irradiator (13), a line sensor assembly (14), and the like. The line sensor assembly (14) has a plurality of detecting units (41) and the like. Each detecting unit (41) has a scintillator (53), a detection body (52) having a plurality of elements disposed thereon, and a ceramic substrate (51) for supporting the scintillator and the detection body. In the line sensor assembly (14), the plurality of detection units (41) are the like are aligned in the front-to-back direction so that the scintillator (53) and the detection body (52) in the detection unit (41) or the like are aligned with the scintillators (53) and the detection bodies (52) in neighboring detection units (41) without gaps therebetween.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/076036 A1

製造コストを抑えつつ、広いエネルギー帯域のＸ線を検出できるＸ線検査装置（１０）は、Ｘ線照射器（１３）、ラインセンサ組立体（１４）などを備える。ラインセンサ組立体（１４）は、複数の検出ユニット（４１）等を有する。検出ユニット（４１）は、シンチレータ（５３）と、その上に配置される複数の素子を含む検出本体（５２）と、それらを支えるセラミック基板（５１）とを有する。ラインセンサ組立体（１４）において、検出ユニット（４１）等のシンチレータ（５３）および検出本体（５２）が、隣接する検出ユニットのシンチレータ（５２）および検出本体（５３）に、隙間なく並ぶように、複数の検出ユニット（４１）等が前後方向に並べられる。

明　細　書

発明の名称 ： Ｘ線検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、Ｘ線検査装置に関する。

背景技術

[0002] 食品などの商品の生産ラインにおいては、異物混入がある商品を出荷してしまわないように、Ｘ線検査装置によって検査が為されることがある。このＸ線検査装置では、搬送されてくる物品に対してＸ線を照射し、そのＸ線の透過状態を検出部で検出して、物品に異物が混入していないかを検査する。

[0003] このようなＸ線検査装置として、例えば特許文献１（特開２００９－８５６２７号公報）に示されるものが提案されている。ここでは、フォトダイオード（素子）の上にシンチレータを配備し、上から入射してくるＸ線をシンチレータで光に変換し、その光をフォトダイオードに入射させている。フォトダイオードは、光の強さを電気信号に変換し、検出信号として出力する。

[0004] 一方、ＣＣＤ（素子）およびシンチレータを含み、ＣＣＤのＸ線入射側とは反対側にシンチレータを配置してＸ線撮像を行う技術が、特許文献２（特開２００５－２０３７０８号公報）に開示されている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１（特開２００９－８５６２７号公報）に示されるＸ線検査装置のように、多数の素子が一直線に配置されるＸ線の検出部を採用したＸ線検査装置が、近年広く使用されている。また、特許文献２（特開２００５－２０３７０８号公報）に開示されている技術は、広範囲にわたるエネルギー帯域のＸ線の像を撮像できるというメリットがある。

[0006] しかし、Ｘ線の検出部に配備する素子の数が多くなり、さらに、シンチレータのＸ線入射側に素子を配置する構成を採る場合には、組み立てを含む製造のコストが上昇する傾向にある。

[0007] 本発明の課題は、製造コストを抑えつつ、広いエネルギー帯域のＸ線を検出できるＸ線検査装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第１観点に係るＸ線検査装置は、Ｘ線源と、検出部と、画像作成部と、検査部とを備えている。Ｘ線源は、検査対象の物品に対してＸ線を照射する。検出部は、所定エネルギー帯域のＸ線および所定波長帯域の可視光線を検出して、信号を生成する。画像作成部は、検出部が生成した信号に基づいて、画像を作成する。検査部は、画像作成部が作成した画像に基づいて、物品の検査を行う。また、検出部は、複数の検出ユニットを有している。複数の検出ユニットは、それぞれ、所定方向に延びるシンチレータと、検出本体と、基台とを有している。シンチレータは、所定エネルギー帯域よりも高いエネルギー帯域のＸ線を吸収することによって、所定波長帯域の可視光線を放射する。検出本体は、複数の素子を含んでいる。複数の素子は、シンチレータのＸ線源の側に配置され、シンチレータが延びる所定方向に並ぶ。複数の素子は、所定エネルギー帯域のＸ線および所定波長帯域の可視光線に対して感度を持ち、信号を生成する。基台は、シンチレータおよび検出本体を支える。そして、検出部において、検出ユニットのシンチレータおよび検出本体が、隣接する検出ユニットのシンチレータおよび検出本体に、隙間なく並ぶように、複数の検出ユニットが所定方向に並べられる。

[0009] ここでは、複数の素子がシンチレータのＸ線源の側に配置されているので、Ｘ線が素子に直接入射し、所定エネルギー帯域のＸ線が素子によって検出される。また、所定エネルギー帯域よりも高いエネルギー帯域のＸ線についても、シンチレータによって所定波長帯域の可視光線に変換されるため、素子によって検出される。このように、各検出ユニットは、広いエネルギー帯域のＸ線を検出することができる。

[0010] また、仮に全ての素子を１つのユニットに並べる構成を採るとすれば、ユニットが大きくなり、組立性が悪化するなど製造コストが上昇してしまうけれども、ここでは、複数の検出ユニットを所定方向に並べるという構成を採

用している。これによって、製造コストが抑制される。

[0011] さらに、複数の素子がシンチレータのＸ線源の側に配置される検出ユニットを並べるという構成を採る場合、隣接する検出ユニットの境界において、素子やシンチレータの連続性が断たれる恐れがある。しかし、本発明の第１観点に係るＸ線検査装置では、検出ユニットのシンチレータおよび検出本体が、隣接する検出ユニットのシンチレータおよび検出本体に、隙間なく並ぶように、複数の検出ユニットを所定方向に並べている。このため、素子やシンチレータの連続性が確保され、所定方向の一部においてＸ線の感度が落ちるという不具合が抑えられる。

[0012] 本発明の第２観点に係るＸ線検査装置は、第１観点に係るＸ線検査装置であって、各検出ユニットの基台は、セラミック製である。

[0013] ここでは、高硬度のセラミック製の基台を採用しているため、隣接する検出ユニットの基台と基台とを接触させて両者の相対位置を固定してしまえば、その後に基台が変形して素子やシンチレータの連続性が崩れるといった現象が起こりにくい。

[0014] 本発明の第３観点に係るＸ線検査装置は、第１観点又は第２観点に係るＸ線検査装置であって、複数の検出ユニットにおいて、シンチレータ、検出本体および基台は、所定方向の長さが等しい。

[0015] ここでは、隣接する検出ユニットの基台と基台とを接触させて両者の相対位置を決めると、シンチレータも検出本体も、検出ユニットの境界において自然に隙間なく並ぶ状態となる。このため、複数の検出ユニットを並べる工程を含む組み立て工程が簡易化され、引いては製造コストが下がる。

[0016] 本発明の第４観点に係るＸ線検査装置は、第１観点から第３観点のいずれか１つに係るＸ線検査装置であって、検出本体は、基台に固定される固定部と、基台の端から突出するオーバーハング部とを有している。そして、複数の素子は、オーバーハング部に含まれている。

[0017] ここでは、基台から突出している検出本体のオーバーハング部に素子が配置されているため、Ｘ線源、素子、シンチレータという並びを採る本発明の

構造においても、Ｘ線源と素子との間に基台がない状態が実現できる。

[0018] すなわち、仮に基台に固定される固定部に素子が含まれていれば、基台、素子、シンチレータという並びとなり、シンチレータ側ではなく素子側からＸ線を入射させようとすると、Ｘ線はまず基台を通過することになる。一般に基台はＸ線の吸収率が高く、検出感度を保つためにはＸ線源の出力を上げる必要が出てくる。

[0019] しかし、ここではオーバーハング部に素子を配置することによって、Ｘ線源から素子に直接Ｘ線が入射し、素子を貫通したＸ線がシンチレータに入射するという、低い出力で広いエネルギー帯域のＸ線を検出できる検出部を実現することができる。

[0020] 本発明の第５観点に係るＸ線検査装置は、第４観点に係るＸ線検査装置であって、Ｘ線源は、複数の素子の上方に位置している。検出部は、複数の素子を上から覆うカバー部材をさらに有している。そして、カバー部材は、基台よりもＸ線の吸収率が低い。

[0021] ここでは、オーバーハング部に素子が配置されており、上方のＸ線源から素子にＸ線が入ってくるが、素子の上に塵埃が溜まって付着してしまう恐れがある。そこで、カバー部材で素子を上から覆って、素子の感度が落ちることを抑制している。また、Ｘ線吸収率が基台よりも低いカバー部材を採用しているため、Ｘ線源の出力を上げることなく検出感度を保つこともできる。

[0022] 本発明の第６観点に係るＸ線検査装置は、第５観点に係るＸ線検査装置であって、検出部は、複数の検出ユニットを支持する支持部材をさらに有している。支持部材は、複数の検出ユニットの基台の第１側面に接触する第１側面接触部を有している。一方、カバー部材は、第２側面接触部を有している。第２側面接触部は、複数の検出ユニットの基台の第１側面と対向する第２側面に接触する。そして、複数の検出ユニットの基台は、支持部材の第１側面接触部およびカバー部材の第２側面接触部によって位置決めされる。

[0023] ここでは、複数の検出ユニットを支持する支持部材、複数の素子を上から覆うカバー部材、それぞれが、複数の検出ユニットの基台の側面に接触する

接触部を有している。そして、支持部材の第１側面接触部およびカバー部材の第２側面接触部によって複数の検出ユニットの基台が位置決めされ、それによって基台に支えられるシンチレータおよび検出本体も位置決めされることになる。これにより、隣接する２つの検出ユニットのシンチレータおよび検出本体が隙間なく並び、素子やシンチレータの連続性が確保される。

[0024] 本発明の第７観点に係るＸ線検査装置は、第１観点から第３観点のいずれか１つに係るＸ線検査装置であって、検出部は、複数の検出ユニットを支持する支持部材と、スリット形成部材とをさらに有している。Ｘ線が通るスリットが形成されているスリット形成部材は、Ｘ線源と複数の検出ユニットとの間に配置されている。そして、複数の検出ユニットは、支持部材およびスリット形成部材に挟まれる。

[0025] ここでは、スリット形成部材のスリットを通ったＸ線が素子やシンチレータに入るため、検出部におけるＸ線の検出状態が安定する。また、スリット形成部材と、複数の検出ユニットを支持する支持部材とに挟まれることで、複数の検出ユニットが保持される。これにより、複数の検出ユニットのシンチレータおよび検出本体が隙間なく並んだ状態で、確実に支持部材に支持された状態が保たれる。

発明の効果

[0026] 本発明に係るＸ線検査装置によれば、複数の素子がシンチレータのＸ線源の側に配置されているので、広いエネルギー帯域のＸ線を検出することができる。また、複数の検出ユニットを所定方向に並べるという構成を採用しているため、製造コストが抑制される。さらに、隣接する２つの検出ユニットのシンチレータおよび検出本体が隙間なく並ぶように、複数の検出ユニットを所定方向に並べているため、素子やシンチレータの連続性が確保され、広いエネルギー帯域のＸ線の検出が所定方向の全ての部位で為される。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の一実施形態に係るＸ線検査装置の外観斜視図。

[図2]Ｘ線検査装置のシールドボックス内部の簡易構成図。

[図3]Ｘ線検査装置の制御ブロック図。

[図4]Ｘ線を用いた検査の原理を示す模式図。

[図5]ラインセンサ組立体を長手方向に直交する面で切った断面図。

[図6]図５の一部拡大図。

[図7A]ラインセンサ組立体の組み立て手順を示す平面図。

[図7B]図７ＡのVII　Ｂ－VII　Ｂ矢視断面図。

[図8A]ラインセンサ組立体の組み立て手順を示す平面図。

[図8B]図８ＡのVIII　Ｂ－VIII　Ｂ矢視断面図。

[図9]ラインセンサ組立体の組み立て手順を示す平面図。

[図10A]ラインセンサ組立体の組み立て手順を示す平面図。

[図10B]図１０ＡのX　Ｂ－X　Ｂ矢視断面図。

発明を実施するための形態

[0028] （１）全体構成

本発明の一実施形態に係るＸ線検査装置の外観を図１に示す。このＸ線検査装置１０は、食品等の商品の生産ラインにおいて商品中の異物の有無の検査を行う装置であって、連続的に搬送されてくる商品に対してＸ線を照射して、商品を透過したＸ線量を基に商品に異物が含まれているか否かの判断を行う。Ｘ線検査装置１０では、検出対象異物として、０．５ｍｍ程度の小さな異物も想定している。

[0029] Ｘ線検査装置１０の被検査物品である商品Ｇは、Ｘ線検査装置１０において異物の有無を判断され、異物を含んでいるとＸ線検査装置１０で判断された場合には、Ｘ線検査装置１０の下流側に配置される振分装置７０（図４参照）によって不良品として振り分けられる。

[0030] Ｘ線検査装置１０は、図１及び図２に示すように、シールドボックス１１、コンベア１２、Ｘ線照射器１３、ラインセンサ組立体１４、タッチパネル機能付きのＬＣＤモニタ３０、制御コンピュータ２０などから構成されている。なお、各図面に示されるＸ方向、Ｙ方向、およびＺ方向は、それぞれ、商品Ｇの搬送方向である左右方向、ラインセンサ組立体１４の長手方向であ

る前後方向、および高さ方向である上下方向を指す。

[0031] （２）詳細構成

（２－１）シールドボックス

シールドボックス１１は、開口１１ａを両側面に有している。開口１１ａは、商品Ｇを搬出入するための開口部である。このシールドボックス１１の中に、コンベア１２の一部、Ｘ線照射器１３、ラインセンサ組立体１４、制御コンピュータ２０などが収容されている。

[0032] 商品Ｇの搬出入口となる開口１１ａは、シールドボックス１１の外部へのＸ線漏洩を抑えるための遮蔽ノレン１６により塞がれている。この遮蔽ノレン１６は、鉛を含むゴムから成形されるもので、商品Ｇが搬出入されるときには商品Ｇにより押しのけられる。

[0033] また、シールドボックス１１の正面上部には、ＬＣＤモニタ３０の他、キーの差し込み口や電源スイッチが配置されている。

[0034] （２－２）コンベア

コンベア１２は、シールドボックス１１内において商品Ｇを搬送するものであり、図４に示すコンベアモータ１２ａにより駆動する。コンベア１２による搬送速度は、制御コンピュータ２０によるコンベアモータ１２ａのインバータ制御により、細かく制御される。

[0035] （２－３）Ｘ線照射器

Ｘ線照射器１３は、図２に示すように、コンベア１２の中央部の上方に配置されているＸ線源であり、下方のラインセンサ組立体１４に向けてＸ線（図２等の記号ＸＲを参照）を照射する。すなわち、Ｘ線照射器１３は、下方にあるコンベア１２に載って搬送されている検査対象の商品Ｇに対してＸ線を照射する。

[0036] （２－４）ＬＣＤモニタ

ＬＣＤモニタ３０は、フルドット表示の液晶ディスプレイであって、Ｘ線画像や異物有無の判断結果を表示する。また、ＬＣＤモニタ３０は、タッチパネル機能も有しており、初期設定や異物検査に関するパラメータ入力など

を促す画面の表示も行う。

[0037] （２－５）制御コンピュータ

制御コンピュータ２０は、図４に示すように、ＣＰＵ２１を搭載するとともに、このＣＰＵ２１が制御する主記憶部としてＲＯＭ２２、ＲＡＭ２３、及びＨＤＤ（ハードディスクドライブ）２５を搭載している。ＣＰＵ２１、ＲＯＭ２２、ＲＡＭ２３、ＨＤＤ２５などは、アドレスバス，データバス等のバスラインを介して相互に接続されている。ＣＰＵ２１は、制御プログラムを実行させることで、Ｘ線画像作成部２１ａ、異物有無検査部２１ｂ、表示制御部２１ｃといった機能部としての役割を果たす。

[0038] また、制御コンピュータ２０は、コンベアモータ１２ａ、Ｘ線照射器１３、ラインセンサ組立体１４、ＬＣＤモニタ３０、振分装置７０等と接続されている。

[0039] （２－６）ラインセンサ組立体

ラインセンサ組立体１４は、図２に示すようにコンベア１２の下方に配置されており、Ｘ線照射器１３から下方に照射され商品Ｇやコンベア１２を透過してくるＸ線を検出し、その検出信号を生成して制御コンピュータ２０に提供するアセンブリーである。

[0040] ラインセンサ組立体１４は、主として、第１～第４検出ユニット４１～４４と、金属製の架台４５と、カーボン製のカバー板４６と、金属製のスリット形成板４７とから構成されている。

[0041] （２－６－１）検出ユニット

第１～第４検出ユニット４１～４４は、同様の構成を持つ複数のユニットであり、それぞれ、セラミック基板５１と、検出本体５２と、シンチレータ５３とを有している。

[0042] セラミック基板５１は、検出本体５２を支持するとともに、検出本体５２を介してシンチレータ５３を支持するセラミック製の基板であり、プラスチック製の基板に比べて高い硬度を持ち、変形しにくい。

[0043] 検出本体５２は、ＣＭＯＳイメージセンサーであり、受光素子である複数

の素子６０を含んでいる。これらの複数の素子６０は、前後方向（Ｙ方向）に一直線に配置される。素子６０は、図６に示すように、シンチレータ５３の上、すなわち、シンチレータ５３のＸ線照射器１３側に配置されることになる。素子６０は、所定エネルギー帯域のＸ線および所定波長帯域の可視光線に対して感度を持ち、検出信号を生成する。

[0044] また、検出本体５２は、図６に示すように、セラミック基板５１の端部に固定される固定部５２ａと、セラミック基板５１の左側端面５１ｃから左側に突出するオーバーハング部５２ｂとを有している。そして、複数の素子６０は、オーバーハング部５２ｂにおいて受光する。なお、素子６０は、それぞれセラミック基板５１に配された回路に接続されている。

[0045] また、複数の素子６０は、Ｘ線照射器１３の鉛直下方に位置しており、図２に示すようにＸ線照射器１３から鉛直面に沿って扇状に拡がるＸ線が、図６に示すように素子６０に真上から入ってくることになる。

[0046] シンチレータ５３は、複数の素子６０が並ぶ前後方向（Ｙ方向）に延びる薄板状の蛍光体であり、検出本体５２の下面に接着されている。シンチレータ５３は、所定エネルギー帯域よりも高いエネルギー帯域のＸ線を吸収することによって、所定波長帯域の可視光線を放射する。シンチレータ５３から放射された可視光線は、その真上に位置する素子６０で検出される。素子６０は、この可視光線と、所定エネルギー帯域のＸ線とを検出し、それらの強さを電気信号に変換して、検出信号として制御コンピュータ２０に出力する。

[0047] 図９や図１０Ａに示すように、ラインセンサ組立体１４において、第１～第４検出ユニット４１～４４の検出本体５２およびシンチレータ５３が、隣接する第１～第４検出ユニット４１～４４（例えば、第１検出ユニット４１に隣接する第２検出ユニット４２）の検出本体５２およびシンチレータ５３に、隙間なく並ぶように、第１～第４検出ユニット４１～４４が前後方向（Ｙ方向）に並べられる。具体的には、第１～第４検出ユニット４１～４４それぞれにおいて、セラミック基板５１の前後方向の長さと、検出本体５２の

前後方向の長さと、シンチレータ５３の前後方向の長さとが等しくなっている。そして、セラミック基板５１の前後の端面が、隣接する第１～第４検出ユニット４１～４４のセラミック基板５１の前後の端面と接するように、第１～第４検出ユニット４１～４４を図９に示すように並べることで、隣接する２つの検出ユニットの境界において検出本体５２およびシンチレータ５３が隙間なく並ぶ。

[0048] （２－６－２）架台

金属製の架台４５は、第１～第４検出ユニット４１～４４を支持する支持部材である。図５、図６等に示すように、金属製の架台４５の上に、第１～第４検出ユニット４１～４４と、後述するカバー板４６およびスリット形成板４７と、が載せられ、それらが架台４５と固定板４８とによって挟持される。

[0049] 架台４５には、図７Ａ、図７Ｂ等に示すように、その上部に、前後方向（Ｙ方向）に延びる溝４５ａと、段差側面４５ｂ、４５ｃとが形成されている。溝４５ａは、図６に示すように、第１～第４検出ユニット４１～４４の検出本体５２およびシンチレータ５３の収容空間を形成する。段差側面４５ｂは、前後方向（Ｙ方向）に延びて、左側を向いている。段差側面４５ｂは、図１０Ａおよび図１０Ｂに示すように、第１～第４検出ユニット４１～４４のセラミック基板５１の右側端面５１ｂに接触する。段差側面４５ｃは、段差側面４５ｂの前側端部から左右方向（Ｘ方向）に沿って左側に延び、後側を向いている。段差側面４５ｃは、図１０Ａに示すように、第１検出ユニット４１の前側端面５１ｄに接触する。

[0050] （２－６－３）カバー板

カバー板４６は、４つの第１～第４検出ユニット４１～４４の複数の素子６０を上から覆う板状部材である。このカバー板４６は、カーボン製であり、セラミック基板５１よりもＸ線の吸収率が低い。

[0051] また、カバー板４６は、架台４５の上に載せられ、その上面の高さ位置は、第１～第４検出ユニット４１～４４のセラミック基板５１の上面の位置と

同じである（図５および図６参照）。カバー板４６は、図９等に示すように、前後方向（Ｙ方向）に長く延びる本体部４６ａと、本体部４６ａの後端部から右側に突出する突起部４６ｂとから構成されている。カバー板４６の本体部４６ａの右側端面４６ｃは、４つの第１～第４検出ユニット４１～４４のセラミック基板５１の左側端面５１ｃに接触する。

[0052] カバー板４６の本体部４６ａの右側端面４６ｃが、各セラミック基板５１の左側端面５１ｃに接触し、上述の架台４５の段差側面４５ｂが各セラミック基板５１の右側端面５１ｂに接触することで、第１～第４検出ユニット４１～４４が左右方向（Ｘ方向）に位置決めされる。

[0053] さらに、カバー板４６の突起部４６ｂの前側側面４６ｄが、第４検出ユニット４４の後側端面５１ｅに接触し、上述の架台４５の段差側面４５ｃが、図１０Ａに示すように第１検出ユニット４１の前側端面５１ｄに接触することで、第１～第４検出ユニット４１～４４が前後方向（Ｙ方向）に位置決めされる。

[0054] （２－６－４）スリット形成板

スリット形成板４７は、左右に並ぶ上述の第１～第４検出ユニット４１～４４のセラミック基板５１とカバー板４６とを上から覆うように配置される金属製のプレートである。この１枚のスリット形成板４７は、４つのセラミック基板５１と、１つのカバー板４６との上に載り、それらを架台４５の上面に押さえつける。すなわち、第１～第４検出ユニット４１～４４は、１つの架台４５と、１つのスリット形成板４７とに挟まれる。

[0055] スリット形成板４７には、第１～第４検出ユニット４１～４４にわたって連続的に前後方向（Ｙ方向）に並ぶ複数の素子６０の真上に、１つの前後方向に延びる長いスリット４７ａが形成されている（図５および図６参照）。Ｘ線照射器１３から照射されたＸ線は、スリット４７ａを通り、カーボン製のカバー板４６を貫通して、検出本体５２の素子６０に入射する。

[0056] （３）制御コンピュータによる異物有無の検査

（３－１）Ｘ線画像作成

制御コンピュータ２０のＸ線画像作成部２１ａは、商品ＧがＸ線照射領域（図２のハッチング部分を参照）を通過するときに、ラインセンサ組立体１４の各素子６０からの検出信号であるＸ線透視像信号（図３参照）を細かい時間間隔で取得して、それらのＸ線透視像信号を基にして商品ＧのＸ線画像を作成する。具体的には、異物が存在しない場合の素子６０の出力と異物が存在する場合の素子６０の出力との差をとって、その差から商品ＧのＸ線画像を作成する。

[0057] （３－２）異物有無の判断

制御コンピュータ２０の異物有無検査部２１ｂは、得られたＸ線画像から、商品Ｇへの異物混入の有無を判断する。幾つかの判断方式を有しているが、例えば、被検出物の大まかな厚さに沿って基準レベル（しきい値）を設定し、像がそれよりも暗くなったときに商品Ｇ内に異物が混入していると判断する。異物有無検査部２１ｂは、各判断方式で判断した結果、いずれかの方式での判断において異物混入有りと判断されれば、その商品Ｇに異物が混入していると判断する。この場合、制御コンピュータ２０は、ＬＣＤモニタ３０に不良品表示を行うとともに、振分装置７０に振り分けの指示を送る。

[0058] （４）ラインセンサ組立体の組み立て手順

次に、図７Ａ，図７Ｂ～図１０Ａ，図１０Ｂを参照して、ラインセンサ組立体の組み立て工程の一部を説明する。

[0059] 図７Ａ，図７Ｂに示す架台４５の上面に、まず第１検出ユニット４１が載せられる。第１検出ユニット４１は、図８Ａ，図８Ｂに示すように、そのセラミック基板５１の右側端面５１ｂが架台４５の段差側面４５ｂに近づき、且つ、そのセラミック基板５１の前側端面５１ｄが架台４５の段差側面４５ｃに近づくように、架台４５の上面に載せられる。

[0060] 続けて、第２検出ユニット４２が第１検出ユニット４１の後側に、第３検出ユニット４３が第２検出ユニット４２の後側に、第４検出ユニット４４が第３検出ユニット４３の後側に並ぶように、順番に架台４５に載せられる。

[0061] そして、図９に示すように、第１～第４検出ユニット４１～４４の各セラ

ミック基板５１の右側端面５１ｂが架台４５の段差側面４５ｂに近接した状態となるように、第１～第４検出ユニット４１～４４が架台４５に載せられると、次にカバー板４６が架台４５に載せられる。

[0062] カバー板４６が架台４５に載せられた後、カバー板４６は前側および右側に押される。これにより、カバー板４６によって第１～第４検出ユニット４１～４４の各セラミック基板５１が前側および右側に押される。すると、第１～第４検出ユニット４１～４４の各セラミック基板５１の右側端面５１ｂが架台４５の段差側面４５ｂに接触した状態となり、また、第１検出ユニット４１の前側端面５１ｄが架台４５の段差側面４５ｃに接触した状態となる。これが第１～第４検出ユニット４１～４４の正規の平面位置であり、この状態において、カバー板４６が架台４５にネジ止めされる。なお、このネジ止めは、上からスリット形成板４７を載せた後に、スリット形成板４７およびカバー板４６を架台４５に共締めする形で行ってもよい。

[0063] （５）Ｘ線検査装置の特徴

（５－１）

Ｘ線検査装置１０では、ラインセンサ組立体１４において、複数の素子６０がシンチレータ５３のＸ線照射器１３の側に配置されているので、Ｘ線が素子６０に直接入射し、所定エネルギー帯域のＸ線が素子６０によって検出される。また、所定エネルギー帯域よりも高いエネルギー帯域のＸ線についても、シンチレータ５３によって所定波長帯域の可視光線に変換されるため、素子６０によって検出される。このため、第１～第４検出ユニット４１～４４は、広いエネルギー帯域のＸ線を検出することができている。

[0064] （５－２）

Ｘ線検査装置１０では、ラインセンサ組立体１４において、第１～第４検出ユニット４１～４４を並べる構成を採っているが、仮に全ての素子６０を１つのユニットに含める構成を採るとすれば、そのユニットが大きくなり、組立性が悪化するなど製造コストが上昇してしまう。

[0065] しかし、Ｘ線検査装置１０では、第１～第４検出ユニット４１～４４を前

後方向に並べるという構成を採用しているため、第１～第４検出ユニット４１～４４それぞれの歩留まりが向上し、また組み立て性も良くなって製造コストが低減している。

[0066] （５－３）

Ｘ線検査装置１０では、複数の素子６０をシンチレータ５３のＸ線照射器１３の側に配置した第１～第４検出ユニット４１～４４を、それらの長手方向である前後方向に並べているが、並べ方によっては、隣接するユニットの境界において、素子６０やシンチレータ５３の連続性が断たれる恐れがある。

[0067] しかし、Ｘ線検査装置１０では、第１～第４検出ユニット４１～４４の検出本体５２およびシンチレータ５３が、隣接する第１～第４検出ユニット４１～４４の検出本体５２およびシンチレータ５３に、隙間なく並ぶように、第１～第４検出ユニット４１～４４を前後方向に並べている。このため、素子６０やシンチレータ５３の連続性が確保され、前後方向の一部においてＸ線の感度が落ちるという不具合が出ない。

[0068] （５－４）

Ｘ線検査装置１０では、ラインセンサ組立体１４の第１～第４検出ユニット４１～４４において、検出本体５２およびシンチレータ５３を支持する基台として、プラスチック製の基板に比べて高硬度のセラミック基板５１を採用している。このため、隣接する第１～第４検出ユニット４１～４４のセラミック基板５１を接触させて両者の相対位置を固定した後に、セラミック基板５１が変形して素子６０やシンチレータ５３の連続性が崩れるといった現象が生じない。

[0069] （５－５）

Ｘ線検査装置１０では、ラインセンサ組立体１４の第１～第４検出ユニット４１～４４それぞれにおいて、セラミック基板５１の前後方向の長さと、検出本体５２の前後方向の長さと、シンチレータ５３の前後方向の長さとが等しくなっている。そして、図９に示すように、セラミック基板５１の前後

の端面が、隣接する第１～第４検出ユニット４１～４４のセラミック基板５１の前後の端面と接するように、第１～第４検出ユニット４１～４４を順に並べている。これにより、各第１～第４検出ユニット４１～４４のシンチレータ５３も検出本体５２の素子６０も、第１～第４検出ユニット４１～４４の境界において自然に隙間なく並ぶ。すなわち、組み立て工程が簡易化されており、製造コストも下がっている。

[0070] （５－６）

Ｘ線検査装置１０では、ラインセンサ組立体１４の第１～第４検出ユニット４１～４４それぞれにおいて、素子６０が、セラミック基板５１の左側端面５１ｃから左側に突出するオーバーハング部５２ｂに配置されている。このため、上からＸ線照射器１３、素子６０、シンチレータ５３という並びを採るラインセンサ組立体１４においても、Ｘ線照射器１３と素子６０との間にセラミック基板５１が存在しない状態が実現できている（図６参照）。

[0071] すなわち、仮にセラミック基板５１に固定される検出本体５２の固定部５２ａに素子６０が含まれていれば、上からセラミック基板５１、素子６０、シンチレータ５３という並びとなってしまい、シンチレータ５３側ではなく素子６０側からＸ線を入射させようとすると、Ｘ線はまずセラミック基板５１を通過することになる。一般にセラミック製の基板はプラスチック製の基板に比べてＸ線の吸収率が高く、検出感度を保つためにはＸ線照射器１３の出力を上げる必要が出てくる。

[0072] しかし、Ｘ線検査装置１０では、検出本体５２のオーバーハング部５２ｂに素子６０を配置して受光させることによって、Ｘ線照射器１３から素子６０に直接Ｘ線が入射し、素子６０を貫通したＸ線がシンチレータ５３に入射するという、低い出力で広いエネルギー帯域のＸ線を検出できるラインセンサ組立体１４とすることができている。

[0073] （５－７）

Ｘ線検査装置１０では、ラインセンサ組立体１４において、検出本体５２のオーバーハング部５２ｂに素子６０を配置したため、何も対策をしなけれ

ば、素子６０の上に塵埃が溜まって付着してしまう恐れがある。そこで、Ｘ線検査装置１０では、カバー板４６で素子６０を上から覆って、塵埃によって素子６０の感度が落ちることを抑制している。また、Ｘ線吸収率がセラミック基板５１よりも低いカーボン製のカバー板４６を採用しているため、Ｘ線照射器１３の出力を上げることなく検出感度を保つことができている。

[0074] （５－８）

Ｘ線検査装置１０では、ラインセンサ組立体１４において、第１～第４検出ユニット４１～４４を支持する架台４５、複数の素子６０を上から覆うカバー板４６、それぞれが、第１～第４検出ユニット４１～４４の各セラミック基板５１の側面に接触する接触面を有している。具体的には、架台４５の段差側面４５ｂが各セラミック基板５１の右側端面５１ｂに接触し、カバー板４６の本体部４６ａの右側端面４６ｃが、各セラミック基板５１の左側端面５１ｃに接触する。これにより、第１～第４検出ユニット４１～４４の各セラミック基板５１が左右方向（Ｘ方向）に位置決めされ、それによって各セラミック基板５１に支えられるシンチレータ５３および検出本体５２の素子６０も正確に位置決めされている。このため、Ｘ線検査装置１０では、隣接する２つの検出ユニットのシンチレータ５３および検出本体５２が隙間なく並び、素子６０やシンチレータ５３の連続性が確保されている。

[0075] （５－９）

Ｘ線検査装置１０のラインセンサ組立体１４では、スリット形成板４７のスリット４７ａを通ったＸ線が素子６０やシンチレータ５３に入るため、Ｘ線の検出状態が安定する。また、スリット形成板４７と、架台４５との間で上下に挟まれることで、第１～第４検出ユニット４１～４４が保持されている。このため、シンチレータ５３および検出本体５２が隙間なく並んだ状態で、確実に架台４５に第１～第４検出ユニット４１～４４が支持された状態を保つことができる。

符号の説明

[0076] １０ Ｘ線検査装置

１３　Ｘ線照射器（Ｘ線源）

１４　ラインセンサ組立体（検出部）

２０　制御コンピュータ

２１ａ　Ｘ線画像作成部（画像作成部）

２１ｂ　異物有無検査部（検査部）

４１　第１検出ユニット

４２　第２検出ユニット

４３　第３検出ユニット

４４　第４検出ユニット

４５　架台（支持部材）

４５ｂ　段差側面（第１側面接触部）

４５ｃ　段差側面

４６　カバー板（カバー部材）

４６ｃ　カバー板の右側端面（第２側面接触部）

４７　スリット形成板（スリット形成部材）

４７ａ　スリット

５１　セラミック基板（基台）

５１ｂ　セラミック基板の右側端面（基台の第１側面）

５１ｃ　セラミック基板の左側端面（基台の第２側面）

５２　検出本体

５２ａ　検出本体の固定部

５２ｂ　検出本体のオーバーハング部

５３　シンチレータ

６０　素子

先行技術文献

特許文献

[0077] 特許文献1：特開２００９－８５６２７号公報

特許文献2：特開２００５－２０３７０８号公報

請求の範囲

[請求項1] 検査対象の物品に対してＸ線を照射するＸ線源と、

所定エネルギー帯域のＸ線および所定波長帯域の可視光線を検出して信号を生成する検出部と、

前記検出部が生成した信号に基づいて画像を作成する画像作成部と、

前記画像作成部が作成した画像に基づいて前記物品の検査を行う検査部と、

を備え、

前記検出部は、複数の検出ユニットを有し、

複数の前記検出ユニットは、それぞれ、

前記所定エネルギー帯域よりも高いエネルギー帯域のＸ線を吸収することによって前記所定波長帯域の可視光線を放射する、所定方向に延びるシンチレータと、

前記シンチレータの前記Ｘ線源の側に配置され前記所定方向に並ぶ複数の素子を含み、前記複数の素子が、前記所定エネルギー帯域のＸ線および前記所定波長帯域の可視光線に対して感度を持ち前記信号を生成する、検出本体と、

前記シンチレータおよび前記検出本体を支える基台と、

を有し、

前記検出部において、前記検出ユニットの前記シンチレータおよび前記検出本体が、隣接する前記検出ユニットの前記シンチレータおよび前記検出本体に、隙間なく並ぶように、複数の前記検出ユニットが前記所定方向に並べられる、

Ｘ線検査装置。

[請求項2] 前記基台は、セラミック製である、

請求項１に記載のＸ線検査装置。

[請求項3] 複数の前記検出ユニットにおいて、前記シンチレータ、前記検出本

体および前記基台は、前記所定方向の長さが等しい、

請求項１又は２に記載のＸ線検査装置。

[請求項4] 前記検出本体は、前記基台に固定される固定部と、前記基台の端から突出するオーバーハング部とを有し、

前記複数の素子は、前記オーバーハング部に含まれる、

請求項１から３のいずれかに記載のＸ線検査装置。

[請求項5] 前記Ｘ線源は、前記複数の素子の上方に位置しており、

前記検出部は、

前記複数の素子を上から覆う、前記基台よりも前記Ｘ線の吸収率が低いカバー部材、

をさらに有する、

請求項４に記載のＸ線検査装置。

[請求項6] 前記検出部は、複数の前記検出ユニットを支持する支持部材、をさらに有し、

前記支持部材は、複数の前記検出ユニットの前記基台の第１側面に接触する第１側面接触部を有し、

前記カバー部材は、複数の前記検出ユニットの前記基台の前記第１側面と対向する第２側面に接触する第２側面接触部を有し、

複数の前記検出ユニットの前記基台は、前記支持部材の前記第１側面接触部および前記カバー部材の前記第２側面接触部によって位置決めされる、

請求項５に記載のＸ線検査装置。

[請求項7] 前記検出部は、

複数の前記検出ユニットを支持する支持部材と、

前記Ｘ線源と複数の前記検出ユニットとの間に配置され、前記Ｘ線が通るスリットが形成された、スリット形成部材と、

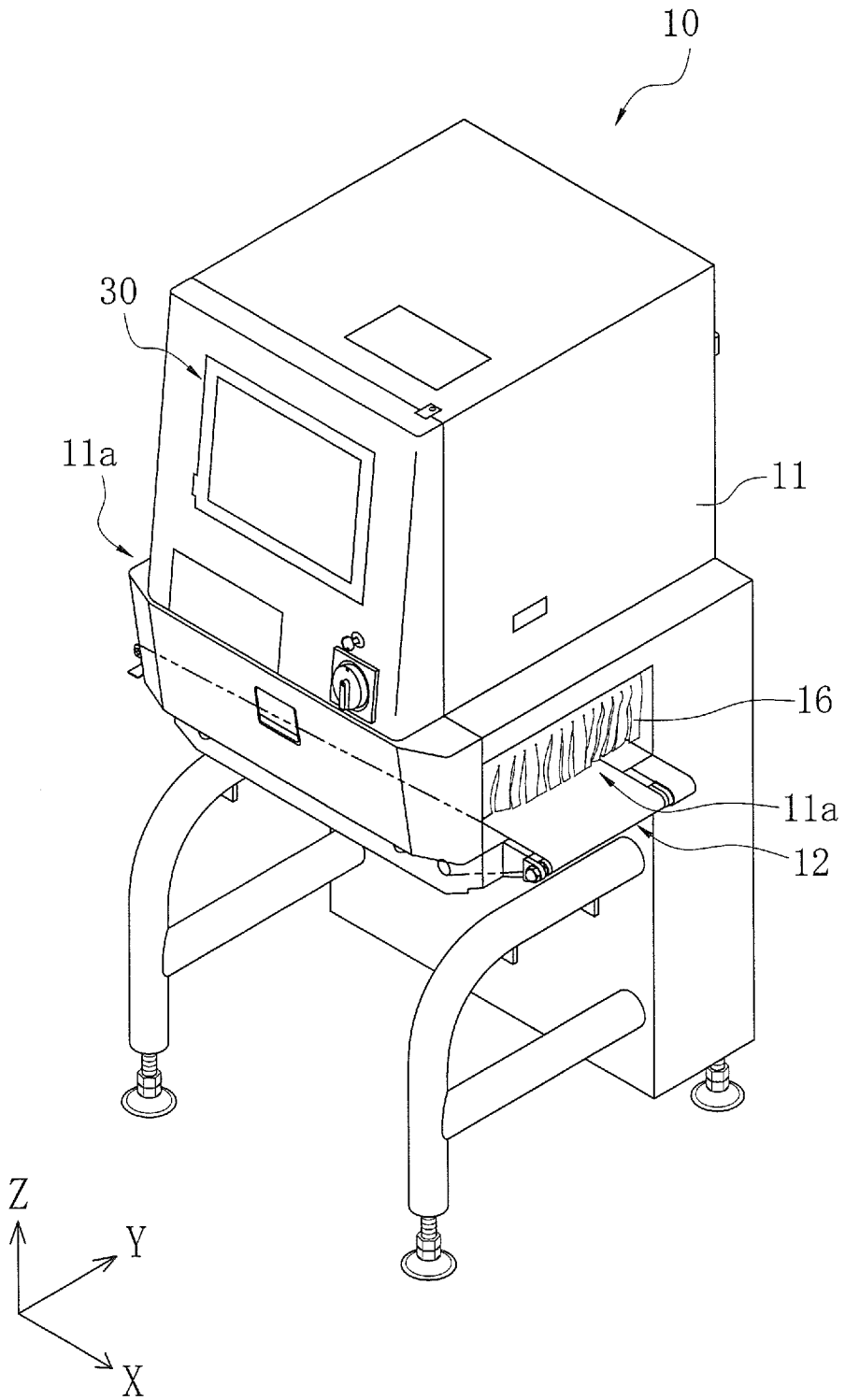
をさらに有し、

複数の前記検出ユニットは、前記支持部材および前記スリット形成

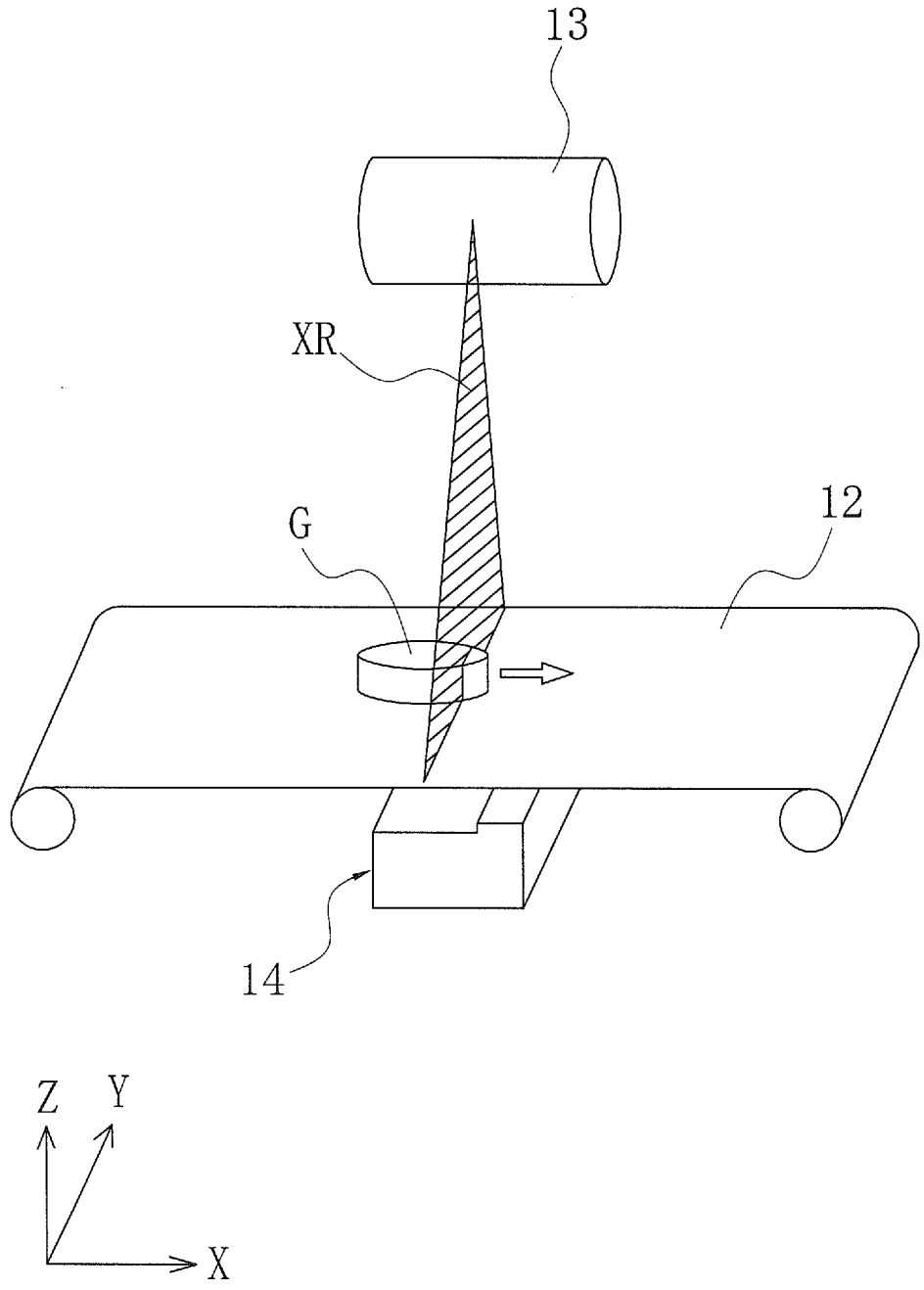
部材に挟まれる、

請求項１から３のいずれかに記載のＸ線検査装置。

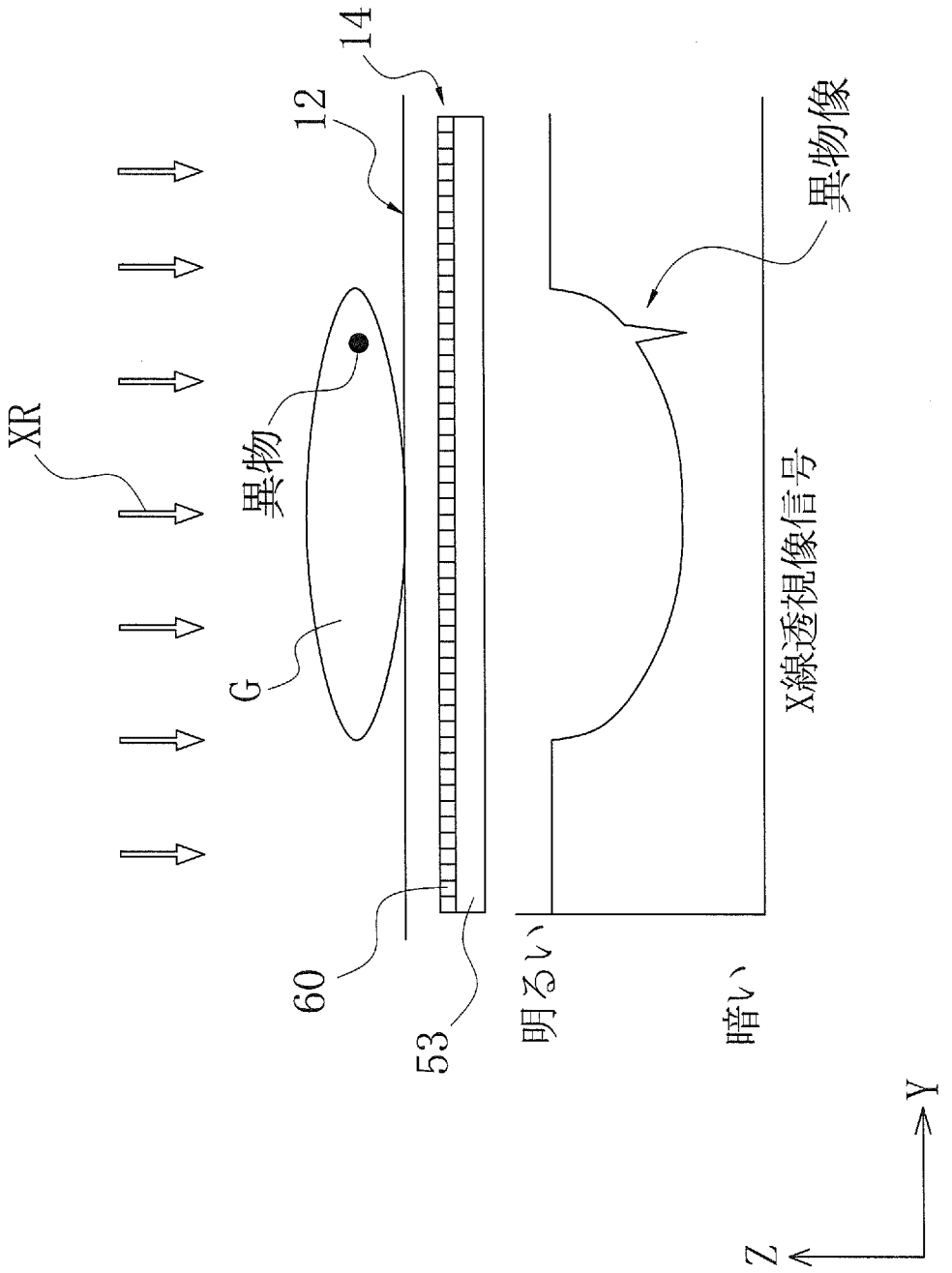
[図1]



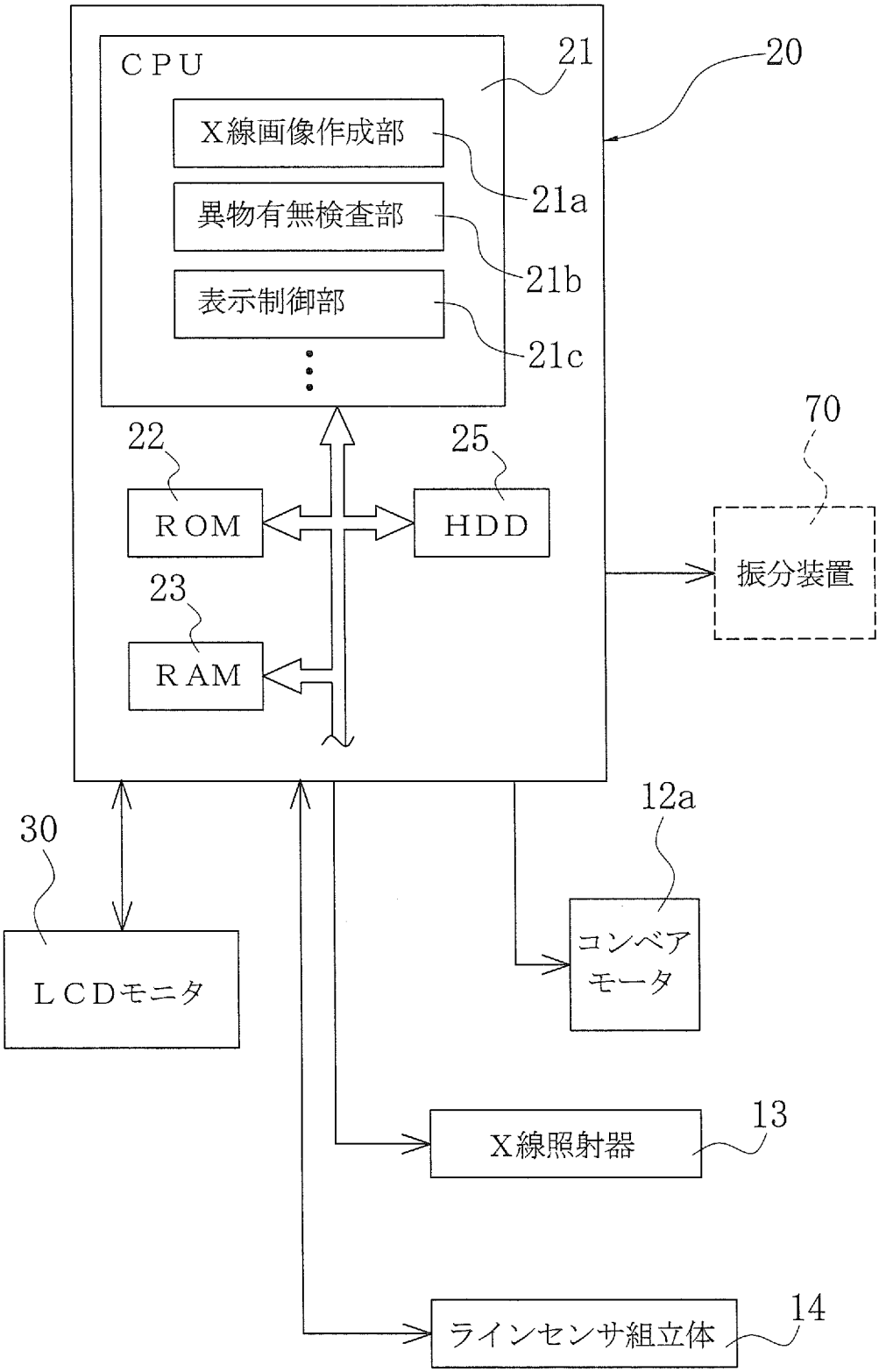
[図2]



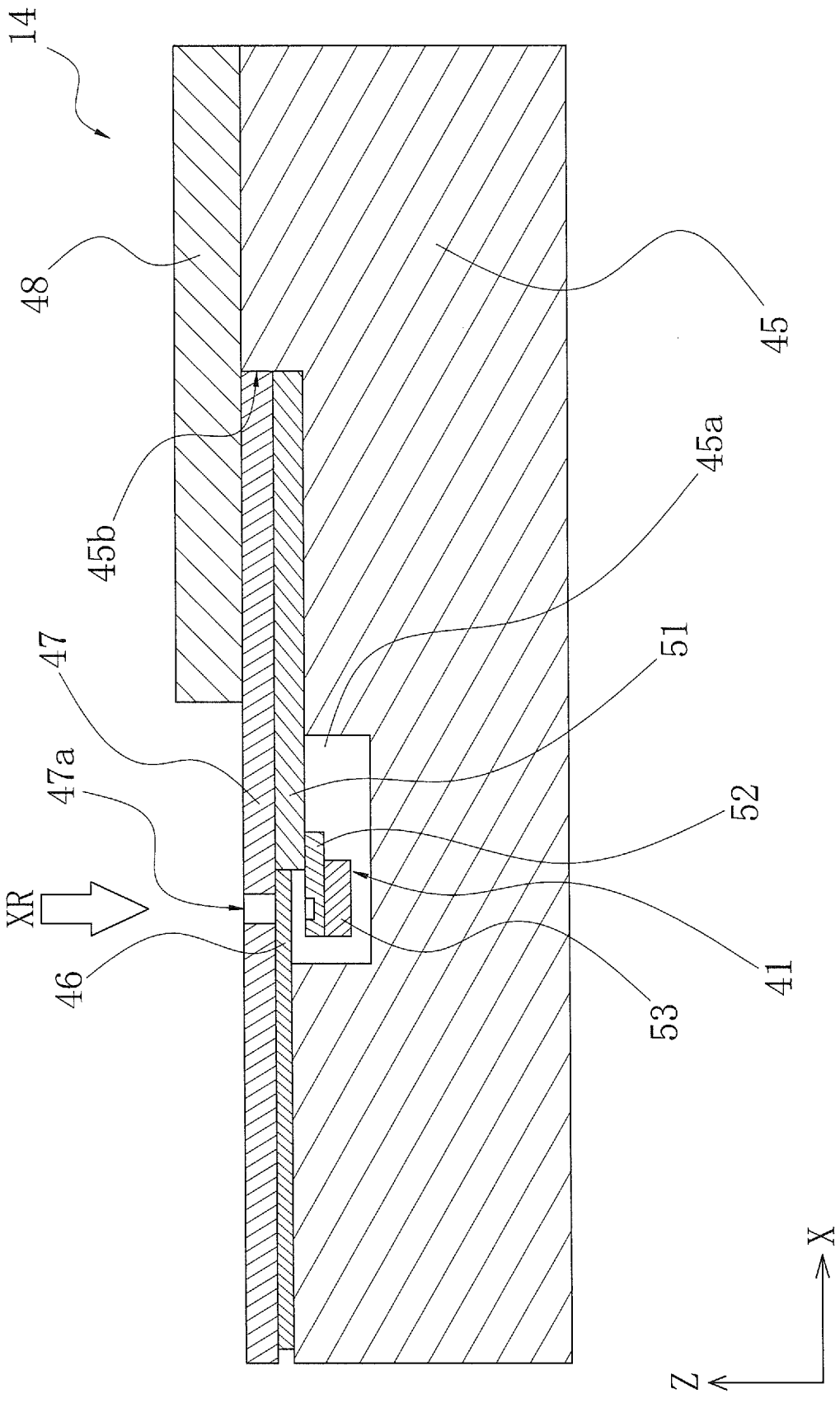
[図3]



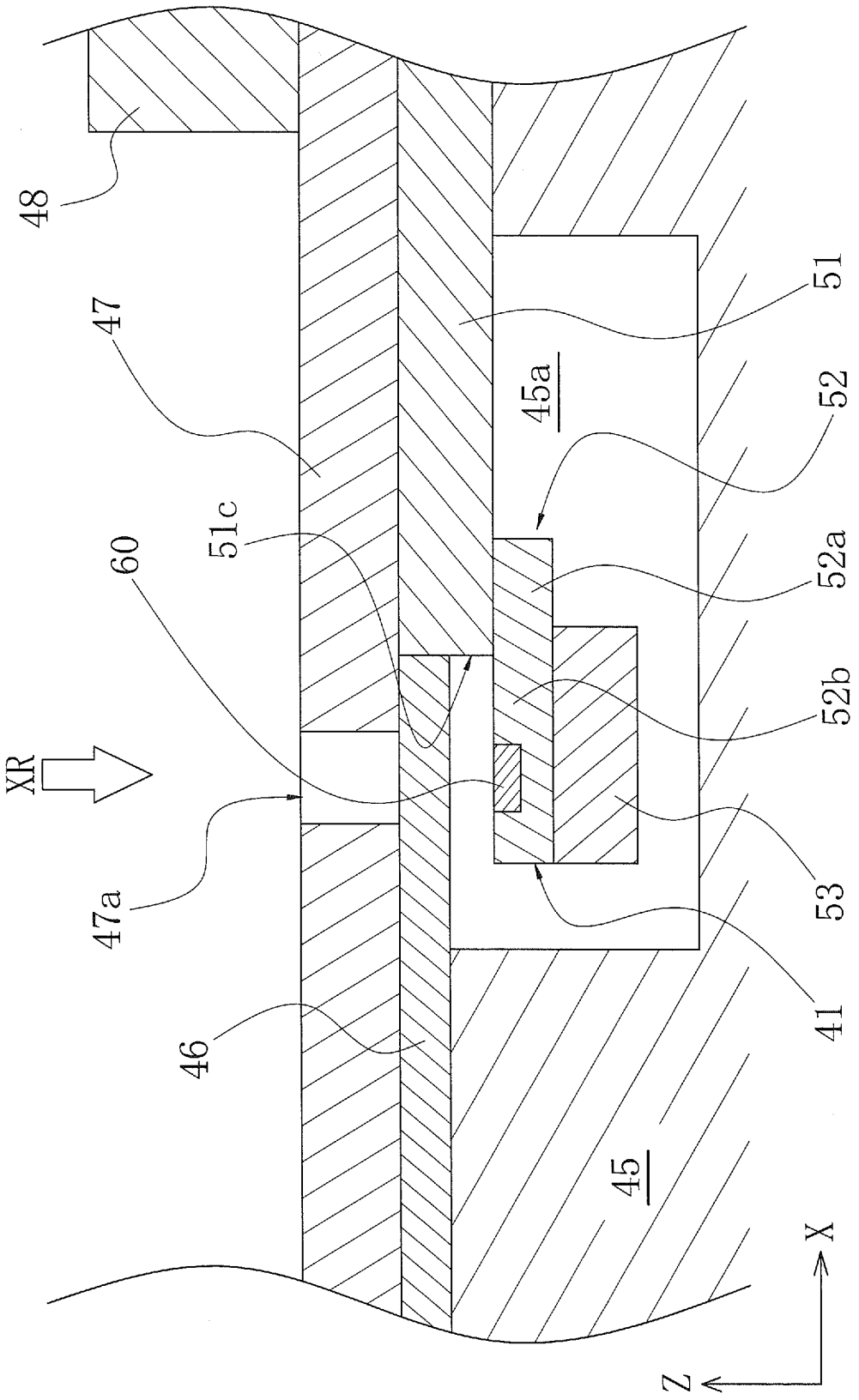
[図4]


CPU
21
20
X線画像作成部
21a
異物有無検査部
21b
表示制御部
21c
22
ROM
25
HDD
70
振分装置
23
RAM
30
LCDモニタ
12a
コンベア
モータ
X線照射器
13
ラインセンサ組立体
14

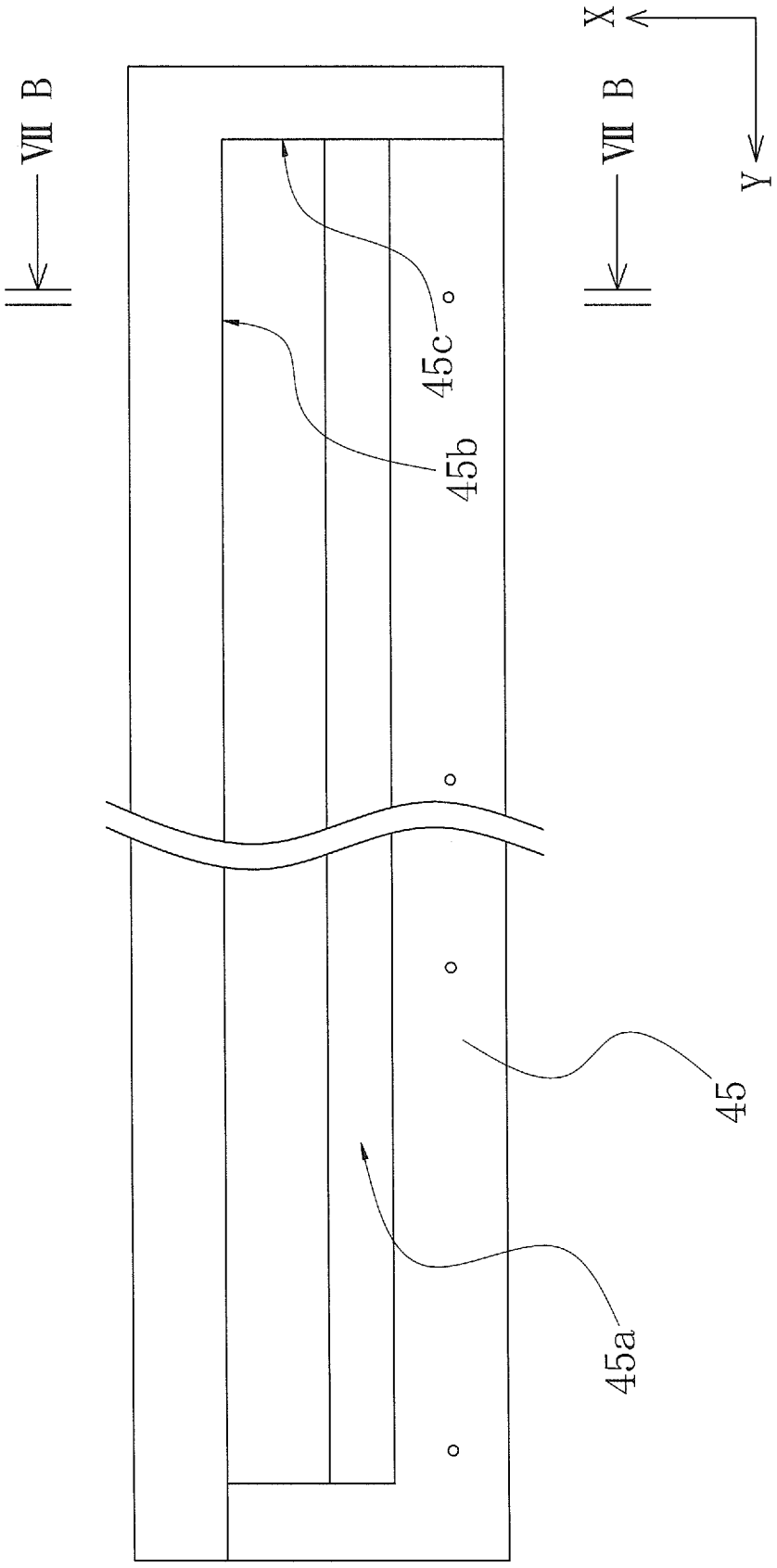
[図5]



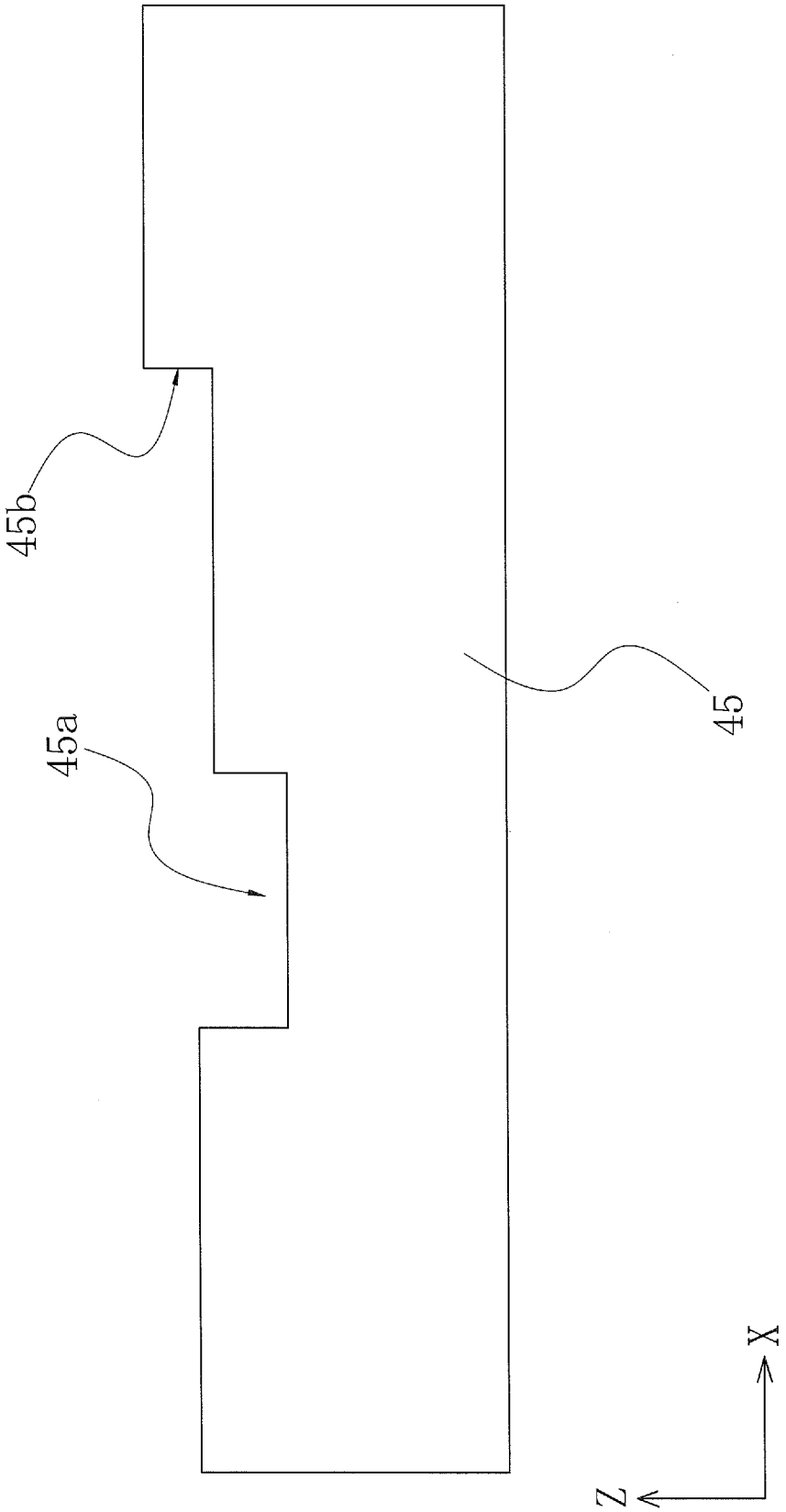
[図6]



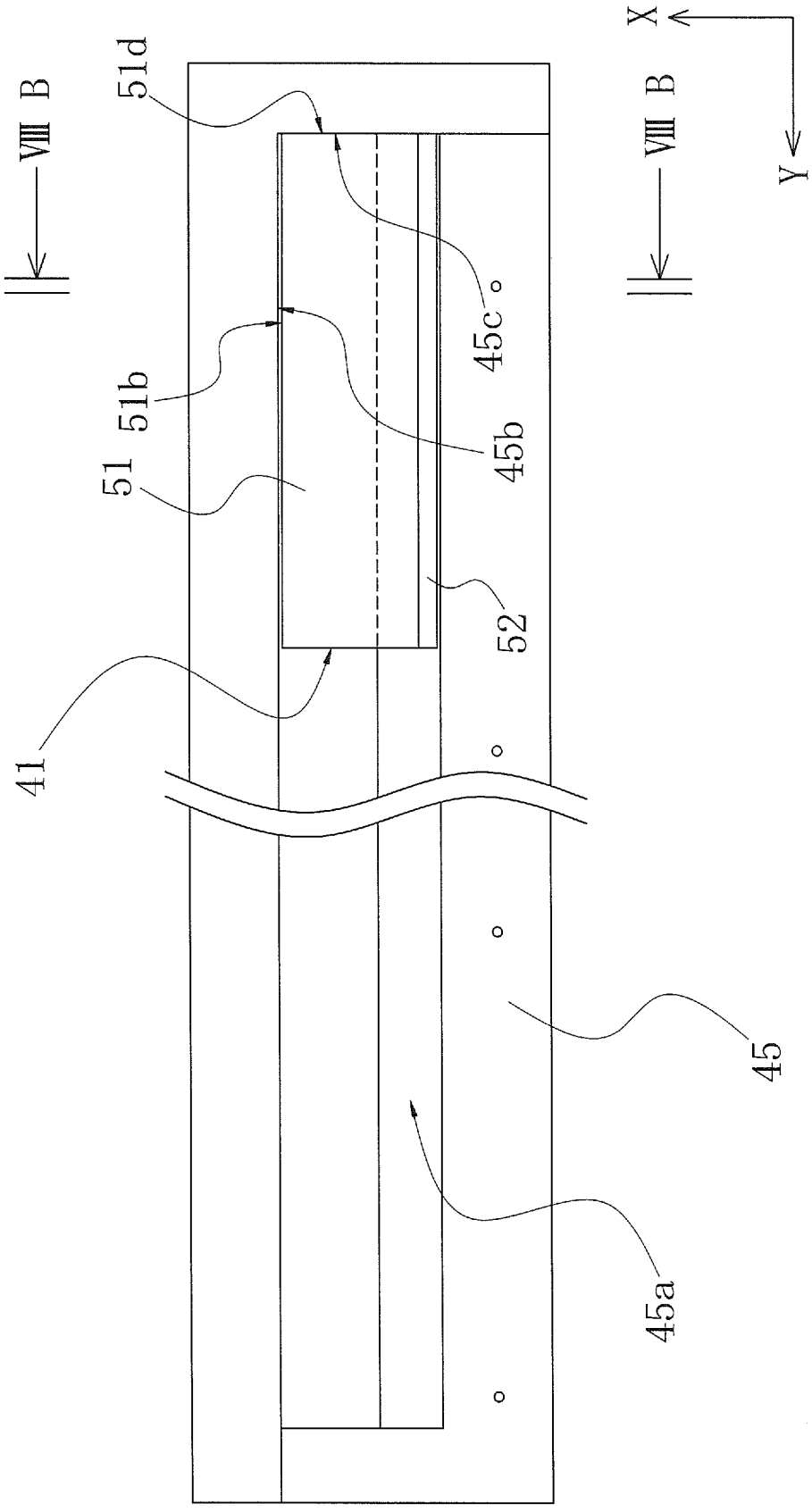
[図7A]



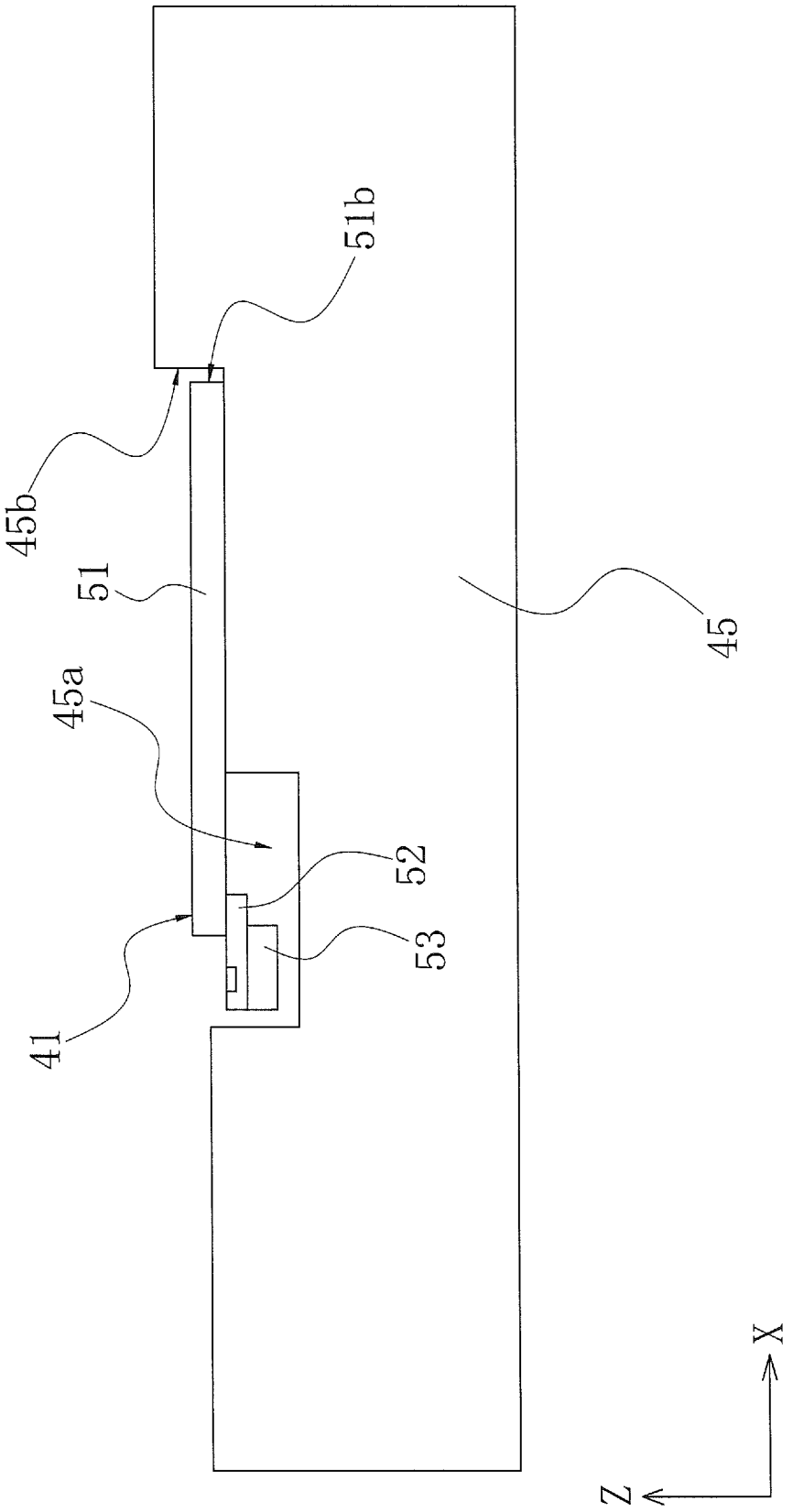
[図7B]



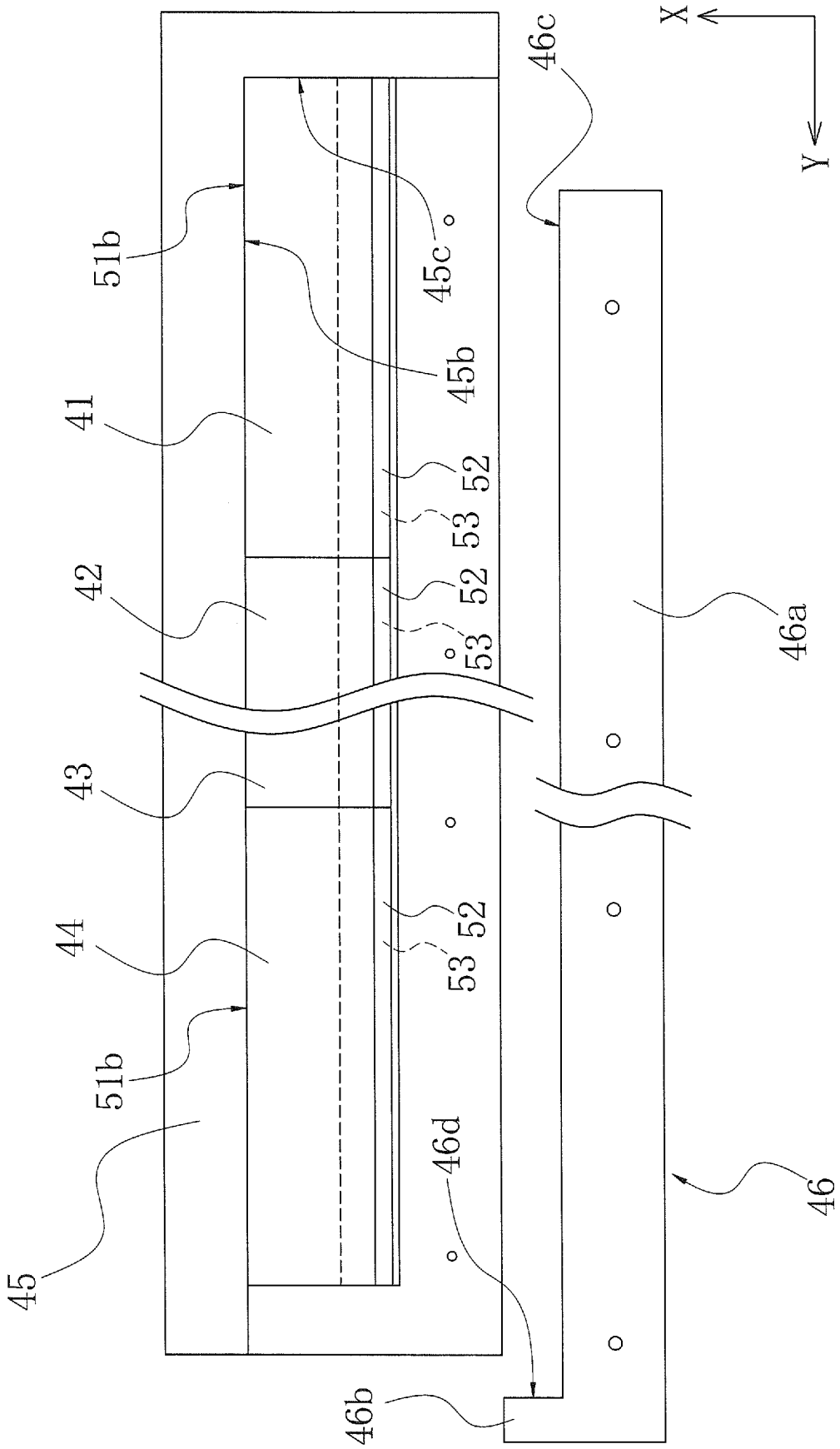
[図8A]



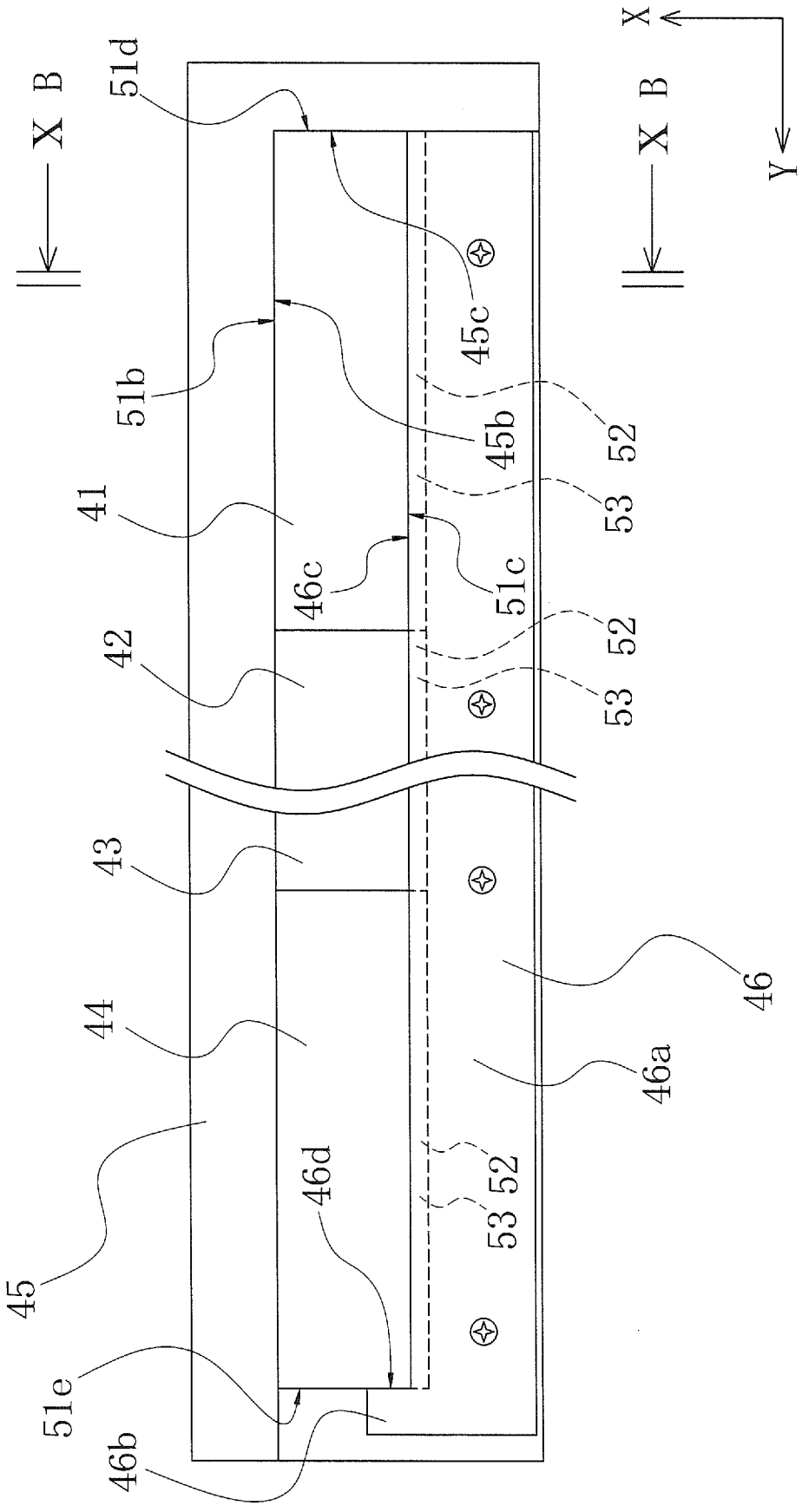
[図8B]



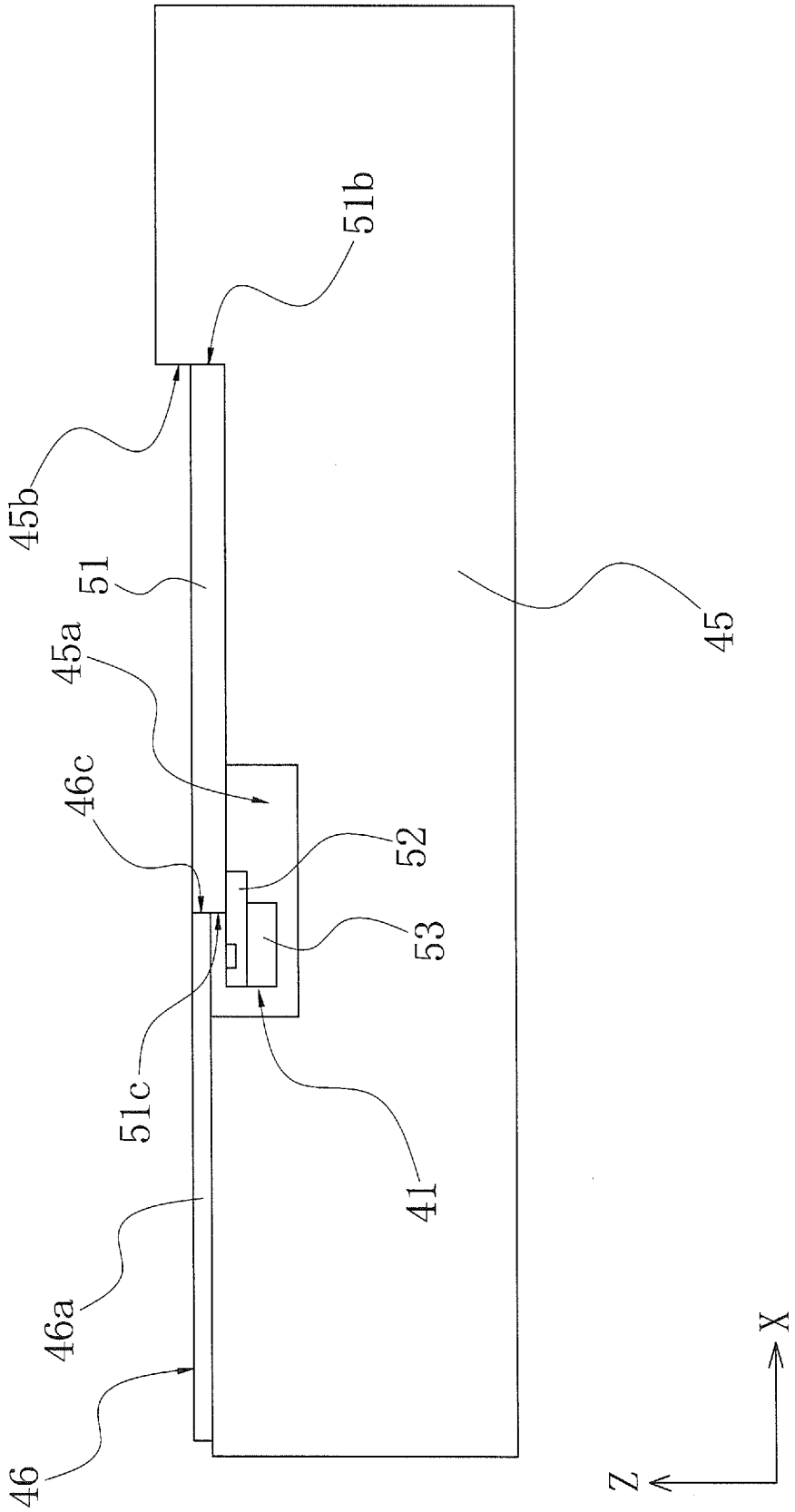
[図9]


X
Y
46c
51b
45c
45b
41
52
53
42
52
53
46a
43
44
52
53
51b
45
46d
46
46b

[図10A]


X
B
X
B
Y
51d
45c
51b
45b
52
53
41
46c
51c
52
53
42
43
46
44
46a
45
46d
52
53
51e
46b

[図10B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/078132

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N23/04(2006.01)i, *G01N23/087*(2006.01)i, *G01N23/18*(2006.01)i, *G01T1/20*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01N23/04, G01N23/087, G01N23/18, G01T1/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-145253 A (Anritsu Industrial Solutions Co., Ltd.), 28 July 2011 (28.07.2011), entire text (Family: none)	1-7
A	JP 2006-329822 A (Ishida Co., Ltd.), 07 December 2006 (07.12.2006), entire text (Family: none)	1-7
A	JP 2012-154732 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 16 August 2012 (16.08.2012), entire text & WO 2012/101882 A1 & CN 203630057 U	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 December 2015 (09.12.15)	22 December 2015 (22.12.15)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/078132

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-85845 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 23 April 2009 (23.04.2009), entire text & WO 2009/044658 A1 & TW 200925640 A	1-7
A	JP 2011-89965 A (Ishida Co., Ltd.), 06 May 2011 (06.05.2011), entire text (Family: none)	1-7
A	US 6370223 B1 (UT-BATTELLE, LLC), 09 April 2002 (09.04.2002), entire text (Family: none)	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０７８１３２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N23/04(2006.01)i, G01N23/087(2006.01)i, G01N23/18(2006.01)i, G01T1/20(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N23/04, G01N23/087, G01N23/18, G01T1/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2011-145253 A (アンリツ産機システム株式会社) 2011.07.28, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2006-329822 A (株式会社イシダ) 2006.12.07, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2012-154732 A (浜松ホトニクス株式会社)	1-7

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０９．１２．２０１５	２２．１２．２０１５

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｗ　３０１４
藤田　都志行
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５０

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
	2012.08.16, 全文 & WO 2012/101882 A1 & CN 203630057 U	
A	JP 2009-85845 A (浜松ホトニクス株式会社) 2009.04.23, 全文 & WO 2009/044658 A1 & TW 200925640 A	1-7
A	JP 2011-89965 A (株式会社イシダ) 2011.05.06, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	US 6370223 B1 (UT-BATTELLE, LLC) 2002.04.09, 全文 (ファミリーなし)	1-7