

(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2013-142585

(P2013-142585A)

(43) 公開日 平成25年7月22日 (2013.7.22)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
 GO 1 N 23/04 (2006.01) GO 1 N 23/04 2 G 0 0 1  
 HO 5 K 3/00 (2006.01) HO 5 K 3/00 Q

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-2364 (P2012-2364)  
 (22) 出願日 平成24年1月10日 (2012.1.10)

(71) 出願人 000010076  
 ヤマハ発動機株式会社  
 静岡県磐田市新貝2500番地  
 (74) 代理人 100104433  
 弁理士 官園 博一  
 (72) 発明者 大川 直尚  
 静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発  
 動機株式会社内  
 Fターム(参考) 2G001 AA01 BA11 CA01 GA06 HA13  
 JA09 JA12 LA11 MA05 PA01  
 PA02 PA11 PA14 SA14

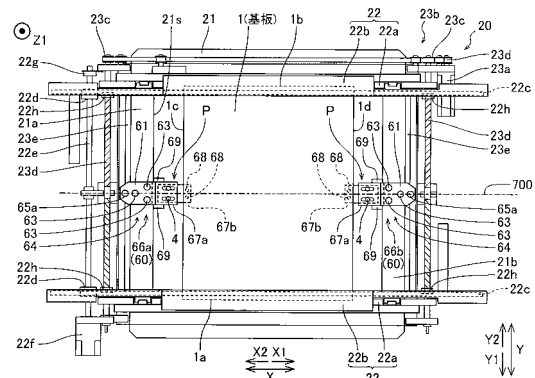
(54) 【発明の名称】 X線検査装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 X線検査の妨げとなる構成部品などを極力排除しつつ、X線撮像画像を正確に取得することが可能なX線検査装置を提供する。

【解決手段】 X線検査装置は、X線を用いて基板1を撮像するX線撮像部と、水平面内における基板1の第1方向(X方向)の端部1cおよび端部1dの各々よりも外側(撮像領域の外側)に配置され、基板1がX線撮像部により撮像される際に、水平面と直交する上下方向(Z方向)に昇降して基板1を支持するように構成された昇降機構部66aおよび66bを含む一対のバックアップ支持機構部60とを備える。

【選択図】 図7



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

X線を用いて検査対象物を撮像するX線撮像部と、

水平面内における前記検査対象物の第1方向の端部近傍または前記端部よりも外側に配置され、前記検査対象物が前記X線撮像部により撮像される際に、水平面と直交する上下方向に昇降して前記検査対象物を支持するように構成された昇降機構部を含むバックアップ支持機構部とを備える、X線検査装置。

## 【請求項 2】

前記検査対象物にX線を照射するX線源と、

前記検査対象物を搬送して前記X線源と前記X線撮像部との間に配置する搬送部とをさらに備え、

前記バックアップ支持機構部の前記昇降機構部は、前記搬送部に設けられている、請求項1に記載のX線検査装置。

10

## 【請求項 3】

前記搬送部は、水平面内において前記第1方向と交差する前記検査対象物の第2方向の端部を固定する固定部をさらに含み、

前記検査対象物が前記固定部に固定された状態で前記X線撮像部により撮像される際に、前記昇降機構部を含む前記バックアップ支持機構部は、前記搬送部に対して上下方向に昇降して前記検査対象物を支持するように構成されている、請求項2に記載のX線検査装置。

20

## 【請求項 4】

前記固定部は、前記検査対象物の前記第2方向の両端部を固定するように構成されており、

前記昇降機構部を含む前記バックアップ支持機構部は、上下方向に昇降して前記検査対象物の前記第2方向の中央部近傍を支持するように構成されている、請求項3に記載のX線検査装置。

## 【請求項 5】

前記固定部は、前記検査対象物の前記第2方向の一方端部を固定する第1固定部および他方端部を固定する第2固定部を含み、

前記第1固定部および前記第2固定部が前記搬送部の前記第2方向の中央線を基準として前記第2方向に沿って互いに略同じ間隔で接近または離間することにより、前記検査対象物の前記第2方向の端部に対応した位置で前記検査対象物の前記一方端部および前記他方端部が固定されるように構成されており、

前記バックアップ支持機構部は、前記搬送部の、前記第2方向の中央線上に対応する位置に配置されている、請求項4に記載のX線検査装置。

30

## 【請求項 6】

前記バックアップ支持機構部は、前記昇降機構部に装着され、前記昇降機構部とともに前記搬送部に対して上下方向に昇降して前記検査対象物を支持可能に構成された支持部材をさらに含む、請求項2～5のいずれか1項に記載のX線検査装置。

## 【請求項 7】

前記支持部材は、前記昇降機構部とともに上下方向に昇降して前記検査対象物の前記第1方向の端部近傍を支持可能に構成された第1支持部材を有する、請求項6に記載のX線検査装置。

40

## 【請求項 8】

前記第1支持部材は、前記検査対象物の前記第1方向の長さに応じて伸縮可能なように構成されている、請求項7に記載のX線検査装置。

## 【請求項 9】

前記バックアップ支持機構部の前記昇降機構部は、前記搬送部の前記第1方向の一方側に設けられた第1昇降機構部および他方側に設けられた第2昇降機構部を有し、

前記第1支持部材は、前記第1昇降機構部および前記第2昇降機構部にそれぞれ装着さ

50

れており、

前記第1昇降機構部および前記第2昇降機構部が上下方向に昇降することにより、前記第1支持部材は、前記検査対象物の前記第1方向の両端部近傍を支持するように構成されている、請求項7または8に記載のX線検査装置。

【請求項10】

前記バックアップ支持機構部の前記昇降機構部は、前記搬送部の前記第1方向の一方側に設けられた第1昇降機構部および他方側に設けられた第2昇降機構部を有し、

前記支持部材は、X線透過性の良好な材料を含み、前記第1昇降機構部および前記第2昇降機構部を繋ぐように装着された第2支持部材を有し、

前記第1昇降機構部および前記第2昇降機構部が上下方向に昇降することにより、前記第2支持部材は、前記検査対象物を前記第1方向に沿って支持するように構成されている、請求項6に記載のX線検査装置。

【請求項11】

前記第1昇降機構部および前記第2昇降機構部は、互いに同期して上下方向に昇降するように構成されている、請求項10に記載のX線検査装置。

【請求項12】

前記搬送部は、前記検査対象物が前記固定部に固定された状態で水平面内を移動可能に構成されており、

前記検査対象物が前記X線撮像部により撮像される際に加えて、前記検査対象物が前記固定部に固定された状態で水平面内を移動される際に、前記昇降機構部を含む前記バックアップ支持機構部は上下方向に昇降して前記検査対象物を支持するように構成されている、請求項3～11のいずれか1項に記載のX線検査装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X線撮像部を備えたX線検査装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、X線撮像部を備えたX線検査装置が知られている（たとえば、特許文献1参照）。

【0003】

上記特許文献1には、装置本体内に搬入されたプリント基板を水平面内で移動可能に保持するテーブル機構部と、このテーブル機構部を境として上下方向に互いに対向して配置されたX線管球およびX線検出部とを備えたX線検査装置が開示されている。このX線検査装置では、テーブル機構部は、開口部を有して枠体状に形成されており、X線は、テーブル機構部の開口部を介してX線管球からX線検出部に向けて照射されるように構成されている。したがって、開口部上に配置されたプリント基板にX線が照射されることにより、実装部品の半田付け状態が検査されるように構成されている。なお、X線の照射領域に含まれるプリント基板とX線検出部との間には撮像時の妨げとなるような部材や機構部は配置されていない。また、プリント基板がX線管球とX線検出部との間に配置された際、

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2003-315288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、上記特許文献1では、開口部上に配置されるプリント基板は、X線検出

10

20

30

40

50

部との間に空間を確保するために幅方向の両端部においてテーブル機構部に固定されたとしても、プリント基板は、部品が実装された自重に起因して基板の中央部が鉛直下向きに撓む虞があると考えられる。また、プリント基板の撓み変形は、基板サイズの増加とともに顕著となる。このため、撓み変形を起こしたプリント基板に対してX線検査を行った場合、検査面に対する実際の基板表面の高さ位置が場所によって異なるので、検査面に沿ったX線撮像画像（検査結果）を正確に取得することができないという問題点がある。また、X線検査中にテーブル機構部を移動させてプリント基板内の撮像領域を切り換える際、プリント基板が撓んだ状態で移動された場合にはプリント基板が波打ちながら振動する虞がある。X線撮像中にこのような状況が繰り返し発生することも、正確な検査結果を得るためには好ましくない。

10

**【0006】**

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、X線検査の妨げとなる構成部品などを極力排除しつつ、X線撮像画像を正確に取得することが可能なX線検査装置を提供することである。

**【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、この発明の一の局面におけるX線検査装置は、X線を用いて検査対象物を撮像するX線撮像部と、水平面内における検査対象物の第1方向の端部近傍または端部よりも外側に配置され、検査対象物がX線撮像部により撮像される際に、水平面と直交する上下方向に昇降して検査対象物を支持するように構成された昇降機構部を含むバックアップ支持機構部とを備える。

20

**【0008】**

この発明の一の局面によるX線検査装置では、上記のように、水平面内における検査対象物の第1方向の端部近傍または端部よりも外側に配置され、検査対象物がX線撮像部により撮像される際に上下方向に昇降して検査対象物を支持するように構成された昇降機構部を含むバックアップ支持機構部を備えることによって、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部によって検査対象物を補助的に支持した状態でX線撮像を行うことができる。すなわち、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部が上昇して検査対象物を補助的に支持することにより、検査対象物が自重に起因して水平面に対して撓み変形を起こすことを抑制することができる。そして、この状態で検査対象物のX線撮像を行うことができるので、検査面（水平面）に沿ったX線撮像画像を正確に取得することができる。また、昇降機構部は、検査対象物の端部近傍または検査対象物の端部よりも外側に配置されるので、昇降機構部がX線撮像画像に写り込むことを容易に抑制することができる。

30

**【0009】**

上記一の局面によるX線検査装置において、好ましくは、検査対象物にX線を照射するX線源と、検査対象物を搬送してX線源とX線撮像部との間に配置する搬送部とをさらに備え、バックアップ支持機構部の昇降機構部は、搬送部に設けられている。このように構成すれば、バックアップ支持機構部における昇降機構部を、搬送部内の検査対象物の第1方向の端部近傍または端部よりも外側に容易に配置することができる。したがって、搬送部に設けられた昇降機構部を使用して検査対象物を容易に支持することができる。

40

**【0010】**

上記搬送部をさらに備える構成において、好ましくは、搬送部は、水平面内において第1方向と交差する検査対象物の第2方向の端部を固定する固定部をさらに含み、検査対象物が固定部に固定された状態でX線撮像部により撮像される際に、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部は、搬送部に対して上下方向に昇降して検査対象物を支持するように構成されている。このように構成すれば、固定部により検査対象物の第2方向の端部が固定されることに加えて、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部によって検査対象物を補助的に支持した状態でX線撮像を行うことができる。すなわち、X線撮像時に検査対象物の固定部に固定されない部分（領域）の撓み変形を抑制することができるので、検査面に沿ったX線撮像画像をより正確に取得することができる。

50

## 【 0 0 1 1 】

上記搬送部が固定部をさらに含む構成において、好ましくは、固定部は、検査対象物の第2方向の両端部を固定するように構成されており、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部は、搬送部に対して上下方向に昇降することにより、検査対象物の第2方向の中央部近傍を支持するように構成されている。このように構成すれば、X線撮像の際に、第2方向の両端部が固定された検査対象物の第2方向の中央部近傍がバックアップ支持機構部によって補助的に支持されるので、検査対象物の撓み変形を効果的に抑制することができる。

## 【 0 0 1 2 】

この場合、好ましくは、固定部は、検査対象物の第2方向の一方端部を固定する第1固定部および他方端部を固定する第2固定部を含み、第1固定部および第2固定部が搬送部の第2方向の中央線を基準として第2方向に沿って互いに略同じ間隔で接近または離間することにより、検査対象物の第2方向の端部に対応した位置で検査対象物の一方端部および他方端部が固定されるように構成されており、バックアップ支持機構部の昇降機構部は、搬送部の、第2方向の中央線上に対応する位置に配置されている。このように、検査対象物が第2方向の長さ（幅）に関係なく常に搬送部の第2方向の中央線上に検査対象物の中央部を配置した状態で固定部に固定される搬送部において、バックアップ支持機構部の昇降機構部が搬送部の第2方向の中央線上に対応する位置に配置されているので、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部により検査対象物の第2方向の中央部近傍を確実に支持することができる。

10

20

## 【 0 0 1 3 】

上記X線源および搬送部をさらに備える構成において、好ましくは、バックアップ支持機構部は、昇降機構部に装着され、昇降機構部とともに搬送部に対して上下方向に昇降して検査対象物を支持可能に構成された支持部材をさらに含む。このように構成すれば、昇降機構部に装着される支持部材を有効に活用して、多様な形状および大きさを有する検査対象物を容易に支持することができる。

## 【 0 0 1 4 】

上記バックアップ支持機構部が支持部材をさらに含む構成において、好ましくは、支持部材は、昇降機構部とともに上下方向に昇降して検査対象物の第1方向の端部近傍を支持可能に構成された第1支持部材を有する。このように構成すれば、昇降機構部に装着される第1支持部材を有効に利用して、検査対象物の第1方向の端部近傍を容易に支持することができる。また、第1支持部材により検査対象物の第1方向の端部近傍が支持されるので、昇降機構部がX線撮像画像に写り込むことを容易に抑制することができる。

30

## 【 0 0 1 5 】

上記支持部材が第1支持部材を有する構成において、好ましくは、第1支持部材は、検査対象物の第1方向の長さに応じて伸縮可能なように構成されている。このように構成すれば、バックアップ支持機構部における昇降機構部と検査対象物の第1方向の端部とがある程度離間している場合においても、昇降機構部側から延ばされた第1支持部材を使用して検査対象物の第1方向の端部近傍を確実に支持することができる。

40

## 【 0 0 1 6 】

上記支持部材が第1支持部材を有する構成において、好ましくは、バックアップ支持機構部の昇降機構部は、搬送部の第1方向の一方側に設けられた第1昇降機構部および他方側に設けられた第2昇降機構部を有し、第1支持部材は、第1昇降機構部および第2昇降機構部にそれぞれ装着されており、第1昇降機構部および第2昇降機構部が上下方向に昇降することにより、第1支持部材は、検査対象物の第1方向の両端部近傍を支持するように構成されている。このように構成すれば、第1支持部材を使用して検査対象物の第1方向の両側において検査対象物の第1方向の端部近傍を支持することができるので、検査対象物全体に亘って撓み変形などを抑制することができる。

## 【 0 0 1 7 】

上記バックアップ支持機構部が支持部材をさらに含む構成において、好ましくは、バッ

50

クアップ支持機構部の昇降機構部は、搬送部の第1方向の一方側に設けられた第1昇降機構部および他方側に設けられた第2昇降機構部を有し、支持部材は、X線透過性の良好な材料を含み、第1昇降機構部および第2昇降機構部を繋ぐように装着された第2支持部材を有し、第1昇降機構部および第2昇降機構部が上下方向に昇降することにより、第2支持部材は、検査対象物を第1方向に沿って支持するように構成されている。このように構成すれば、第1昇降機構部および第2昇降機構部を繋ぐように装着された第2支持部材を有効に利用して、検査対象物を第1方向に沿って容易に支持することができる。この際、第2支持部材はX線透過性の良好な材料を含んでいるので、第2支持部材が検査対象物の撮像領域を第1方向に横切ったとしても、第2支持部材がX線撮像画像に写り込んだ場合の影響を軽微に抑えることができる。

10

**【0018】**

この場合、好ましくは、第1昇降機構部および第2昇降機構部は、互いに同期して上下方向に昇降するように構成されている。このように構成すれば、昇降機構部が昇降する際に、第1昇降機構部および第2昇降機構部を繋ぐ第2支持部材の高さ位置が第1方向に沿って略変化しないので、第2支持部材の高さ位置を水平面にほぼ揃えた状態で昇降させることができる。これにより、検査対象物を第1方向に沿って一様に支持することができるので、検査対象物を水平面内で安定して支持することができる。

**【0019】**

上記X線源および搬送部をさらに備える構成において、好ましくは、搬送部は、検査対象物が固定部に固定された状態で水平面内を移動可能に構成されており、検査対象物がX線撮像部により撮像される際に加えて、検査対象物が固定部に固定された状態で水平面内を移動される際に、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部は上下方向に昇降して検査対象物を支持するように構成されている。このように構成すれば、検査対象物の搬送中においても固定部が検査対象物を固定した状態で昇降機構部を含むバックアップ支持機構部が検査対象物を補助的に支持することができるので、検査対象物に生ずる撓み変形が抑制された状態を維持することができる。

20

**【発明の効果】****【0020】**

本発明によれば、上記のように、昇降機構部を含むバックアップ支持機構部によって検査対象物を補助的に支持した状態でX線撮像を行うことができるので、検査面（水平面）に沿ったX線撮像画像を正確に取得することができる。また、昇降機構部は、検査対象物の端部近傍かまたは検査対象物の端部近傍よりも外側に配置されるので、昇降機構部がX線撮像画像に写り込むことを容易に抑制することができる。

30

**【図面の簡単な説明】****【0021】**

【図1】本発明の第1実施形態によるX線検査装置の外観を示した斜視図である。

【図2】本発明の第1実施形態によるX線検査装置の内部構造を装置本体の前面部側から見た断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態によるX線検査装置の内部構造を装置本体の側面部側から見た断面図である。

40

【図4】本発明の第1実施形態によるX線検査装置から外装カバーおよび遮蔽壁を取り外した状態での装置本体を示した斜視図である。

【図5】本発明の第1実施形態によるX線検査装置から外装カバーを取り外した状態での装置本体を示した斜視図である。

【図6】本発明の第1実施形態によるX線検査装置における搬送機構部の構成を示した斜視図である。

【図7】本発明の第1実施形態によるX線検査装置における搬送機構部の構成を示した上面図である。

【図8】本発明の第1実施形態による搬送機構部に設けられた昇降機構部の構造を説明するための拡大斜視図である。

50

【図 9】本発明の第 1 実施形態による搬送機構部に設けられた昇降機構部の構造を説明するための拡大斜視図である。

【図 10】本発明の第 1 実施形態による昇降機構部に対する支持部材の取付構造を説明するための斜視分解図である。

【図 11】本発明の第 1 実施形態による X 線検査装置において基板の X 線撮像が行われる際に、バックアップ支持機構部が基板を支持する様子を説明するための図である。

【図 12】本発明の第 1 実施形態による X 線検査装置が組み込まれた回路基板製造ラインを示した図である。

【図 13】本発明の第 2 実施形態による X 線検査装置における搬送機構部の構成を示した斜視図である。

10

【図 14】本発明の第 2 実施形態による昇降機構部に対する支持部材の取付構造を説明するための斜視図である。

【図 15】本発明の第 2 実施形態による X 線検査装置において基板の X 線撮像が行われる際に、バックアップ支持機構部が基板を支持する様子を説明するための図である。

【0022】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

【0023】

(第 1 実施形態)

図 1 ~ 図 12 を参照して、本発明の第 1 実施形態による X 線検査装置 100 の構造について説明する。

20

【0024】

本発明の第 1 実施形態による X 線検査装置 100 は、図 1 および図 2 に示すように、回路基板としての基板 1 (図 2 参照) 上に実装された電子部品 (図示せず) の半田接合状態検査を含む各種検査を行うための検査装置である。なお、基板 1 は、本発明の「検査対象物」の一例である。

【0025】

X 線検査装置 100 は、図 2 に示すように、基台 10 と、搬送機構部 20 と、X 線源 30 と、X 線撮像部 40 と、X 線を遮蔽する遮蔽壁 50 と、装置本体を覆う外装カバー 70 と、基台 10 の内部に設置された制御ユニット 80 a および電源ユニット 80 b と、装置本体内の可動部を駆動するための圧縮空気源 80 c と、一組のシャッター機構部 95 とを備えている。なお、ここで述べる装置本体とは、図 5 に示されるように、X 線検査装置 100 から外装カバー 70 (図 1 参照) を取り除いた残りの構造物のことを示している。なお、搬送機構部 20 は、本発明の「搬送部」の一例である。

30

【0026】

基台 10 は、重量物であり、装置本体を水平な床面 60 1 上に安定的に設置する役割を有している。また、基台 10 には、上面 10 a (Z 1 側) 上に設けられ、基板搬送方向 (X 方向) の両端部に配置された一对の支持台 11 が取り付けられている。各々の支持台 11 は、図 4 に示すように、互いに略平行に配置された状態で、上面 10 a (図 2 参照) 上を X 方向と略直交する Y 方向に延びている。ここで、X 方向 (基板搬送方向) は、X 線検査装置 100 における左右方向であり、Y 方向は、X 線検査装置 100 における前後方向である。なお、X 方向および Y 方向は、それぞれ、本発明の「第 1 方向」および「第 2 方向」の一例である。

40

【0027】

X 線検査装置 100 は、電子部品が実装される回路基板を製造する回路基板製造ライン 500 (図 12 参照) を構成する処理装置群の一部として使用されるように構成されている。この場合、X 線検査装置 100 は、X 1 側 (側面部 100 c) および X 2 側 (側面部 100 d) が他の処理装置または搬送ラインに接続される。また、オペレータは、通常、X 線検査装置 100 の Y 1 側 (前面部 100 a) または Y 2 側 (後面部 100 b) から装置本体にアクセスするように構成されている。したがって、図 1 に示すように、前面部 100 a 側には、入力装置や非常停止ボタンなどの操作機器類 90 と、装置本体内部へのア

50

クセス用の開閉扉 15 とが設けられている。また、後面部 100b 側にもスライド式の開閉扉 16 が設けられている。

【0028】

また、図 2 ~ 図 4 に示すように、一对の支持台 11 上には、X 線源 30 を支持する支持梁 31 と、遮蔽壁 50 (図 2 参照) および外装カバー 70 (図 2 参照) をそれぞれ取り付けるためのフレーム構造体 12 とが設置されている。フレーム構造体 12 は、断面が角型の複数の中空パイプ 13 が縦横に組み合わされて構成されている。

【0029】

搬送機構部 20 は、装置本体内に搬入された検査前の基板 1 を X 線源 30 と X 線撮像部 40 との間の撮像領域に保持する役割を有している。また、搬送機構部 20 は、X 線撮像時に基板 1 を撮像領域中に保持するのみならず、上流側の搬送ライン 501a (図 12 参照) から基板 1 を受け継ぐ搬入機能と、検査済みの基板 1 を下流側の搬送ライン 501b (図 12 参照) へ受け渡す搬出機能とを有している。以下に、搬送機構部 20 の構成を詳しく説明する。

【0030】

搬送機構部 20 は、図 6 および図 7 に示すように、上下方向 (Z 方向) に貫通する略矩形形状の開口部 21s を有して枠状に形成されたベース部 21 と、ベース部 21 上に設けられ、各々が基板搬送方向 (X 方向) に略平行に延びる一对のコンベア部 22 とを含んでいる。各々のコンベア部 22 は、基板 1 を X1 (X2) 方向に搬送可能な可動部 22a と、可動部 22a の X 方向に沿った中央領域に配置され、ベース部 21 との Z 方向の距離 (高さ) が略一定に保たれたクランプ部 22b とを有している。なお、可動部 22a およびクランプ部 22b により、本発明の「固定部」が構成されている。また、Y1 側の可動部 22a およびクランプ部 22b は、本発明の「第 1 固定部」の一例であり、Y2 側の可動部 22a およびクランプ部 22b は、本発明の「第 2 固定部」の一例である。

【0031】

また、図 7 に示すように、各々のコンベア部 22 には、基板 1 を載置して搬送するための搬送ベルト 22c が設けられている。搬送ベルト 22c は、駆動プーリ 22d (原動側) および他の補助的なプーリ部材 (従動側) を介して可動部 22a 内を循環するように構成されている。また、駆動プーリ 22d は、ベース部 21 の辺部 21a よりも外側 (X2 側) の可動部 22a の部分に各々配置されており、この一对の駆動プーリ 22d には、同期シャフト 22e が取り付けられている。なお、駆動プーリ 22d は、同期シャフト 22e により回転駆動される状態を維持しつつ、同期シャフト 22e の外周面を可動部 22a と一体となって軸方向 (Y 方向) にスライド移動されるようにも構成されている。また、ベース部 21 の X2 側かつ Y1 側の隅部近傍にはブラケット部材を介してモータ 22f が取り付けられており、モータ 22f の回転軸は、同期シャフト 22e に接続されている。また、ベース部 21 のモータ 22f とは反対側 (Y2 側) には、ブラケット部材を介して軸受部材 22g が取り付けられており、同期シャフト 22e の Y2 側の端部はこの位置で回転可能に支持されている。したがって、一对のコンベア部 22 においては、モータ 22f の回転が同期シャフト 22e を介して一对の駆動プーリ 22d に伝達され、回転速度の同期がとられた各駆動プーリ 22d を介して搬送ベルト 22c が略同じ速度で駆動される。これにより、搬送ベルト 22c 上の基板 1 は、Y1 側の端部 1a と Y2 側の端部 1b との移動速度が異なることなくコンベア部 22 内を X 方向に沿って搬送されるように構成されている。

【0032】

また、圧縮空気源 80c (図 2 参照) からの圧縮空気の供給が制御ユニット 80a (図 2 参照) により制御されることにより、可動部 22a は、ベース部 21 の上面とクランプ部 22b の下面との間を上下方向 (Z 方向) に昇降されるように構成されている。したがって、X 線検査装置 100 では、X 線撮像時に、可動部 22a 内の搬送ベルト 22c によって基板 1 がクランプ部 22b の真下まで搬送されて停止された状態 (図 7 参照) で、可動部 22a が基板 1 とともに所定距離だけ Z1 方向 (図 7 における紙面手前方向) に上昇

10

20

30

40

50



することにより、可動部 2 2 a とクランプ部 2 2 b とによって基板 1 を挟み込んでコンペア部 2 2 に保持するように構成されている。この場合、Y 1 側の端部 1 a 近傍が Y 1 側のコンペア部 2 2 によって固定されるとともに、Y 2 側の端部 1 b 近傍が Y 2 側のコンペア部 2 2 によって固定される。なお、Z 方向は、本発明の「上下方向」の一例である。また、端部 1 a および 1 b は、それぞれ、本発明の「第 2 方向の一方端部」および「第 2 方向の他方端部」の一例である。

#### 【0033】

また、図 6 および図 7 に示すように、ベース部 2 1 の X 1 側かつ Y 2 側の隅部には、ブラケット部材を介してモータ 2 3 a が取り付けられるとともに、ベース部 2 1 の Y 2 側の端部に沿って、モータ 2 3 a の駆動力を伝達するための駆動伝達部 2 3 b が設けられている。駆動伝達部 2 3 b は、一对の駆動プリー 2 3 c (図 7 参照) を含む複数のプリー部材と、このプリー部材を介して回される駆動ベルト 2 3 d とを有している。また、一对の駆動プリー 2 3 c は、各々がベース部 2 1 の辺部 2 1 a および 2 1 b よりも外側 (X 2 側および X 1 側) の駆動伝達部 2 3 b の部分に配置されており、各駆動プリー 2 3 c には、Y 方向に延びるボールねじ軸 2 3 d が取り付けられている。ここで、図 6 に示すように、コンペア部 2 2 においては、2 本の平行なボールねじ軸 2 3 d が X 2 側および X 1 側において可動部 2 2 a を Y 方向に貫通する位置に、各々ナット部材 2 2 h (合計 4 個) が組み込まれている。そして、ボールねじ軸 2 3 d のねじ溝部が、各々のナット部材 2 2 h に螺合している。なお、ボールねじ軸 2 3 d は、Y 方向の中央部を境にして Y 1 側の領域と Y 2 側の領域とで互いに逆回りのねじ溝が形成されている。また、ベース部 2 1 の辺部 2 1 a および辺部 2 1 b には、それぞれ、Y 方向に延びるレール部材 2 3 e が取り付けられており、ナット部材 2 2 h を含む一对の可動部 2 2 a は、2 つのレール部材 2 3 e 上を Y 方向に沿ってスライド移動可能に取り付けられている。

10

20

#### 【0034】

したがって、第 1 実施形態では、駆動伝達部 2 3 b がベース部 2 1 に固定された状態で、ボールねじ軸 2 3 d にナット部材 2 2 h が螺合された一对のコンペア部 2 2 は、駆動伝達部 2 3 b を介したモータ 2 3 a によるボールねじ軸 2 3 d の回転とともにベース部 2 1 の Y 方向の中央線 7 0 0 (1 点鎖線) を基準として Y 方向に沿って互いに略同じ間隔で接近または離間するように構成されている。つまり、搬送機構部 2 0 では、基板 1 の幅 (Y 方向の長さ) に合わせてコンペア部 2 2 間の Y 方向の間隔が調整されるので、基板 1 のサイズ (Y 方向の幅) に対応した位置で端部 1 a (Y 1 側) および端部 1 b (Y 2 側) が各々の側のコンペア部 2 2 に固定されるように構成されている。この場合、ボールねじ軸 2 3 d のねじ溝ピッチが Y 1 側の領域と Y 2 側の領域とで同じとされているので、中央線 7 0 0 上に基板 1 の Y 方向の中央部 (中心線) が揃えられた状態で、両側のコンペア部 2 2 が同じ移動量だけ互いに反対方向にスライド移動される。これにより、所定の範囲内でどのような幅 (Y 方向の長さ) を有する基板 1 に対しても、コンペア部 2 2 の間隔を適合させて搬送し固定することが可能とされている。

30

#### 【0035】

また、第 1 実施形態では、図 6 に示すように、ベース部 2 1 の Y 方向に延びる辺部 2 1 a (X 2 側) および辺部 2 1 b (X 1 側) に、それぞれ、バックアップ支持機構部 6 0 が設けられている。なお、図 6、図 7 および図 10 に示すように、一对のバックアップ支持機構部 6 0 は、ベース部 2 1 に対する取付位置 (取付方向) が X 方向に見て互いに反対である点を除いて同じ構造を有した機能部品である。したがって、以降では、辺部 2 1 a (X 2 側) に設けられたバックアップ支持機構部 6 0 の構造について主に説明する。

40

#### 【0036】

バックアップ支持機構部 6 0 は、図 8 および図 9 に示すように、上側部材 6 1 と、下側部材 6 2 と、互いに平行な 3 本のシャフト部材 6 3 とを有する昇降部 6 4 と、圧縮空気源 8 0 c (図 2 参照) からの圧縮空気により上下方向に駆動されるロッド 6 5 a を有するエアシリンダ 6 5 とからなる昇降機構部 6 6 a を含んでいる。なお、図 8 および図 9 では、後述する支持部材 6 7 (図 6 参照) をバックアップ支持機構部 6 0 から取り外した状態で

50

昇降機構部 66a の単体構造を図示している。なお、昇降機構部 66a は、本発明の「第 1 昇降機構部」の一例である。

【0037】

ここで、ベース部 21 には、辺部 21a を上下方向 (Z 方向) に貫通する 3 つの貫通孔の各々にブッシュ部材 29 が取り付けられており、各々のシャフト部材 63 が対応する貫通孔にスライド移動可能に挿入されている。そして、シャフト部材 63 の上側 (Z1 側) の端部が上側部材 61 に固定されるとともに、辺部 21a を貫通するシャフト部材 63 の下側 (Z2 側) の端部が下側部材 62 に固定されている。また、エアシリンダ 65 は、辺部 21a の X2 側の厚み方向に沿った外側面部 21e に固定されている。そして、ロッド 65a の Z1 側の先端部 65b が、上側部材 61 の端部近傍に取り付けられている。したがって、バックアップ支持機構部 60 の昇降機構部 66a は、エアシリンダ 65 により上下方向に駆動されるロッド 65a の動きとともに昇降部 64 がベース部 21 に対して上下方向に昇降するように構成されている。なお、図 8 は、昇降部 64 が完全に下降された状態を示しており、図 9 は、昇降部 64 が完全に上昇された状態を示している。また、図 7 に示すように、昇降機構部 66a の昇降部 64 は、ベース部 21 の辺部 21a の Y 方向の中央線 700 上に対応する位置 P に配置されている。

10

【0038】

また、第 1 実施形態では、図 6 および図 7 に示すように、昇降機構部 66a の昇降部 64 には、先端が丸められたピン 68 (2 本) を有する支持部材 67 が取り付けられている。より詳細には、図 10 に示すように、支持部材 67 は、上側部材 61 と下側部材 62 との間で挟まれるようにして昇降部 64 にネジ部材 2 (合計 6 本) を用いて着脱可能に装着されている。この場合、まず、支持部材 67 の本体部 67a の Y 方向かつ Z2 方向の両端部にそれぞれ取付部材 69 がネジ部材 3 (合計 4 本) を用いて取り付けられている。そして、この状態で、取付部材 69 が下側部材 62 の上面にネジ部材 2 (合計 4 本) を用いて固定されるとともに、本体部 67a の上面部 67c が、別なネジ部材 2 (合計 2 本) を用いて上側部材 61 の下面に固定されるように構成されている。なお、図 10 では、図 8 に示したベース部 21 の図示を省略している。なお、支持部材 67 は、本発明の「第 1 支持部材」の一例である。

20

【0039】

また、支持部材 67 は、図 7 に示すように、ベース部 21 の辺部 21a よりも内側 (開口部 21s 内) に突出した位置に対応する昇降部 64 の先端部 (X1 側) に装着されている。これにより、支持部材 67 は、昇降部 64 の上下方向の昇降動作とともに開口部 21s 内の X2 側の縁部近傍において上下方向に昇降されるように構成されている。

30

【0040】

また、第 1 実施形態では、支持部材 67 は、図 10 に示すように、昇降部 64 に固定される本体部 67a の X1 側の先端部からさらに X1 方向に延長可能な延長部 67b を有している。そして、延長部 67b の X1 側の先端部にはピン 68 (2 本) が Z1 方向に向けて立てられている。また、2 本のピン 68 は、Y 方向に沿って隣接するように配置されている。ここで、本体部 67a および延長部 67b は板金部材の折り曲げ加工によって Y 方向の断面が溝形状を有しており、延長部 67b が本体部 67a に対して下方 (Z2 側) から上方 (Z1 方向) に向けて嵌め込まれている。そして、本体部 67a には、X 方向に延びるとともに Y 方向に平行に並ぶ 2 つの長孔 67d が形成されており、各々の長孔 67d に挿入されるボルト部材 4 (2 本) によって延長部 67b が本体部 67a に対して伸縮自在に固定されている。すなわち、ボルト部材 4 を若干緩めて延長部 67b を X 方向に沿って引き出すかまたは押し込むことにより、昇降部 64 に対するピン 68 の X 方向の位置が自由に設定されるように構成されている。したがって、基板 1 の X 方向の長さに対応させて、延長部 67b の突出長さを調整することにより、どのような基板 1 に対しても、ピン 68 が端部 1c およびその近傍を下面 1e (図 11 参照) 側から支持することが可能なように構成されている。

40

【0041】

50

なお、図6および図7に示すように、ベース部21のX1側の辺部21bに取り付けられている昇降機構部66bを含むバックアップ支持機構部60についても、上記したX2側のバックアップ支持機構部60と同様の構造を有している。なお、昇降機構部66bは、本発明の「第2昇降機構部」の一例である。

【0042】

これにより、X線検査装置100では、図7に示すように、基板1の端部1aおよび端部1bが一对のコンペア部22に固定された状態でX線撮像部40(図2参照)により撮像される際に、昇降機構部66aおよび66bの昇降部64が同じタイミングで水平面(X-Y平面)と直交する上方向(図7における紙面手前方向)に所定高さだけ上昇されるように構成されている(図8の状態から図9の状態に変化する)。また、各々の昇降部64が上昇することによって、各々に取り付けられた支持部材67が上昇されて基板1の端部1c(X2側)および端部1d(X1側)をそれぞれ支持するように構成されている。

10

【0043】

この際、各々の昇降部64に装着された支持部材67のピン68は、基板1の端部1cおよび端部1dのうちのY方向の中央部近傍(中央線700に対応する部分およびその近傍)を下方側から支持する。また、図11に示すように、各々の支持部材67のピン68は、基板1のX方向の端部1c近傍および端部1d近傍における下面1eをそれぞれ支持する。これにより、基板1の端部1aおよび端部1bがコンペア部22に固定された状態で基板1の中央線700近傍が自重で鉛直下方向に撓みかけたとしても、この領域が左右側からピン68によって支持されるので、基板1の撓み変形が抑制される。そして、この状態で、X線がX線源30から基板1の略水平な検査面に照射されるとともに、下方のX線撮像部40により、この検査面における基板1のX線撮像画像が取得される。なお、ピン68の先端部は所定の局率半径を有して略半球状に形成された曲面を有している。これにより、ピン68と下面1eとの接触面積を極力小さくした状態で、基板1は支持される。

20

【0044】

また、図11に示すように、支持部材67の本体部67aは、昇降部64に固定される側から延長部67bが取り付けられる先端部(基板1が配置される側)に向かってY方向に見た断面が先細りしている。この場合、上面部67c(図10参照)が略水平であるのに対して、下面部67eは、約45度で傾斜している。これにより、支持部材67は、本体部67aがX線の照射領域に極力侵入しないような形状に形成されている。したがって、支持部材67が基板1の端部1cおよび1dに向かって延長部67bを延ばして端部1cおよび1dを支持したとしても、X線撮像画像に左右の支持部材67が極力写り込まないように構成されている。

30

【0045】

また、搬送機構部20は、図2および図3に示すように、ベース部21をX方向(図3における紙面に垂直な方向)に沿って水平移動させるための一对のX軸レール25と、ベース部21およびX軸レール25を共にY方向(図2における紙面に垂直な方向)に沿って水平移動させるための一对のY軸レール26とをさらに含んでいる。また、図3に示すように、一对のX軸レール25は、各々がY方向に所定の間隔を隔てて略平行に配置された状態でX方向(紙面に垂直な方向)に延びている。また、X軸レール25は、ベース部21とY軸レール26との間(Z方向)に配置された台座部27の上面に固定されている。この台座部27は、Y軸レール26上をY方向にスライド移動することが可能に構成されている。また、図2に示すように、一对のY軸レール26は、各々がX方向に所定の間隔を隔てて略平行に配置された状態でY方向(紙面に垂直な方向)に延びている。また、Y軸レール26は、基台10の対応する上面10aに敷設されている。

40

【0046】

また、搬送機構部20は、図3に示すように、Y軸レール26のY1側の端部近傍における基台10の上面10aに設けられたY軸モータ28aおよびY軸モータ28aに接続されるY軸ボールねじ28bと、台座部27に設けられたX軸モータ29aおよびX軸モ

50

ータ29aに接続されるX軸ボールねじ29b(外形を破線で示す)とを含んでいる。これにより、コンベア部22を有するベース部21は、X軸モータ29aおよびX軸ボールねじ29bによってX軸レール25上をX方向(紙面に垂直な方向)に往復移動されるとともに、Y軸モータ28aおよびY軸ボールねじ28bによってY軸レール26上をY方向に往復移動されるように構成されている。したがって、搬送機構部20は、基台10の上面10a上をX-Y面内において任意の位置に移動可能に構成されている。

#### 【0047】

ここで、第1実施形態では、基板1がX線撮像部40により撮像される際に加えて、基板1がコンベア部22に固定された状態でX-Y平面内を移動される際に、昇降機構部66aおよび66bの各々の昇降部64が上昇されることによって、各々に取り付けられた支持部材67が上方向(Z1方向)に上昇されて先端のピン68が基板1のX方向の端部1c(X2側)および端部1d(X1側)をそれぞれ支持するように構成されている。これにより、ベース部21全体を移動させてX線撮像時に基板1の撮像領域を移動させる際、および、X線撮像を行う前後でベース部21全体を移動させて基板1を所定の位置に配置する際にも、コンベア部22に固定された基板1が下方に撓むことが抑制されるように構成されている。

10

#### 【0048】

また、搬送機構部20は、図2に示すように、基板1の装置本体へへの搬入時には、コンベア部22の端部22jをX1側のコンベア遮蔽部52の内側面52c近傍まで移動させて、上流側の搬送ライン501a(図12参照)からX線検査前の基板1を受け継ぐ。また、搬送機構部20は、基板1の搬出時には、コンベア部22の端部22kをX2側のコンベア遮蔽部53の内側面53c近傍まで移動させて、下流側の搬送ライン501b(図12参照)へ受け渡す動作を行う。なお、コンベア遮蔽部52および53は、それぞれ、X線源30から照射されるX線が装置本体から外部に洩れ出ないように遮蔽する遮蔽壁50の一部を構成している。また、コンベア遮蔽部52および53は、コンベア部22の移動範囲(X方向およびY方向)に対応するように、他の遮蔽壁50の部分よりも外装カバー70側に突出して形成されている。また、コンベア遮蔽部52には、基板1の搬送経路と交差する位置に基板1を装置本体へへの搬入するための開口部52aが形成されるとともに、コンベア遮蔽部53には、基板1を装置本体外へへの搬出するための開口部53aが形成されている。

20

30

#### 【0049】

また、図1に示すように、外装カバー70(左右のカバー部材71)にも開口部71aが形成されており、シャッター機構部95の一部(シャッター部)が開口部71aの奥側に露出している。したがって、作業員またはオペレータは、操作機器類90を介して所定の操作を行うことにより、左右のシャッター機構部95(図2参照)の開閉動作を確認することが可能とされている。また、運転中に検知スイッチ96によりシャッター機構部95の開放動作が検知されると、X線の照射が停止されるように構成されている。

#### 【0050】

また、X線源30は、図2および図3に示すように、支持梁31に懸架されることにより搬送機構部20の上方(Z1側)に配置された状態で、下方(Z2側)に位置する基板1に対してX線を照射する機能を有している。また、X線源30は、図示しない昇降機構部により上下方向(Z方向)に沿って所定の高さ範囲内を移動することが可能に構成されている。これにより、X線源30を基板1に接近させる場合と遠ざける場合とで、取得されるX線撮像画像の解像度が切り換えられるように構成されている。

40

#### 【0051】

また、X線撮像部40は、図2および図3に示すように、搬送機構部20のX線源30とは反対側の下方(Z2側)に配置されている。また、X線撮像部40は、X線源30から照射されて基板1を透過したX線を検出してX線画像(透過画像)を撮像する機能を有している。なお、X線撮像部40は、基台10の上面10aと搬送機構部20との間に設けられた駆動機構41によって、搬送機構部20の下方の空間を水平面(X-Y平面)内

50

において移動可能であるように構成されている。

【0052】

具体的には、駆動機構41は、図2および図3に示すように、X線撮像部40が固定された台座部42をY方向（図2における紙面に垂直な方向）に沿って水平移動させるための一对のY軸レール43と、台座部42およびY軸レール43を共にX方向（図3における紙面に垂直な方向）に沿って水平移動させるための一对のX軸レール44とを含んでいる。ここで、Y軸レール43は、台座部42とX軸レール44との間（Z方向）に配置された台座部45（図2参照）の上面に敷設されている。この台座部45は、X軸レール44上をX方向にスライド移動することが可能に構成されている。また、図3に示すように、一对のX軸レール44は、各々がX方向に所定の間隔を隔てて略平行に配置された状態でX方向（紙面に垂直な方向）に延びている。また、X軸レール44は、駆動機構41が配置される領域の基台10の上面10a上に固定された台座部49に敷設されている。

10

【0053】

また、駆動機構41は、図2に示すように、X軸レール44のX2側の端部近傍における基台10の上面10a上に設けられたX軸モータ46aおよびX軸モータ46aに接続されるX軸ボールねじ46bと、図3に示すように、台座部45のY1側の端部近傍に設けられたY軸モータ47aおよびY軸モータ47aに接続されるY軸ボールねじ47bとを含んでいる。これにより、X線撮像部40が固定された台座部42は、X軸モータ46aおよびX軸ボールねじ46bによってX軸レール44上をX方向（図2参照）に往復移動されるとともに、Y軸モータ47aおよびY軸ボールねじ47bによってY軸レール43上をY方向（図3参照）に往復移動されるように構成されている。したがって、X線撮像部40は、搬送機構部20よりも下方の領域（高さ位置）において、基台10の上面10a上をX-Y面内において任意の方向（位置）に移動可能に構成されている。

20

【0054】

したがって、X線検査装置100では、図2に示すように、X線源30が所定の照射位置（Z方向）に配置された状態で、基板1（搬送機構部20）およびX線撮像部40がX-Y面内における所定の範囲内で互いに独立して移動される。これにより、搬送機構部20およびX線撮像部40を互いに独立して移動させてX線源30に対する基板1およびX線撮像部40の相対的な位置関係が調整されることにより、基板1に対してZ方向の真上からX線を照射して撮像することのみならず、基板1に対して斜め方向からX線を照射して撮像することも可能に構成されている。

30

【0055】

制御ユニット80a（図2参照）は、バックアップ支持機構部60を有する搬送機構部20、X線源30、X線撮像部40、シャッター機構部95および圧縮空気源80c（図2参照）を含めたX線検査装置100全体の動作を制御する機能を有している。第1実施形態においては、X線撮像時、制御ユニット80aの指令に基づいてコンベア部22に基板1が固定されるとともに、基板1の固定状態に基づいて、エアシリンダ65（図6参照）が制御されて昇降機構部66aおよび66bの昇降部64（図6参照）が上昇されるように構成されている。また、X線撮像の前後では、クランプ部22bに対する可動部22a（図6参照）の下降（開放）状態および昇降部64の下降状態が検出された後に、搬送ベルト22c（図6参照）が駆動されるように構成されている。また、電源ユニット80b（図2参照）は、制御ユニット80aおよび圧縮空気源80cを含めたX線検査装置100全体に電力を供給する機能を有している。

40

【0056】

また、第1実施形態によるX線検査装置100は、搬送ラインによって基板を搬送しながら電子部品の実装回路基板の製造を行う回路基板製造ラインを構成する装置群の一部として使用することが可能である。

【0057】

たとえば、回路基板製造ライン500では、図12に示すように、電子部品実装前の基板1を保持するローダー502から搬送ライン501に基板1が送り出され、印刷機50

50

3による基板1上へのペースト半田印刷工程、表面実装機504による基板1への部品実装工程、および、リフロー炉505により半田を溶融させて部品を基板1上の電極部に接合するリフロー工程が順次行われた後、X線検査装置100に実装済みの基板1が搬送される。実装済みの基板1がコンベア遮蔽部52の開口部52a(図2参照)を介して搬送ライン501aから搬送機構部20(図2参照)に受け渡されると、X線検査装置100では、X線を使用して実装済みの基板1が撮像され、各部品の半田接合状態などが検査される。その後、コンベア遮蔽部53の開口部53a(図2参照)を介して搬送機構部20から搬送ライン501bに基板1が受け渡され、次の光学検査装置506に搬入される。光学検査装置506では、可視光を用いた部品実装状態の外観検査が行われ、これらの検査工程の終了後、基板1が搬送ライン501からアンローダー507に受け渡されて基板1の製造が完了する。

10

**【0058】**

第1実施形態では、上記のように、搬送機構部20は、水平面(X-Y平面)内における基板1のX方向の端部1cよりも外側(X2側)に配置され、基板1がX線撮像部40により撮像される際に、上下方向(Z方向)に昇降して基板1を支持する昇降機構部66a(図6参照)と、基板1のX方向の端部1dよりも外側(X1側)に配置され、基板1がX線撮像部40により撮像される際に上下方向(Z方向)に昇降して基板1を支持する昇降機構部66b(図6参照)とを含む一对のバックアップ支持機構部60を備えている。これにより、昇降機構部66aおよび66bを含むバックアップ支持機構部60が上方方向(Z1方向)に上昇して基板1を補助的に支持した状態でX線撮像を行うことができる。すなわち、バックアップ支持機構部60が基板1を補助的に支持することにより、基板1が自重に起因して水平面に対して下方に撓み変形を起こすことを抑制することができる。X線検査装置100では、この状態で基板1のX線撮像を行うことができるので、検査面(水平面)に沿ったX線撮像画像を正確に取得することができる。特に、基板1に対して斜め方向からX線が照射された場合、基板1が下方に撓むことによる検査面の高さ位置のずれがX線撮像画像の鮮明さに大きく影響するので、基板1が撓みにくくなる分、斜め方向からのX線照射においても、より正確な画像が得られる。

20

**【0059】**

また、第1実施形態では、昇降機構部66aおよび66bは、それぞれ、基板1の端部1cよりも外側(X2側)かつ端部1dよりも外側(X1側)に配置されるので、昇降機構部66aおよび66bが基板1を撮像したX線撮像画像に写り込むことを容易に抑制することができる。

30

**【0060】**

また、第1実施形態では、昇降機構部66aは、ベース部21の辺部21aに設けられるとともに、昇降機構部66bは、辺部21bに設けられている。これにより、バックアップ支持機構部60における昇降機構部66aおよび66bを、それぞれ、搬送機構部20上の基板1の端部1cおよび1dよりもX方向の外側(撮像領域の外側)に容易に配置することができる。したがって、ベース部21に設けられた昇降機構部66aおよび66bを使用して基板1を容易にバックアップ支持することができる。

40

**【0061】**

また、第1実施形態では、基板1がコンベア部22に固定された状態でX線撮像部40により撮像される際に、昇降機構部66aおよび66bを含むバックアップ支持機構部60は、搬送機構部20に対してZ1方向に上昇して基板1を支持するように構成されている。これにより、可動部22aおよびクランプ部22bにより基板1のY方向の端部1aおよび1bがそれぞれ固定されることに加えて、昇降機構部66aおよび66bを含むバックアップ支持機構部60によって基板1を補助的に支持した状態でX線撮像を行うことができる。すなわち、コンベア部22に固定されない基板1のY方向の端部1aおよび1b以外の部分(たとえば、基板1のX方向の端部1cおよび1dや、基板1の中央(中心)部およびその周辺など)が自重に起因して水平面に対して著しく撓み変形を起こすことを効果的に抑制することができる。

50

## 【0062】

また、第1実施形態では、昇降機構部66aおよび66bを含むバックアップ支持機構部60はZ1方向に上昇することにより、基板1のY方向(幅方向)の中央部近傍を支持するように構成されている。これにより、X線撮像の際に、端部1aおよび端部1bが固定された基板1のY方向の中央部近傍がバックアップ支持機構部60によって補助的に支持されるので、基板1の下方への撓み変形を効果的に抑制することができる。

## 【0063】

また、第1実施形態では、搬送機構部20は、Y1側およびY2側の両方のコンベア部22が搬送機構部20のY方向の中央線700を基準としてY方向に沿って互いに同じ間隔で接近するかまたは離間することにより、基板1の端部1aおよび1bに対応した位置で端部1aおよび1bが固定されるように構成されている。そして、昇降機構部66aおよび66bは、搬送機構部20の中央線700上に対応する位置に配置されている。このように、基板1が、Y方向の幅に関係なく常にベース部21の中央線700上にY方向の中央部を配置した状態でコンベア部22に固定される搬送機構部20において、昇降機構部66aおよび66bがベース部21のY方向の中央線700上に対応する位置に配置されているので、基板1のY方向の中央部近傍を確実にバックアップ支持することができる。

10

## 【0064】

また、第1実施形態では、バックアップ支持機構部60は、昇降機構部66a(66b)に装着され、昇降機構部66a(66b)とともにベース部21に対してZ1方向に上昇して基板1の下面1eを支持する支持部材67を含んでいる。これにより、昇降機構部66a(66b)に装着される支持部材67を有効に活用して、多様な形状および大きさを有する基板1を容易にバックアップ支持することができる。

20

## 【0065】

また、第1実施形態では、昇降機構部66aおよび66bの各々に装着された支持部材67は、それぞれ、昇降機構部66aおよび66bとともにZ1方向に上昇して基板1のX方向の端部1c近傍および端部1d近傍を支持するように構成されている。これにより、昇降機構部66aおよび66bにそれぞれ装着される支持部材67を有効に利用して、基板1のX方向の端部1c近傍および端部1d近傍を容易に支持することができる。また、支持部材67により基板1のX方向の端部1c近傍および端部1d近傍が支持されるので、昇降機構部66aおよび66bがX線撮像画像に写り込むことを容易に抑制することができる。また、支持部材67(本体部67a)は、昇降部64に対してネジ部材2により着脱可能に装着されている。これにより、基板1の形状や大きさに合わせて所望形状に形成された本体部67aおよび延長部67bを含む支持部材67を、昇降部64に自由に取り付けることができるので、X線検査装置100を多種多様な形状および大きさを有する基板1に対応させて使用することができる。

30

## 【0066】

また、第1実施形態では、支持部材67は、本体部67aと、基板1のX方向の長さに応じて伸縮可能な延長部67bとを有している。これにより、バックアップ支持機構部60における昇降機構部66aおよび66bと、基板1のX方向の端部1cおよび1dとが各々離間している場合においても、昇降機構部66aおよび66b側から延ばされた支持部材67の延長部67bを使用して基板1のX方向の端部1c近傍および端部1d近傍を確実に支持することができる。

40

## 【0067】

また、第1実施形態では、支持部材67の本体部67aは、昇降機構部66aおよび66bにそれぞれ装着されており、昇降機構部66aおよび66bがZ1方向に上昇することにより、支持部材67の延長部67bに設けられたピン68が、基板1のX方向の端部1c近傍および端部1d近傍を支持するように構成されている。これにより、支持部材67のピン68を使用して基板1のX方向の両側において基板1の端部1c近傍および端部1d近傍を支持することができるので、基板1全体に亘って撓み変形などを抑制すること

50

ができる。

【0068】

また、第1実施形態では、基板1がX線撮像部40により撮像される際に加えて、基板1がコンペア部22に固定された状態で水平面(X-Y平面)内を移動される際に、昇降機構部66aおよび66bを含むバックアップ支持機構部60は上昇して基板1を支持するように構成されている。これにより、X線撮像の有無に関係なく基板1を搬送する最中においても一对のコンペア部22が基板1を固定した状態でバックアップ支持機構部60が上昇して基板1を補助的に支持することができるので、基板1に生ずる撓み変形が抑制された状態を維持することができる。

【0069】

(第2実施形態)

次に、図2、図7および図13~図15を参照して、第2実施形態について説明する。第2実施形態では、X方向に互いに対向する昇降機構部66aおよび66bを繋ぐ1つの支持部材267を装着してバックアップ支持機構部260を構成する例について説明する。なお、図中において、上記第1実施形態と同様の構成には、第1実施形態と同じ符号を付して図示している。なお、支持部材267は、本発明の「第2支持部材」の一例である。

【0070】

本発明の第2実施形態によるX線検査装置200では、図13に示すように、バックアップ支持機構部260は、X2側の昇降部64とX1側の昇降部64とをX方向に繋ぐ1つの支持部材267を含んでいる。より詳細には、図14に示すように、支持部材267は、各々の昇降部64の下側部材62に取付部材69を介してそれぞれ固定される一对の本体部267aと、一对の本体部267aを繋ぐ2本の架橋部材268とを有している。なお、本体部267aには、ネジ部材3(合計4本)を用いて一对の取付部材69が両側(Y方向)から取り付けられている。そして、この状態で、取付部材69が下側部材62の上面にネジ部材2(合計4本)を用いて固定されている。

【0071】

また、図15に示すように、架橋部材268は、左右の本体部267aの上面267bから上方(Z1方向)に略垂直に延びた後、約45度だけ内側(基板1側)に曲げられて所定距離だけ斜めに延び、さらに約45度だけ曲げられて水平方向(X方向)に延びている。また、架橋部材268の水平方向に延びた梁部268aは、昇降部64の上側部材61と略同じ高さ位置(Z方向)に配置されている。

【0072】

これにより、X線検査装置200では、図13に示すように、基板1(外形を破線で示す)の端部1aおよび端部1bが一对のコンペア部22に固定された状態でX線撮像部40(図2参照)により撮像される際に、昇降機構部66aおよび66bが上方向(Z1方向)に上昇することによって、支持部材267および架橋部材268が上昇されて、梁部268aが基板1の下面1eをX方向に沿って支持するように構成されている。なお、2本の架橋部材268は、ベース部21の中央線700(図7参照)に沿ってその近傍における下面1e(図15参照)に下方から線接触して支持するように配置されている。

【0073】

なお、架橋部材268は、X線透過性の良好な材料により形成されている。このような材料としては、所定の剛性を有するカーボン素材などを適用することが有効である。これにより、架橋部材268が基板1の下面1e側においてX方向に横切ったとしても、架橋部材268がX線撮像画像に写り込む場合の影響は軽微となる。また、架橋部材268は、断面が所定の外径を有して棒状に形成された線材に曲げ加工を施して形成されることが好ましい。これにより、架橋部材268と基板1の下面1eとの接触面積を極力小さくした状態で、基板1を支持することが可能である。また、架橋部材268は、本体部267aから上方に延び、約45度だけ内側(基板1側)に曲げられ、さらに約45度だけ曲げられているので、架橋部材268の全体がX線の照射領域に侵入しないように構成されて

10

20

30

40

50



いる。

【0074】

また、X線検査装置200では、制御ユニット80a(図2参照)の指令に基づいて、昇降機構部66aおよび昇降機構部66bは、互いに同期して上下方向(Z方向)に昇降するように構成されている。したがって、図15に示すように、支持部材267が上方に移動される際、架橋部材268の梁部268aは、X方向に沿って水平を保ったまま基板1の下面1eを支持するように構成されている。なお、X線検査装置200のその他の構成については、上記第1実施形態のX線検査装置100と同じである。

【0075】

第2実施形態では、上記のように、バックアップ支持機構部260では、X線透過性の良好な材料を含む架橋部材268(支持部材267)が昇降機構部66aおよび昇降機構部66bを繋ぐように装着されている。そして、昇降機構部66aおよび昇降機構部66bがZ1方向に上昇することにより、架橋部材268が基板1の下面1eをX方向に沿って支持するように構成されている。これにより、昇降機構部66aおよび昇降機構部66bを繋ぐ支持部材267を有効に利用して、基板1をX方向に沿って容易に支持することができる。この際、支持部材267はX線透過性の良好な材料を含んでいるので、支持部材267が基板1の撮像領域をX方向に横切ったとしても、支持部材267がX線撮像画像に写り込んだ場合の影響を軽微に抑えることができる。

10

【0076】

また、第2実施形態では、昇降機構部66aおよび昇降機構部66bは、互いに同期してZ1方向に上昇するように構成されている。これにより、昇降機構部66aおよび66bが昇降する際に、昇降機構部66aおよび昇降機構部66bを繋ぐ支持部材267の高さ位置がX方向に沿って略変化しないので、支持部材267の高さ位置を水平面にほぼ揃えた状態で昇降させることができる。これにより、基板1をX方向に沿って一様に支持することができるので、基板1を水平面内で安定して支持することができる。なお、第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。

20

【0077】

なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

30

【0078】

たとえば、上記第1実施形態では、バックアップ支持機構部60をベース部21の辺部21a(X2側)および辺部21b(X1側)にそれぞれ設けた例について示したが、本発明はこれに限られない。すなわち、バックアップ支持機構部60をベース部21の辺部21a(X2側)または辺部21b(X1側)のいずれか一方にのみ設けてもよい。このように構成しても、1つのバックアップ支持機構部60によって基板1の下面1eを補助的に支持した状態でX線撮像を行うことができる。

【0079】

また、上記第2実施形態では、一对の昇降機構部66aおよび66bをX方向に繋ぐ支持部材267(架橋部材268)を設けてバックアップ支持機構部260を構成した例について示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、昇降機構部66aのみをベース部21の辺部21a(X2側)に設け、かつ、この1つの昇降機構部66aから辺部21b側に向けてX方向に延びる支持部材を装着して基板1の下面1eを片持ち支持するように構成してもよい。このように構成しても、1つのバックアップ支持機構部260を上昇させて基板1を補助的に支持した状態でX線撮像を行うことができる。

40

【0080】

また、上記第1実施形態では、昇降機構部66aおよび66bを、基板1のX方向の端部1cおよび1dよりも外側(X2側およびX1側)に配置した例について示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、昇降機構部66aおよび66bを、基板1のX方向

50

の端部 1 c 近傍および端部 1 d 近傍に配置してもよい。そして、支持部材 6 7 を装着することなく昇降機構部 6 6 a および 6 6 b を用いて基板 1 の下面 1 e を直接的に支持するように構成してもよい。

【0081】

また、上記第 1 実施形態では、昇降機構部 6 6 a および 6 6 b の上昇とともに支持部材 6 7 のピン 6 8 が基板 1 の下面 1 e を支持するように構成した例について示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、昇降機構部に取り付けられた支持部材が、基板 1 の上面に吸着した状態で基板 1 を引き上げて支持するように構成してもよい。このように構成しても、基板 1 の自重に起因した撓み変形を抑制した状態で X 線撮像を行うことができる。また、別な変形例として、昇降機構部に取り付けられた支持部材が、昇降（上昇）移動とともに基板 1 の端部 1 c および端部 1 d を把持して外方向に引張るようにして支持してもよい。この場合、基板 1 のみならず、サイズ（平面積）が非常に大きくかつ厚みが薄いシート状の検査対象物の下方への垂れが抑制される点で、本発明のバックアップ支持機構部を用いることは有用である。

10

【0082】

また、上記第 1 実施形態では、昇降機構部 6 6 a（6 6 b）と支持部材 6 7 とを別部品として構成した例について示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、支持部材と昇降部とが一体的に形成されていてもよい。

【0083】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、支持部材の支持箇所が中央線 7 0 0 上の位置 P である例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、支持部材の支持箇所が、中央線 7 0 0 以外の場所でもよい。

20

【0084】

また、上記第 1 実施形態では、1つの（片側の）支持部材 6 7 に対してピン 6 8 を 2 本設けた例について示したが、本発明はこれに限られない。ピン 6 8 は 1 本でもよいし、3 本以上でもよい。また、上記第 2 実施形態では、架橋部材 2 6 8 を 2 本平行に設けた例について示したが、本発明はこれに限られない。架橋部材 2 6 8 は 1 本でもよいし 3 本以上でもよい。

【0085】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、搬送機構部 2 0（基板 1）の上方に X 線源 3 0 を配置するとともに、搬送機構部 2 0（基板 1）の下方に X 線撮像部 4 0 を配置して X 線検査装置を構成した例について示したが、本発明はこれに限られない。すなわち、基板 1 の下方に X 線源が配置され基板 1 の上方に X 線撮像部が配置されていてもよい。

30

【0086】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、圧縮空気により上下駆動されるエアシリンダ 6 5 を用いて昇降部 6 4 を駆動するように構成した例について示したが、本発明はこれに限られない。エアシリンダ 6 5 以外の、たとえば電動モータ（ステッピングモータ）と、電動モータの回転力を上下方向の往復移動に変換するギア機構とをよって昇降機構部を構成してもよい。

【0087】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、装置本体の前面部側から見て右側（X 1 側）から基板 1 が装置本体内に搬入されるとともに、左側（X 2 側）から基板 1 が外部に搬出されるように構成した例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、装置本体の左側（X 2 側）から基板 1 が装置本体内に搬入されるとともに、右側（X 1 側）から基板 1 が外部に搬出されるように X 線検査装置が構成されていてもよい。

40

【0088】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、回路基板製造ライン 5 0 0 を構成する X 線検査装置 1 0 0 および 2 0 0 に本発明を適用した例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、回路基板製造ライン 5 0 0 の外部に単独で設けられ、単体（オフライン）で使用される X 線検査装置（基板検査装置）に本発明を適用してもよい。

50

## 【 0 0 8 9 】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、基板 1 を検査するための X 線検査装置 1 0 0 および 2 0 0 に本発明を適用した例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、回路基板以外の物品を検査対象物とする X 線検査装置に本発明を適用してもよい。

## 【 0 0 9 0 】

また、上記第 1 および第 2 実施形態では、X 線源 3 0 のみを備えた X 線検査装置 1 0 0 ( 2 0 0 ) を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、可視光線源および可視光線撮像部をさらに備え、基板 1 の X 線検査と可視光による外観検査との両方が行えるような基板検査装置 ( X 線検査装置 ) として構成してもよい。バックアップ支持機構部により基板 1 の撓み変形が抑制されるので、可視光による外観検査時の撮像画像もより鮮明なものが得られる。

10

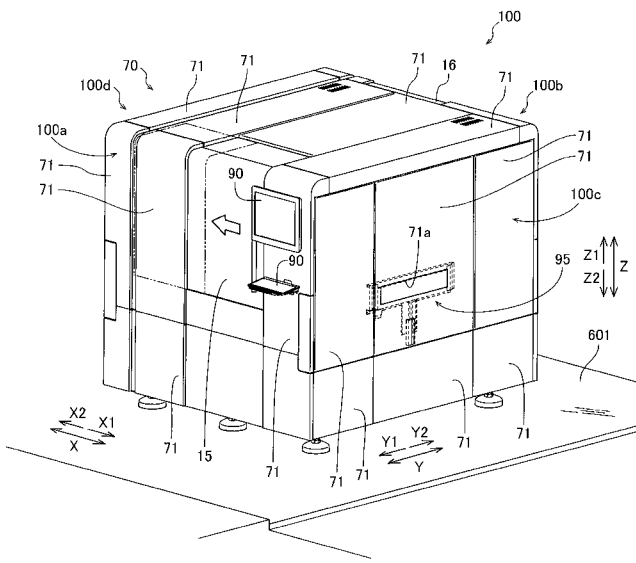
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 9 1 】

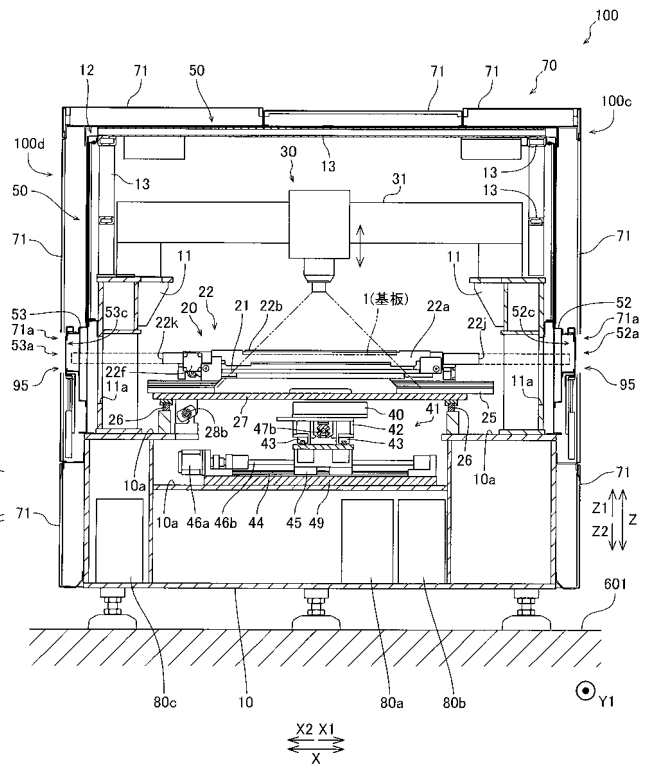
- 1 基板 ( 検査対象物 )
- 1 a 端部 ( 第 2 方向の一方端部 )
- 1 b 端部 ( 第 2 方向の他方端部 )
- 1 c 端部 ( 第 1 方向の端部 )
- 1 d 端部 ( 第 1 方向の端部 )
- 2 0 搬送機構部 ( 搬送部 )
- 2 2 a 可動部 ( 固定部、第 1 固定部、第 2 固定部 )
- 2 2 b クランプ部 ( 固定部、第 1 固定部、第 2 固定部 )
- 3 0 X 線源
- 4 0 X 線撮像部
- 6 0、2 6 0 バックアップ支持機構部
- 6 6 a、6 6 b 昇降機構部
- 6 7 支持部材 ( 第 1 支持部材 )
- 1 0 0、2 0 0 X 線検査装置
- 2 6 7 支持部材 ( 第 2 支持部材 )

20

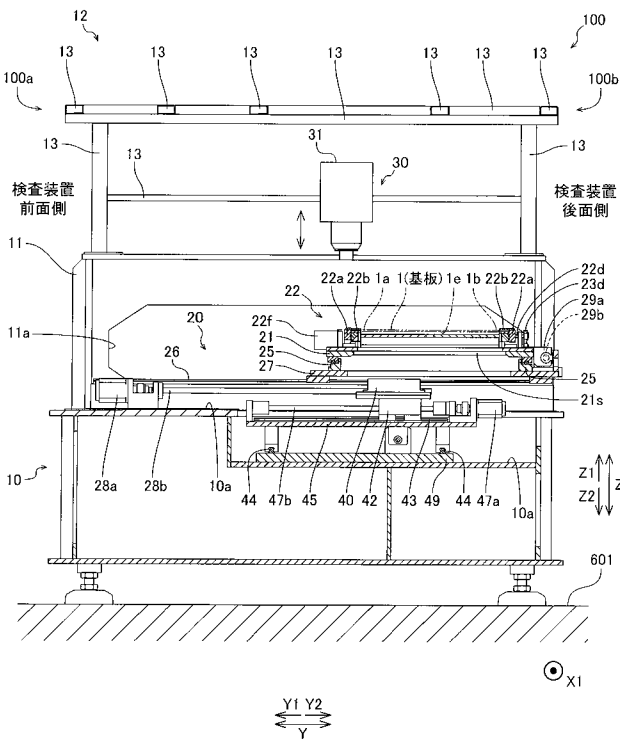
【 図 1 】



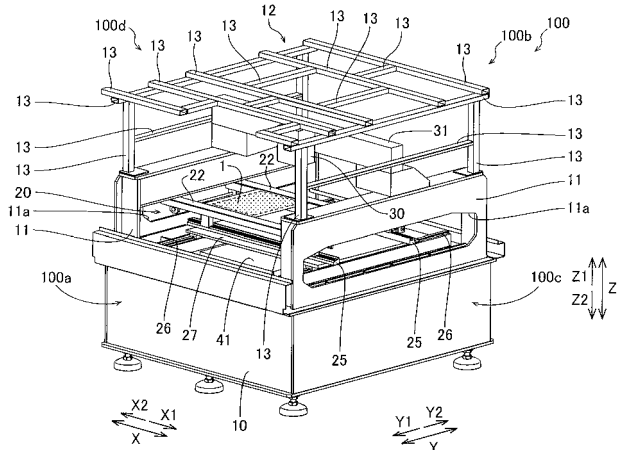
【 図 2 】



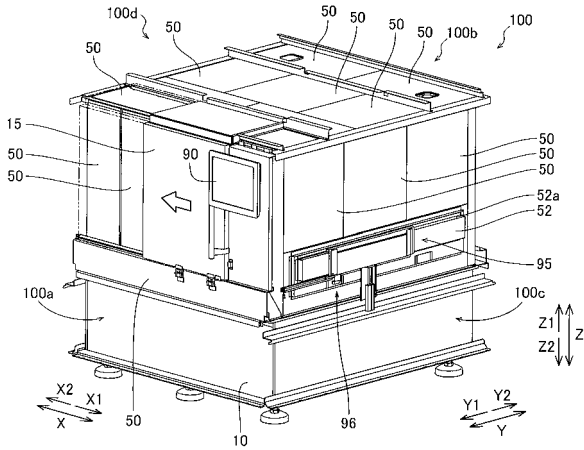
【 図 3 】



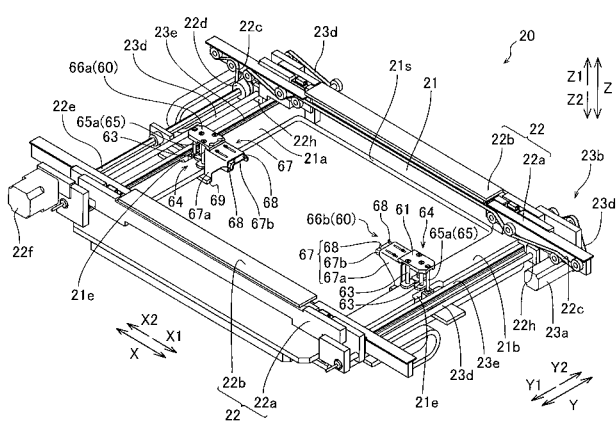
【 図 4 】



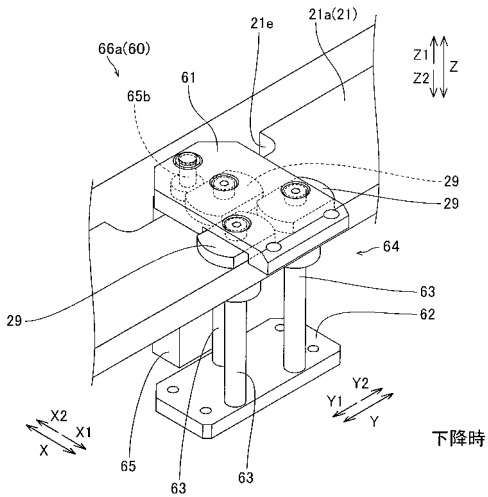
【 図 5 】



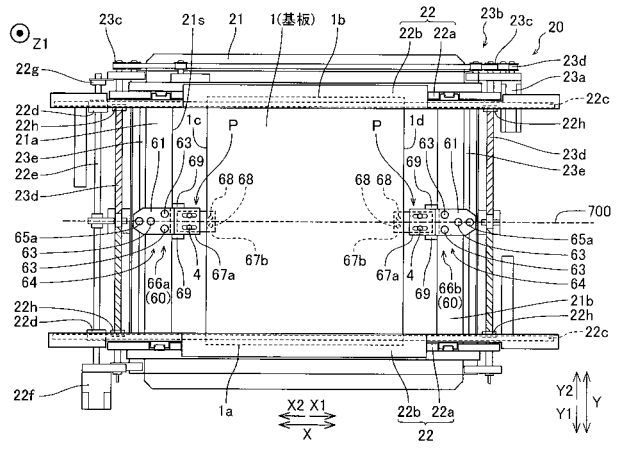
【 図 6 】



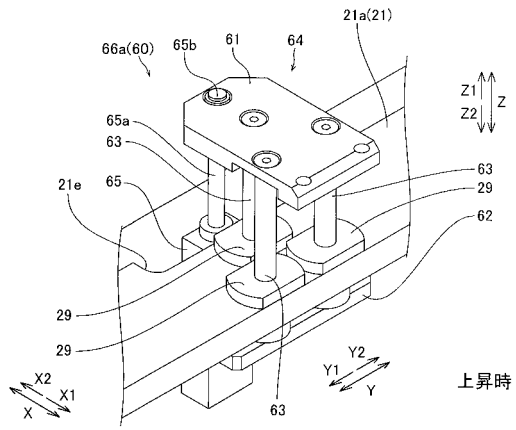
【 図 8 】



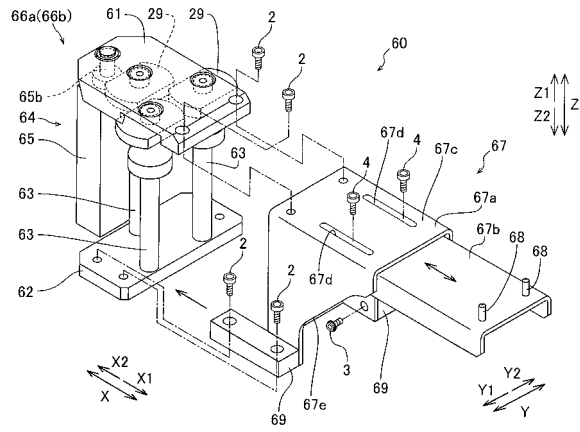
【 図 7 】



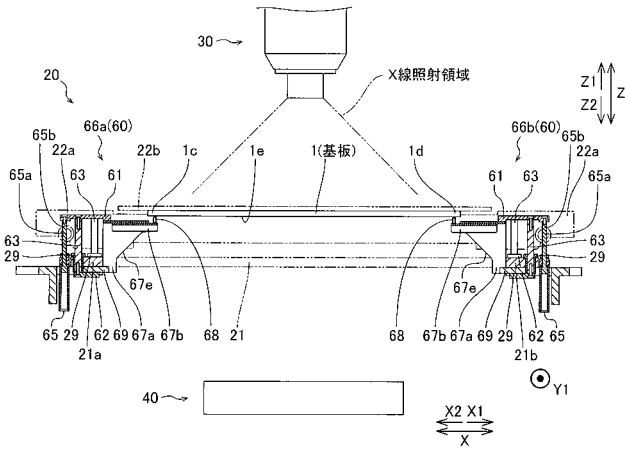
【 図 9 】



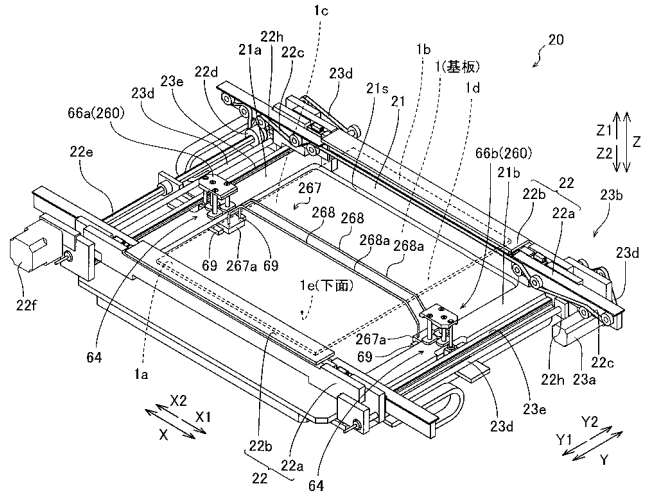
【 図 10 】



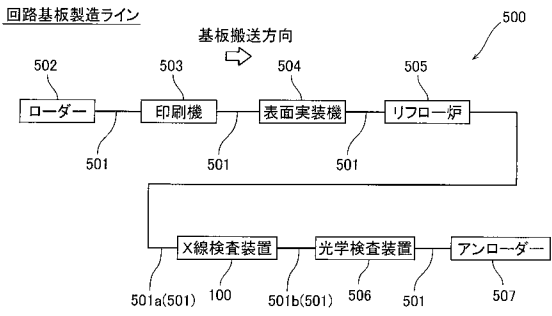
【図 1 1】



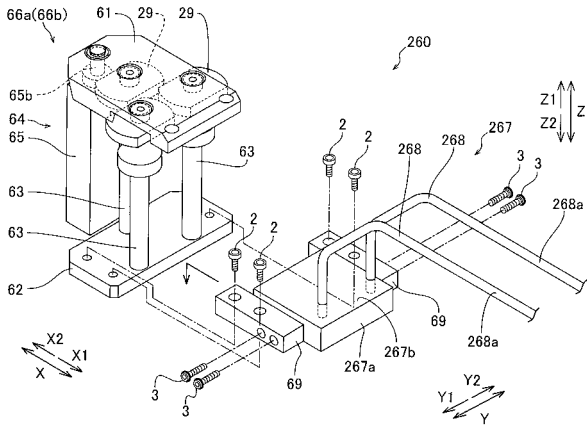
【図 1 3】



【図 1 2】



【図 1 4】



【図 1 5】

