

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6246724号
(P6246724)

(45) 発行日 平成29年12月13日 (2017.12.13)

(24) 登録日 平成29年11月24日 (2017.11.24)

(51) Int.Cl.		F I			
H05G	1/02	(2006.01)	H05G	1/02	C
G01N	23/04	(2006.01)	G01N	23/04	320

請求項の数 19 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2014-538575 (P2014-538575)	(73) 特許権者	000004112
(86) (22) 出願日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)		株式会社ニコン
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/075989		東京都港区港南二丁目15番3号
(87) 国際公開番号	W02014/050931	(73) 特許権者	511054444
(87) 国際公開日	平成26年4月3日 (2014. 4. 3)		ニコン・メトロロジー・エヌヴェ
審査請求日	平成27年3月4日 (2015. 3. 4)		ベルギー・B-3001・ルーヴェン・ゲルテンアークセバーン・329
(31) 優先権主張番号	特願2012-212986 (P2012-212986)	(74) 代理人	100099793
(32) 優先日	平成24年9月26日 (2012. 9. 26)		弁理士 川北 喜十郎
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100154586
(31) 優先権主張番号	特願2013-100141 (P2013-100141)		弁理士 藤田 正広
(32) 優先日	平成25年5月10日 (2013. 5. 10)	(72) 発明者	箱田 文彦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン 知的財産本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線装置、及び構造物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子の衝突又は電子の透過によりX線を発生する、第1、第2端部を有するターゲットと、

前記ターゲットに電子を放出するフィラメントと、

前記フィラメントを内部に有するハウジングと、

前記第1端部と前記第2端部との間にハウジングが配置されるように、前記ハウジングの外側に配置される前記ターゲットの前記第1、第2端部を、前記ハウジングの外側で保持する第1保持部材と、

前記ハウジングを保持する第2保持部材と、を備え、

前記第2保持部材は、前記ハウジングを可動に保持するX線装置。

【請求項2】

前記第1保持部材及び前記第2保持部材を支持する支持部材を備える請求項1に記載のX線装置。

【請求項3】

前記ターゲットからの前記X線が照射される物体を保持するステージ装置と、

前記物体を通過した前記X線の少なくとも一部を検出する検出装置と、を備え、

前記支持部材は、前記ステージ装置及び前記検出装置を支持する請求項2に記載のX線装置。

【請求項4】

10

20

前記ターゲットからの前記X線が照射される物体を保持するステージ装置と、
前記物体を通過した前記X線の少なくとも一部を検出する検出装置と、
前記支持部材を移動する第1駆動装置と、
前記支持部材の移動と同期して、前記検出装置を移動する第2駆動装置と、を備える請
求項2に記載のX線装置。

【請求項5】

前記X線が前記物体に照射される期間の少なくとも一部において、
前記ステージ装置は、前記物体を回転させる請求項3又は4に記載のX線装置。

【請求項6】

前記ターゲットは棒状である、請求項1～5のいずれか一項に記載のX線装置。

10

【請求項7】

前記フィラメントからの電子の伝搬する方向と交差する方向に、前記棒状のターゲット
の長手方向が配置される、請求項6に記載のX線装置。

【請求項8】

前記第1保持部材は、第1端部保持部材と第2端部保持部材とを有し、前記第1端部を
前記第1端部保持部材が保持し、前記第2端部を前記第2端部保持部材が保持する、請求
項1～7のいずれか一項に記載のX線装置。

【請求項9】

構造物の形状に関する設計情報を作成する設計工程と、
前記設計情報に基づいて前記構造物を作成する成形工程と、
作成された前記構造物の形状を請求項1～8のいずれか一項に記載のX線装置を用いて
計測する測定工程と、
前記測定工程で取得した形状情報と前記設計情報とを比較する検査工程と、を含む構造
物の製造方法。

20

【請求項10】

前記検査工程の比較結果に基づいて実行され、前記構造物の再加工を実施するリペア工
程を含む請求項9に記載の構造物の製造方法。

【請求項11】

前記リペア工程は、前記成形工程を再実行する工程である請求項10に記載の構造物の
製造方法。

30

【請求項12】

前記測定工程は、前記構造物の外形の寸法を計測することを含む請求項9～11のいづ
れか一項に記載の構造物の製造方法。

【請求項13】

電子の衝突によりX線を発生し、第1、第2端部を有するターゲットと、
前記ターゲットに電子を放出するフィラメントと、
前記フィラメントを内部に有するハウジングと、
前記フィラメントからの電子を前記ターゲットに導く導電子部材の電子の伝搬方向と平
行に延在し、前記第1端部と前記第2端部との間にハウジングが配置されるように、前記
ハウジングの外側から前記第1、第2端部を保持する第1保持部材と、
前記導電子部材の電子の伝搬方向と直交し、かつ前記ハウジングの外側から、前記第1
保持部材を保持する第2保持部材を備え、
前記第2保持部材と前記ハウジングとは接触するX線装置。

40

【請求項14】

前記第2保持部材は、円環状に形成された接触面を備える請求項13に記載のX線装置
。

【請求項15】

前記第1保持部材と接合し、前記ハウジングを可動に保持する第3保持部材を備える請
求項13又は請求項14に記載のX線装置。

【請求項16】

50

前記第 3 保持部材は、前記ハウジングの重量に応じた加重で前記ハウジングを支持する請求項 1 5 に記載の X 線装置。

【請求項 1 7】

前記ターゲットは棒状である、請求項 1 3 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の X 線装置。

【請求項 1 8】

前記フィラメントからの電子の伝搬する方向と交差する方向に、前記棒状のターゲットの長手方向が配置される、請求項 1 7 に記載の X 線装置。

【請求項 1 9】

前記第 1 保持部材は、第 1 端部保持部材と第 2 端部保持部材とを有し、前記第 1 端部を前記第 1 端部保持部材が保持し、前記第 2 端部を前記第 2 端部保持部材が保持する、請求項 1 3 ～ 1 8 のいずれか一項に記載の X 線装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X 線装置、及び X 線装置を用いた構造物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

物体の内部の情報を非破壊で取得する装置として、例えば下記特許文献に開示されているような、物体に X 線を照射する X 線源を有し、その物体を透過した透過 X 線を検出する検出装置を備える X 線装置が知られている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】 米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 6 8 8 6 9 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

X 線装置において、例えば X 線源と物体との相対位置の変化により、透過 X 線の検出精度が低下する可能性がある。

【0005】

30

本発明の態様は、検出精度の低下を抑制できる X 線装置、及び構造物の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第 1 の態様に従えば、電子の衝突又は電子の透過により X 線を発生する、第 1、第 2 端部を有するターゲットと、前記ターゲットに電子を放出するフィラメントと、前記フィラメントを内部に有するハウジングと、前記第 1 端部と前記第 2 端部との間にハウジングが配置されるように、前記ハウジングの外側に配置される前記ターゲットの前記第 1、第 2 端部を、前記ハウジングの外側で保持する第 1 保持部材と、前記ハウジングを保持する第 2 保持部材を備え、前記第 2 保持部材は、前記ハウジングを可動に保持する X 線

40

【0007】

本発明に関連する関連発明に従えば、電子を放出するフィラメントと、電子の衝突又は電子の透過により X 線を発生するターゲットと、前記フィラメントからの電子を前記ターゲットに導く導電子部材と、前記フィラメントと前記導電子部材と前記ターゲットとを保持するハウジングと、前記ハウジングの第 1 部分を保持する第 1 保持部材と、を備え、前記第 1 部分と前記ターゲットとの第 1 距離は、前記第 1 部分と前記フィラメントとの第 2 距離よりも短い X 線装置が提供される。

【0008】

本発明の第 2 の態様に従えば、構造物の形状に関する設計情報を作成する設計工程と、

50

前記設計情報に基づいて前記構造物を作成する成形工程と、作成された前記構造物の形状を第1の態様のX線装置を用いて計測する測定工程と、前記測定工程で取得した形状情報と前記設計情報とを比較する検査工程と、を含む構造物の製造方法が提供される。

【0009】

本発明の第3の態様に従えば、電子の衝突によりX線を発生し、第1、第2端部を有するターゲットと、前記ターゲットに電子を放出するフィラメントと、前記フィラメントを内部に有するハウジングと、前記フィラメントからの電子を前記ターゲットに導く導電子部材の電子の伝搬方向と平行に延在し、前記第1端部と前記第2端部との間にハウジングが配置されるように、前記ハウジングの外側から前記第1、第2端部を保持する第1保持部材と、前記導電子部材の電子の伝搬方向と直交し、かつ前記ハウジングの外側から、前記第1保持部材を保持する第2保持部材を備え、前記第2保持部材と前記ハウジングとは接触するX線装置が提供される。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明の態様によれば、検出精度の低下を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1実施形態に係るX線装置の一例を示す概略構成図である。

【図2】第1実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図3】第1実施形態に係るX線源の一例を示す断面図である。

20

【図4】第1実施形態に係るX線源の一部を示す図である。

【図5】第1実施形態に係るX線源の一部を示す図である。

【図6】X線装置の課題を説明するための図である。

【図7】第2実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図8】第3実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図9】第4実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図10】第5実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図11】第6実施形態に係るX線装置の一例を示す図である。

【図12】第6実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図13】第7実施形態に係る構造物製造システムの一例を示す図である。

30

【図14】第7実施形態に係る構造物製造システムによる処理の流れを示したフローチャートである。

【図15】第8実施形態に係るX線源の一部を示す図である。

【図16】第8実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図17】第8実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図18】第8実施形態に係るX線源の一例を示す図である。

【図19】第8実施形態に係るX線源の一部を示す図である。

【図20】第8実施形態に係るX線源の一部を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

40

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。なお、以下で説明する各実施形態の要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。また、法令で許容される限りにおいて、各実施形態及び変形例で引用したX線源及び検出装置などに関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

【0013】

以下の説明においては、XYZ直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。X軸とY軸とZ軸とは垂直に交わる。X軸と平行な方向をX軸方向とし、Y軸と平行な方向をY軸方向とし、Z軸と平行な方向をZ軸方向とする。X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θ

50

Z方向とする。なお、本明細書において、ある方向に平行である、又は、ある方向に直交するという場合において、厳密に平行である、又は厳密に直交することには限られず、ほぼ平行である、又はほぼ直交するという意味を含むものとする。

【0014】

＜第1実施形態＞

第1実施形態について説明する。図1は、本実施形態に係るX線装置1の一例を示す概略構成図である。

【0015】

X線装置1は、測定物SにX線を照射して、その測定物Sを透過した透過X線を検出する。X線は、例えば波長1 pm～30 nm程度の電磁波である。X線は、約50 eVの超軟X線、約0.1～2 keVの軟X線、約2～20 keVのX線、及び約20～100 keVの硬X線の少なくとも一つを含む。

10

【0016】

本実施形態において、X線装置1は、測定物SにX線を照射して、その測定物Sを透過した透過X線を検出して、その測定物Sの内部の情報（例えば、内部構造）を非破壊で取得するX線CT検査装置を含む。本実施形態において、測定物Sは、例えば機械部品、電子部品その他の産業用部品を含む。X線CT検査装置は、産業用部品にX線を照射して、その産業用部品を検査する産業用X線CT検査装置を含む。

【0017】

図1において、X線装置1は、X線を射出するX線源2と、X線源2からのX線が照射される測定物Sを保持して移動可能なステージ装置3と、X線源2から射出され、ステージ装置3に保持された測定物Sを通過したX線（透過X線）の少なくとも一部を検出する検出装置4と、X線装置1全体の動作を制御する制御装置5とを備えている。

20

【0018】

また、X線装置1は、X線源2から射出されるX線が進行する内部空間SPを形成するチャンバ部材6を備えている。本実施形態において、X線源2、ステージ装置3、及び検出装置4は、内部空間SPに配置される。

【0019】

チャンバ部材6は、支持面FR上に配置される。支持面FRは、工場等の床面を含む。チャンバ部材6は、複数の脚部6Sに支持される。チャンバ部材6は、脚部6Sを介して、支持面FR上に配置される。脚部6Sにより、チャンバ部材6の下面と、支持面FRとは離れる。すなわち、チャンバ部材6の下面と支持面FRとの間に空間が形成される。なお、チャンバ部材6の下面の少なくとも一部と支持面FRとが接触してもよい。

30

【0020】

本実施形態において、チャンバ部材6は、鉛を含む。チャンバ部材6は、内部空間SPのX線が、チャンバ部材6の外部空間RPに漏出することを抑制する。

【0021】

X線源2は、測定物SにX線を照射する。X線源2は、X線を射出する射出部7を有する。X線源2は、点X線源を形成する。本実施形態において、射出部7は、点X線源を含む。X線源2は、測定物Sに円錐状のX線（所謂、コーンビーム）を照射する。X線源2は、射出するX線の強度を調整可能である。測定物SのX線吸収特性に基づいて、X線源2から射出されるX線の強度が調整されてもよい。なお、X線源2から射出されるX線が広がる形状は、円錐状に限らず、例えば扇状のX線（所謂、ファンビーム）でもよい。なお、X線源2から射出されるX線が、射出される方向（Z軸方向）において一定の線状のX線（所謂、ペンシルビーム）でもよい。

40

【0022】

本実施形態において、X線源2からのX線の少なくとも一部は、内部空間SPにおいてZ軸方向に進行する。射出部7から射出されたX線の少なくとも一部は、内部空間SPにおいて、+Z方向に進行する。

【0023】

50

本実施形態において、X線源2とステージ装置3と検出装置4とは、Z軸方向に配置される。ステージ装置3は、X線源2の+Z側に配置される。検出装置4は、ステージ装置3の+Z側に配置される。

【0024】

本実施形態において、X線装置1は、X線源2、ステージ装置3、及び検出装置4を支持する支持部材8を備えている。支持部材8は、チャンバ部材6の内部空間SPに配置される。支持部材8は、内部空間SPの底面6Tに配置される。支持部材8の位置は、内部空間SPにおいて、実質的に固定される。支持部材8は、X線源2とステージ装置3と検出装置4とを一緒に支持する。

【0025】

支持部材8の熱膨張係数は、チャンバ部材6の熱膨張係数よりも小さい。支持部材8は、少なくともチャンバ部材6よりも熱変形し難い。

【0026】

本実施形態において、支持部材8は、低熱膨張材料によって形成されている。本実施形態において、支持部材8は、例えばインバー（invar）を含む。インバーは、ニッケル約36%程度、鉄約64%程度の合金である。なお、これはあくまでも例示であって、支持部材8に含まれる低膨張材料はインバーには限定されない。

【0027】

本実施形態において、支持部材8は、1つの部材で構成される。なお、支持部材8が、複数の部材の組み合わせでもよい。

【0028】

ステージ装置3は、内部空間SPにおいて移動可能である。ステージ装置3は、内部空間SPのうち、射出部7よりも+Z側の空間で移動可能である。ステージ装置3は、支持部材8上において移動可能である。本実施形態において、ステージ装置3は、X軸、Y軸、Z軸、 θX 、 θY 、及び θZ 方向の6つの方向に移動可能である。ステージ装置3は、駆動システム9の作動により移動可能である。駆動システム9の作動により、ステージ装置3に保持された測定物Sは、X軸、Y軸、Z軸、 θX 、 θY 、及び θZ 方向の6つの方向に移動可能である。駆動システム9は、例えばリニアモータ、ボイスコイルモータなどのローレンツ力により作動するモータを含む。なお、駆動システム9が、 piezo素子を含んでもよい。例えば、駆動システム9は、piezo素子を用いて、X軸、Y軸、Z軸、 θX 、 θY 、及び θZ の少なくとも一つの方向にステージ装置3（測定物S）を移動させてもよい。

【0029】

ステージ装置3の少なくとも一部は、射出部7と対向可能である。ステージ装置3は、保持した測定物Sを、射出部7と対向する位置に配置可能である。ステージ装置3は、射出部7から射出されたX線が通過する経路上に、測定物Sを配置可能である。ステージ装置3は、射出部7から射出されたX線の照射範囲内に、測定物Sを配置可能である。

【0030】

検出装置4は、内部空間SPにおいて、X線源2及びステージ装置3よりも+Z側に配置される。検出装置4の位置は、内部空間SPにおいて、実質的に固定される。なお、検出装置4が移動可能でもよい。ステージ装置3は、内部空間SPのうち、X線源2と検出装置4との間の空間を移動可能である。

【0031】

検出装置4は、測定物Sを透過した透過X線を含むX線源2からのX線が入射する入射面10を有するシンチレータ部11と、シンチレータ部11において発生した光を受光する受光部12とを有する。検出装置4の入射面10は、ステージ装置3に保持された測定物Sと対向可能である。

【0032】

シンチレータ部11は、X線が当たることによって、そのX線とは異なる波長の光を発生させるシンチレーション物質を含む。受光部12は、光電子増倍管を含む。光電子増倍

10

20

30

40

50

管は、光電効果により光エネルギーを電気エネルギーに変換する光電面を含む。受光部 12 は、シンチレータ部 11 において発生した光を増幅し、電気信号に変換して出力する。

【0033】

検出装置 4 は、シンチレータ部 11 を複数有する。シンチレータ部 11 は、XY 平面内において複数配置される。シンチレータ部 11 は、アレイ状に配置される。受光部 12 は、複数のシンチレータ部 11 のそれぞれに接続されるように、複数配置される。なお、検出装置 4 は、入射する X 線を、その X 線とは異なる波長の光に変換せずに、直接電気信号に変換してもよい。

【0034】

図 2 は、本実施形態に係る X 線源 2 を示す側面図である。図 3 は、本実施形態に係る X 線源 2 の一部を示す断面図である。

10

【0035】

図 2 及び図 3 において、X 線源 2 は、電子の衝突又は電子の透過により X 線を発生するターゲット 13 と、ターゲット 13 に電子を導く導電子部材 14 とを備えている。

【0036】

また、X 線源 2 は、導電子部材 14 の少なくとも一部を保持するハウジング 15 と、ターゲット 13 の変位が抑制されるようにターゲット 13 を保持する保持部材 16 とを備えている。

【0037】

また、X 線源 2 は、電子を放出するフィラメント 17 を備えている。導電子部材 14 は、フィラメント 17 からの電子をターゲット 13 に導く。本実施形態において、ハウジング 15 は、フィラメント 17 及び導電子部材 14 を保持する。フィラメント 17 及び導電子部材 14 は、ハウジング 15 の内部空間に収容される。なお、X 線源 2 とは別の装置がフィラメント 17 を有してもよい。

20

【0038】

ハウジング 15 の内部空間は、実質的に真空に保たれている。本実施形態においては、ハウジング 15 の内部空間は、真空装置 2A と接続されている。真空装置 2A は、内部空間の空気を外に排出するためのポンプを含む。また、本実施形態においては、X 線源 2 は、ハウジング 15 の温度を一定に保つための冷却装置 2B を含む。冷却装置 2B により、ターゲット 13 の温度が一定に保たれる。なお、ハウジング 15 の温度を一定に保つための冷却装置とターゲット 13 の温度を一定に保つための冷却装置とは別の装置でもよい。また、冷却装置が、ターゲット 13 の内部に設けられた流路に温度調整された流体（液体もしくは空気）を導入する装置を含んでもよい。すなわち、ターゲット 13 の内部に設けられた流路に温度調整された液体もしくは空気を導入することによってターゲット 13 の温度を一定に保ってもよい。なお、空気に代えて、温度調整された気体を用いてもよい。

30

【0039】

なお、冷却装置は、ターゲット 13 の温度が所定温度を超えないように、そのターゲット 13 の温度調整をしてもよい。ターゲット 13 の温度が所定温度を超えなければ、ターゲット 13 の温度は変動しても構わない。なお、本実施形態においては、X 線源 2 が冷却装置 2B を備えているが、X 線源 2 が冷却装置 2B を備えていなくてもよい。例えば、チャンバ部材 6 が冷却装置を備えてもよい。また、例えば、X 線装置 1 が冷却装置を備えていなくてもよい。X 線装置 1 とは別の装置が冷却装置を備えてもよい。

40

【0040】

フィラメント 17 は、例えばタングステンを含む。フィラメント 17 は、コイル状に巻かれている。フィラメント 17 に電流が流れ、その電流によってフィラメント 17 が加熱されると、フィラメント 17 から電子（熱電子）が放出される。フィラメント 17 の先端は、尖っている。フィラメント 17 の尖った部分から電子が放出される。

【0041】

ターゲット 13 は、例えばタングステンを含み、電子の衝突又は電子の透過により X 線を発生する。本実施形態において、X 線源 2 は、所謂、反射型である。本実施形態におい

50

て、ターゲット13は、電子の衝突により、X線を発生する。

【0042】

例えば、ターゲット13を陽極とし、フィラメント17を陰極として、ターゲット13とフィラメント17との間に電圧が加えられると、フィラメント17から飛び出した熱電子が、ターゲット（陽極）13に向かって加速し、ターゲット13に照射される。これにより、ターゲット13からX線が発生する。本実施形態においては、ターゲット13に照射される熱電子のもつエネルギーのうち約99.9%は熱に変換され、約0.1%がX線に変換される。

【0043】

導電子部材14は、フィラメント17とターゲット13との間において、フィラメント17からの電子の通路の周囲の少なくとも一部に配置される。導電子部材14は、例えば集束レンズ及び対物レンズ等の電子レンズ、若しくは偏光器を含む。また、導電子部材14は、ターゲット13での収差を低減する部材でもよい。導電子部材14は、例えば、光軸上の非点収差を補正するスティグメータでもよい。導電子部材14は、フィラメント17からの電子をターゲット13に導く。導電子部材14は、ターゲット13の一部の領域（X線焦点）に電子を衝突させる。ターゲット13において電子が衝突する領域（部分）が射出部7（点X線源）である。ターゲット13において電子が衝突する領域の寸法（スポットサイズ）は、十分に小さい。これにより、実質的に点X線源が形成される。

【0044】

図4及び図5は、ターゲット13及び保持部材16の近傍を示す図である。本実施形態において、保持部材16の少なくとも一部は、ハウジング15の外側に配置される。ターゲット13の少なくとも一部は、ハウジング15の外側に配置される。本実施形態においては、保持部材16の全部が、ハウジング15の外側に配置される。ターゲット13の全部が、ハウジング15の外側に配置される。

【0045】

なお、保持部材16の一部がハウジング15の内部空間に配置され、保持部材16の一部がハウジング15の外部空間に配置されてもよい。なお、ターゲット13の一部がハウジング15の内部空間に配置され、ターゲット13の一部がハウジング15の外部空間に配置されてもよい。

【0046】

本実施形態において、ターゲット13とハウジング15とは接触するように配置される。保持部材16とハウジング15とは間隙を介して配置される。すなわち、ターゲット13とハウジング15とは接触する。保持部材16とハウジング15とは接触しない。なお、ターゲット13とハウジング15とが接触しなくてもよい。例えば、ターゲット13とハウジング15との間に部材が配置されてもよい。すなわち、ターゲット13と部材とが接触し、ハウジング15と部材とが接触してもよい。

【0047】

なお、保持部材16とハウジング15の少なくとも一部とが接触してもよい。ターゲット13とハウジング15の少なくとも一部とが接触してもよい。

【0048】

本実施形態において、保持部材16は、ハウジング15の外側（外部空間）に配置されるターゲット13の一部を保持する。

【0049】

本実施形態において、ターゲット13は、ロッド状の部材である。保持部材16は、ターゲット13の一端部を保持する第1部材16Aと、ターゲット13の他端部を保持する第2部材16Bとを含む。

【0050】

ハウジング15は、電子が通過可能な通過部153を有する。フィラメント17から発生した電子は、ハウジング15の内部空間を移動した後、通過部153を介して、ハウジング15に接触しているターゲット13に衝突する。ターゲット13のうち、通過部15

10

20

30

40

50

3に囲まれた領域に、ハウジング15の内部空間を移動した電子が衝突する。これにより、ターゲット13からX線が発生する。ハウジング15の内部空間は、実質的に真空である。

【0051】

本実施形態においては、ハウジング15と接触するケーシング18が設けられる。ターゲット13は、ケーシング18の内部に配置される。ケーシング18とハウジング15とが接触することで、ハウジング15の内部空間が実質的に真空に保たれる。ケーシング18は、真空用のパッキンである。ケーシング18は、電子が通過可能な第1通過部18Aを有する。フィラメント17からの電子は、第1通過部18Aを介してターゲット13に衝突する。ケーシング18は、X線が透過可能な第2通過部18Bを有する。ターゲット13において発生したX線は、第2通過部18Bを介してケーシング18の外側に射出される。ターゲット13において発生し、ケーシング18の外側に射出されたX線の少なくとも一部は、ステージ装置3に保持された測定物Sに照射される。

10

【0052】

保持部材16は、ターゲット13の位置が変化しないように、ターゲット13を保持する。保持部材16は、検出装置4とターゲット13との相対位置の変化が抑制されるように、ターゲット13を保持する。本実施形態においては、保持部材16によって、ターゲット13の位置は、内部空間SPにおいて、実質的に固定される。

【0053】

本実施形態において、保持部材16は、支持部材8に支持される。本実施形態において、X線装置1は、X線源2を支持する支持機構19を有する。支持機構19は、支持部材8に支持される。本実施形態において、保持部材16は、支持機構19に支持される。本実施形態において、保持部材16は、支持機構19を介して、支持部材8に支持される。

20

【0054】

X線源2は、ハウジング15を保持する保持部材20を有する。保持部材20は、支持部材8に支持される。本実施形態において、保持部材20は、支持機構19に支持される。本実施形態において、保持部材20は、支持機構19を介して、支持部材8に支持される。

【0055】

本実施形態において、保持部材20は、ハウジング15を可動に保持する。本実施形態において、保持部材20は、フィラメント17とターゲット13とを結ぶ仮想線と実質的に平行な方向（フィラメント17からの電子の通路と実質的に平行な方向）に関して、ハウジング15を可動に保持する。以下の説明において、フィラメント17とターゲット13とを結ぶ仮想線と実質的に平行な方向を適宜、ハウジング15の軸方向、と称する。

30

【0056】

本実施形態において、保持部材20は、スライド機構21を有する。スライド機構21は、保持部材20とハウジング15との間に配置される車輪を含む。スライド機構21によって、ハウジング15の少なくとも一部は、ハウジング15の軸方向に移動可能である。

【0057】

本実施形態において、保持部材20は、スライド機構21を介して、ハウジング15の部分151を保持する。ハウジング15の軸方向に関して、部分151とフィラメント17との距離は、部分151とターゲット13（通過部153）との距離よりも短い。

40

【0058】

また、本実施形態において、保持部材20は、部材22を介して、ハウジング15の部分152を保持する。ハウジング15の軸方向に関して、部分152とフィラメント17との距離は、部分152とターゲット13（通過部153）との距離よりも長い。

【0059】

また、本実施形態において、保持部材20は、保持部材16を支持する。保持部材16は、保持部材20を介して、支持機構19（支持部材8）に支持される。

50

【0060】

支持機構19は、保持部材16及び保持部材20を介して、X線源2を支持する。本実施形態において、支持機構19は、保持部材20（保持部材16）をY軸方向に移動可能なスライド機構23を有する。支持機構19は、Y軸方向に関するハウジング15及びターゲット13の位置を調整可能である。また、支持機構19は、X軸方向、及びZ軸方向に関するハウジング15及びターゲット13の位置を調整可能である。なお、支持機構19は、X軸、Y軸、Z軸、 θX 、 θY 、及び θZ の6つの方向に関するハウジング15及びターゲット13の位置を調整可能でもよい。

【0061】

本実施形態において、保持部材20に対して、保持部材16は可動である。すなわち、ハウジング15（フィラメント17及び導電子部材14）に対して、ターゲット13は可動である。換言すれば、本実施形態においては、ハウジング15（フィラメント17及び導電子部材14）とターゲット13の相対位置は、調整可能である。

【0062】

次に、本実施形態に係るX線源2の保持方法について説明する。

【0063】

フィラメント17及び導電子部材14がハウジング15の内部空間に配置される。ハウジング15は、フィラメント17及び導電子部材14を保持する。

【0064】

ハウジング15が、保持部材20を介して、支持機構19に支持される。また、ターゲット13が、保持部材16を介して、支持機構19に支持される。支持機構19によって、ハウジング15の位置が調整される。また、支持機構19によって、ターゲット13（射出部7、点X線源）の位置が調整される。以下の説明においては、射出部7（点X線源）の位置を適宜、スポット位置、と称する。

【0065】

本実施形態においては、支持機構19によって、検出装置4に対するハウジング15の位置が調整される。また、支持機構19によって、検出装置4に対するターゲット13の位置（スポット位置）が調整される。検出装置4に対する最適なスポット位置（射出部7の位置）は一義的に定められる。最適なスポット位置は、予め定められる。最適なスポット位置は、既知である。以下の説明において、最適なスポット位置を適宜、最適位置、と

【0066】

スポット位置が最適位置に配置されるように、支持機構19によってターゲット13の位置が調整される。また、ターゲット13に対してハウジング15（フィラメント17及び導電子部材14）が最適な位置に配置されるように、支持機構19によってハウジング15の位置が調整される。

【0067】

ターゲット13の変位が抑制されるように、ターゲット13が保持部材16によって保持される。保持部材16は、最適位置に対するスポット位置の変位が抑制されるように、ターゲット13を保持する。保持部材16は、最適位置とスポット位置との距離が小さくなるように、ターゲット13を保持する。保持部材16は、最適位置とスポット位置とが合致するように、ターゲット13を保持する。保持部材16は、最適位置にスポット位置が固定されるように、ターゲット13を保持する。保持部材16は、スポット位置が最適位置に配置された状態から、スポット位置が移動しないように、ターゲット13の移動を規制する。保持部材16は、最適位置とスポット位置との距離が小さくなるように、ターゲット13の移動を規制する。

【0068】

図6は、X線装置1Jの一例を示す図である。X線源2Jにおいて、ターゲット13Jに電子が照射されると、その電子のエネルギーのうち、一部のエネルギーが、X線となり、一部のエネルギーが、熱となる。ターゲット13Jに対する電子の照射により、ターゲ

10

20

30

40

50

ット13Jの温度が上昇する可能性がある。また、ターゲット13Jの周囲の空間の温度が上昇する可能性がある。

【0069】

ターゲット13J等の温度が上昇すると、ハウジング15Jの温度も上昇する可能性がある。その結果、ハウジング15Jが熱変形する可能性がある。

【0070】

ターゲット13Jがハウジング15Jに保持されている場合、ハウジング15Jが熱変形すると、射出部7Jの位置が変動する可能性がある。その結果、図6に示すように、射出部7Jの位置が、検出装置4Jに対する最適位置からずれたり、検出装置4の入射面10Jにおける測定物Sの像（投影画像）が移動したりする可能性がある。例えば、検出装置4Jにおける投影像を撮像する間に、射出部7Jの位置がX軸方向に移動する場合、X軸方向に沿って射出部7Jが拡がることになる。そのため、測定物Sの像がX軸方向に拡がった像になる。この場合、測定物Sの内部を構成する部材の境界部分もしくは外側の境界部分がぼけた像になってしまう可能性がある。その結果、取得される測定物Sの像（投影画像）の質が低下する等、透過X線の検出精度が低下する可能性がある。

10

【0071】

本実施形態においては、保持部材16によって、ターゲット13の変位が抑制されている。保持部材16によって、射出部7の位置（スポット位置）の変動が抑制されている。したがって、測定物Sの像（投影画像）の質の低下が抑制され、測定物Sの測定不良（検出不良）の発生が抑制される。また、透過X線の検出精度の低下が抑制され、X線装置1

20

【0072】

本実施形態においては、ハウジング15とは異なる保持部材16でターゲット13が保持される。本実施形態においては、保持部材16は、ハウジング15の外側に配置されている。ターゲット13は、ハウジング15の外側に配置されている。保持部材16は、ハウジング15の外側で、ターゲット13を保持する。したがって、ハウジング15が熱変形しても、ターゲット13（スポット位置）の変位が抑制される。

【0073】

また、本実施形態においては、スポット位置（射出部7）と保持部材16（第1、第2部材16A、16B）との距離は、スポット位置（射出部7）とハウジング15との距離よりも大きい。換言すれば、保持部材16は、ハウジング15よりも、スポット位置（射出部7）から離れている。したがって、スポット位置（射出部7）が発熱する場合、保持部材16の熱変形は、ハウジング15の熱変形よりも抑制される。

30

【0074】

なお、保持部材16の熱膨張係数は、ハウジング15の熱膨張係数よりも小さくてもよい。すなわち、保持部材16は、少なくともハウジング15よりも熱変形し難い材料で形成されてもよい。なお、保持部材16の熱膨張係数は、ハウジング15の熱膨張係数と実質的に等しくてもよい。なお、保持部材16の熱膨張係数は、ハウジング15の熱膨張係数よりも大きくてもよい。

【0075】

また、本実施形態においては、ハウジング15が保持部材20によって保持される。また、ハウジング15は、保持部材20に可動に保持される。そのため、ハウジング15が熱変形しても、ハウジング15の周囲の部材が変形してしまうことが抑制される。

40

【0076】

また、本実施形態においては、ターゲット13及び検出装置4の両方が、支持部材8に支持されている。そのため、ターゲット13と検出装置4との相対位置の変動（理想的な相対位置に対する変化）が抑制される。したがって、ターゲット13（スポット位置）と検出装置4との相対位置の変動に伴うX線装置1の検出精度（検査精度、測定精度）の低下が抑制される。また、測定物Sの測定不良（検出不良）の発生が抑制される。

【0077】

50

なお、本実施形態においては、ターゲット 13 の少なくとも一部がハウジング 15 の外側（外部空間）に配置されることとした。ターゲット 13 の全部がハウジング 15 の内部空間に配置されてもよい。ハウジング 15 の内部空間に配置されるターゲット 13 とハウジング 15 とが接触しないように、保持部材 16 がターゲット 13 を保持してもよい。

【0078】

なお、本実施形態においては、ターゲット 13、ステージ装置 3、及び検出装置 4 が支持部材 8 に支持されることとした。保持部材 16 は、支持部材 8 に支持されなくてもよい。検出装置 4 を支持する支持部材 8 とは別の支持部材に保持部材 16 が支持されてもよい。ステージ装置 3 を支持する支持部材 8 とは別の支持部材に保持部材 16 が支持されてもよい。ステージ装置 3 を支持する支持部材とは別の支持部材に検出装置 4 が支持されてもよい。

10

【0079】

次に、本実施形態に係る X 線装置 1 の動作の一例について説明する。検出において、ステージ装置 3 に測定物 S が保持される。制御装置 5 は、ステージ装置 3 を制御して、測定物 S を X 線源 2 と検出装置 4 との間に配置する。

【0080】

制御装置 5 は、X 線源 2 から X 線を射出するために、フィラメント 17 に電流を流す。これにより、フィラメント 17 が加熱され、フィラメント 17 から電子（熱電子）が放出される。フィラメント 17 から放出された電子は、フィラメント 17 とターゲット 13 の間に印加された電圧により加速されつつ、ターゲット 13 に照射される。これにより、ターゲット 13 から X 線が発生する。

20

【0081】

X 線源 2 から発生した X 線の少なくとも一部は、測定物 S に照射される。測定物 S に X 線源 2 からの X 線が照射されると、その測定物 S に照射された X 線の少なくとも一部は、測定物 S を透過する。測定物 S を透過した透過 X 線は、検出装置 4 の入射面 10 に入射する。検出装置 4 は、測定物 S を透過した透過 X 線を検出する。検出装置 4 は、測定物 S を透過した透過 X 線に基づいて得られた測定物 S の像を検出する。検出装置 4 の検出結果は、制御装置 5 に出力される。

【0082】

本実施形態において、制御装置 5 は、測定物 S における X 線源 2 からの X 線の照射領域を変えるために、測定物 S の位置を変えながら、その測定物 S に X 線源 2 からの X 線を照射する。すなわち、制御装置 5 は、複数の測定物 S の位置ごとで、測定物 S に X 線源 2 からの X 線を照射し、その測定物 S を透過した透過 X 線を、検出装置 4 で検出する。

30

【0083】

本実施形態において、制御装置 5 は、測定物 S を保持したステージ装置 3（ステージ装置 3 のうち、測定物 S を保持する保持部）を回転して、X 線源 2 に対する測定物 S の位置を変えることによって、測定物 S における X 線源 2 からの X 線の照射領域を変える。

【0084】

すなわち、本実施形態において、X 線が測定物 S に照射される期間の少なくとも一部において、ステージ装置 3 は、測定物 S を θ Y 方向に移動（回転）させる。制御装置 5 は、測定物 S を保持したステージ装置 3（ステージ装置 3 のうち、測定物 S を保持する保持部）を回転させながら、その測定物 S に X 線を照射する。ステージ装置 3 の各位置（各回転角度）において測定物 S を通過した透過 X 線（X 線透過データ）は、検出装置 4 に検出される。検出装置 4 は、各位置における測定物 S の像を取得する。

40

【0085】

制御装置 5 は、検出装置 4 の検出結果から、測定物 S の内部構造を算出する。本実施形態において、制御装置 5 は、測定物 S の各位置（各回転角度）のそれぞれにおいて測定物 S を通過した透過 X 線（X 線透過データ）に基づく測定物 S の像を取得する。すなわち、制御装置 5 は、測定物 S の像を複数取得する。

【0086】

50

制御装置 5 は、測定物 S を回転させつつその測定物 S に X 線を照射することにより得られた複数の X 線透過データ（像）に基づいて演算を行って、測定物 S の断層画像を再構成して、測定物 S の内部構造の三次元データ（三次元構造）を取得する。これにより、測定物 S の内部構造が算出される。測定物の断層画像の再構成方法としては、例えば、逆投影法、フィルタ補正逆投影法、及び逐次近似法が挙げられる。逆投影法及びフィルタ補正逆投影法に関しては、例えば、米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 5 4 7 2 8 号に記載されている。また、逐次近似法に関しては、例えば、米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 2 0 9 0 8 号に記載されている。

【0087】

以上説明したように、本実施形態によれば、ターゲット 13 の変位が抑制されるように、保持部材 16 でターゲット 13 を保持するようにしたので、ターゲット 13（射出部 7、スポット位置）と検出装置 4 との相対位置の変動が抑制される。したがって、X 線源 2 と検出装置 4 との相対位置の変動に伴う X 線装置 1 の検出精度（検査精度、測定精度）の低下を抑制できる。例えば、X 線装置 1 は、測定物 S の内部構造に関する情報を正確に取得することができる。

【0088】

<第 2 実施形態>

第 2 実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0089】

図 7 は、第 2 実施形態に係る X 線装置 1 B の一例を示す図である。X 線源 2 B' は、ターゲット 13 を保持する保持部材 16 B' と、ハウジング 15 を保持する保持部材 20 B とを有する。保持部材 16 B' は、支持部材 8 に支持される。

【0090】

保持部材 16 B' 及びターゲット 13 は、ハウジング 15 の外側に配置される。なお、保持部材 16 B' の少なくとも一部が、ハウジング 15 の内部空間に配置されてもよい。ターゲット 13 の少なくとも一部が、ハウジング 15 の内部空間に配置されてもよい。

【0091】

保持部材 20 B は、支持部材 24 に支持される。支持部材 24 は、支持部材 8 とは異なる部材である。支持部材 24 は、ハウジング 15 よりも上方（+Y 方向）に配置される。支持部材 8 は、ハウジング 15 よりも下方（-Y 方向）に配置される。支持部材 24 は、チャンパ部材 6 の一部でもよい。支持部材 24 の下面（支持面）は、内部空間 S P の天井面 6 U でもよい。

【0092】

本実施形態において、ハウジング 15 は、保持部材 20 B によって、支持部材 24 から吊り下げられる。そのため、ハウジング 15 が熱変形しても、ハウジング 15 の周囲の部材が変形してしまうことが抑制される。

【0093】

<第 3 実施形態>

第 3 実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0094】

図 8 は、本実施形態に係る X 線源 2 C の一例を示す図である。図 8 において、X 線源 2 C は、電子を放出するフィラメント 17 と、電子の衝突又は電子の透過により X 線を発生するターゲット 13 と、フィラメント 17 からの電子をターゲット 13 に導く導電子部材 14 と、フィラメント 17 と導電子部材 14 とターゲット 13 とを保持するハウジング 15 C とを備えている。

【0095】

また、X 線源 2 C は、ハウジング 15 C の部分 154 を保持する保持部材 25 を備えている。部分 154 は、ハウジング 15 C の外面の一部である。保持部材 25 は、ハウジン

10

20

30

40

50

グ１５Ｃの外面の少なくとも一部に接触するように配置される。

【００９６】

本実施形態において、部分１５４とターゲット１３との距離Ｌ１は、部分１５４とフィラメント１７との距離Ｌ２よりも短い。なお、本実施形態において、部分１５４とターゲット１３との距離Ｌ１は、部分１５４とターゲット１３上の電子線が照射される位置との距離である。なお、本実施形態においては、ロット状のターゲット１３を用いているため、距離Ｌ１は、部分１５４と、ターゲット１３において電子線が照射される方向に沿ったターゲット１３の中心との距離でもよい。

【００９７】

本実施形態において、部分１５４と導電子部材１４との距離Ｌ３は、部分１５４とフィラメント１７との距離Ｌ２よりも短い。

10

【００９８】

本実施形態においては、導電子部材１４とターゲット１３との間に、部分１５４が配置される。部分１５４は、ハウジング１５Ｃの軸方向に関して、導電子部材１４とターゲット１３との間に配置される。

【００９９】

本実施形態において、導電子部材１４は、ハウジング１５Ｃの軸方向に関して複数配置される。距離Ｌ３は、部分１５４と、複数の導電子部材１４のうちターゲット１３に最も近い導電子部材１４との距離である。なお、本実施形態においては、ターゲット１３に最も近い導電子部材１４は、電磁レンズである。その場合、距離Ｌ３は、部分１５４と、電磁レンズの主面との距離である。本実施形態において、電磁レンズの主面とは、電子線の光軸に平行な光線の高さを変化させながら電磁レンズに入射する場合に、入射前及び射出後の光線をそれぞれ延長した２直線を考え、２直線の交点が描く軌跡である。主点とは主面と電子レンズの光軸とが直交する点である。

20

【０１００】

なお、本実施形態においては、ターゲット１３に最も近い導電子部材１４が電磁レンズであることとしたが、偏光器、スティグメータでもよい。スティグメータが２組の４極子である場合、その２組の中心位置とターゲット１３との距離を距離Ｌ３としてもよい。

【０１０１】

本実施形態においては、複数の導電子部材１４のうちターゲット１３に最も近い導電子部材１４とターゲット１３との間に部分１５４が配置される。

30

【０１０２】

なお、ターゲット１３の周囲に部分１５４が配置されてもよい。導電子部材１４の周囲に部分１５４が配置されてもよい。

【０１０３】

なお、導電子部材１４は、複数配置されなくてもよい。導電子部材１４は、１つでもよい。

【０１０４】

また、Ｘ線源２Ｃは、ハウジング１５Ｃの部分１５５を保持する保持部材２６を備えている。部分１５５は、ハウジング１５Ｃの外面の一部である。部分１５５は、部分１５４よりもフィラメント１７に近い。

40

【０１０５】

保持部材２６は、ハウジング１５Ｃを可動に保持する。保持部材２６は、スライド機構２７を有する。スライド機構２７は、保持部材２６とハウジング１５Ｃとの間に配置される車輪を含む。スライド機構２７によって、ハウジング１５Ｃの少なくとも一部は、ハウジング１５Ｃの軸方向に移動可能である。

【０１０６】

本実施形態において、保持部材２６は、スライド機構２７を介して、ハウジング１５Ｃの部分１５５を保持する。

【０１０７】

50

本実施形態において、保持部材 2 6 は、保持部材 2 5 を支持する。保持部材 2 5 及び保持部材 2 6 は、支持部材 8 に支持される。X 線装置 1 C は、保持部材 2 6 を移動可能に支持する支持機構 1 9 を有する。保持部材 2 5 は、保持部材 2 6 を介して、支持機構 1 9（支持部材 8）に支持される。支持機構 1 9 は、支持部材 8 上に配置される。支持部材 8 は、支持機構 1 9、ステージ装置 3、及び検出装置 4 を支持する。保持部材 2 5 及び保持部材 2 6 は、支持機構 1 9 を介して、支持部材 8 に支持される。

【0108】

保持部材 2 5 は、ターゲット 1 3 の変位が抑制されるように、部分 1 5 4 を保持する。保持部材 2 5 は、検出装置 4 とターゲット 1 3 との相対位置の変化が抑制されるように、部分 1 5 4 を保持する。保持部材 2 5 は、最適位置に対するスポット位置の変位が抑制されるように、部分 1 5 4 を保持する。保持部材 2 5 は、最適位置とスポット位置との距離が小さくなるように、部分 1 5 4 を保持する。保持部材 2 5 は、最適位置とスポット位置とが合致するように、部分 1 5 4 を保持する。保持部材 2 5 は、最適位置にスポット位置が固定されるように、部分 1 5 4 を保持する。保持部材 2 5 は、スポット位置が最適位置に配置された状態から、スポット位置が移動しないように、ターゲット 1 3（部分 1 5 4）の移動を規制する。保持部材 2 5 は、最適位置とスポット位置との距離が小さくなるように、ターゲット 1 3（部分 1 5 4）の移動を規制する。

10

【0109】

X 線源 2 C は、所謂、反射型である。ターゲット 1 3 は、電子の衝突により X 線を発生する。ターゲット 1 3 から発生した X 線は、ステージ装置 3 に保持されている測定物 S に照射される。X 線が測定物 S に照射される期間の少なくとも一部において、ステージ装置 3 は、測定物 S を回転させてもよい。測定物 S を通過する X 線の少なくとも一部は、検出装置 4 で検出される。

20

【0110】

以上説明したように、本実施形態においても、ターゲット 1 3 の変位が抑制される。X 線装置 1 の検出精度（検査精度、測定精度）の低下を抑制できる。例えば、X 線装置 1 は、測定物 S の内部構造に関する情報を正確に取得することができる。

【0111】

<第 4 実施形態>

第 4 実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

30

【0112】

図 9 は、本実施形態に係る X 線源 2 D の一例を示す図である。X 線源 2 D は、ターゲット 1 3 D と、ターゲット 1 3 D に電子を導く導電子部材 1 4 D と、導電子部材 1 4 D の少なくとも一部を保持するハウジング 1 5 D とを備えている。

【0113】

本実施形態において、X 線源 2 D は、所謂、透過型である。本実施形態において、ターゲット 1 3 D は、電子の透過により、X 線を発生する。

【0114】

X 線源 2 D は、ターゲット 1 3 D を保持する保持部材 2 9 を有する。保持部材 2 9 は、ターゲット 1 3 D の変位が抑制されるように、ターゲット 1 3 D を保持する。保持部材 2 9 は、ハウジング 1 5 D とは別の部材である。保持部材 2 9 は、ハウジング 1 5 D の外側に配置される。ターゲット 1 3 D は、ハウジング 1 5 D の外側に配置される。保持部材 2 9 は、ハウジング 1 5 D の外側で、ターゲット 1 3 D を保持する。

40

【0115】

保持部材 2 9 は、ハウジング 1 5 D と接触しないように配置される。保持部材 2 9 は、ハウジング 1 5 D とターゲット 1 3 D とが接触しないように、ターゲット 1 3 D を保持する。

【0116】

なお、ターゲット 1 3 D の少なくとも一部がハウジング 1 5 D の内部空間に配置されて

50

もよい。なお、保持部材 29 の少なくとも一部がハウジング 15D の内部空間に配置されてもよい。なお、保持部材 29 とハウジング 15D の少なくとも一部とが接触してもよい。なお、ターゲット 13D とハウジング 15D の少なくとも一部とが接触してもよい。

【0117】

保持部材 29 は、ステージ装置 3 及び検出装置 4 を支持する支持部材 8 に支持されてもよい。保持部材 29 は、ステージ装置 3 及び検出装置 4 を支持する支持部材 8 とは別の支持部材に支持されてもよい。

【0118】

なお、本実施形態において、ハウジング 15D を保持する保持部材が配置されてもよい。その保持部材は、ハウジング 15D を可動に保持してもよい。

10

【0119】

<第 5 実施形態>

第 5 実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0120】

図 10 は、本実施形態に係る X 線源 2E の一例を示す図である。X 線源 2E は、電子を放出するフィラメントと、ターゲット 13E と、ターゲット 13E に電子を導く導電子部材 14E と、フィラメントと導電子部材 14E とターゲット 13E とを保持するハウジング 15E とを備えている。

【0121】

20

なお、図 10 においてはフィラメントが図示されていない。上述の各実施形態と同様、フィラメントは、導電子部材 14E よりもターゲット 13E から離れた位置に配置される。フィラメントとターゲット 13E との間に導電子部材 14E が配置される。

【0122】

本実施形態において、X 線源 2E は、所謂、透過型である。本実施形態において、ターゲット 13E は、電子の透過により、X 線を発生する。

【0123】

X 線源 2E は、ハウジング 15E の部分 157 を保持する保持部材 30 を有する。部分 157 とターゲット 13E との距離は、部分 157 とフィラメントとの距離よりも短い。また、部分 157 と導電子部材 14E との距離は、部分 157 とフィラメントとの距離よりも短い。

30

【0124】

部分 157 は、導電子部材 14E とターゲット 13E との間に配置されてもよい。部分 157 は、ターゲット 13E の周囲に配置されてもよい。部分 157 は、導電子部材 14E の周囲に配置されてもよい。導電子部材 14E が複数配置される場合、部分 157 は、複数の導電子部材 14E のうちターゲット 13E に最も近い導電子部材 14E の周囲に配置されてもよい。

【0125】

保持部材 30 は、ステージ装置 3 及び検出装置 4 を支持する支持部材 8 に支持されてもよい。保持部材 30 は、ステージ装置 3 及び検出装置 4 を支持する支持部材 8 とは別の支持部材に支持されてもよい。

40

【0126】

保持部材 30 は、ターゲット 13E の変位が抑制されるように、部分 157 を保持する。保持部材 30 は、検出装置 4 とターゲット 13E との相対位置の変化が抑制されるように、部分 157 を保持する。保持部材 30 は、最適位置に対するスポット位置の変位が抑制されるように、部分 157 を保持する。保持部材 30 は、最適位置とスポット位置との距離が小さくなるように、部分 157 を保持する。保持部材 30 は、最適位置とスポット位置とが合致するように、部分 157 を保持する。保持部材 30 は、最適位置にスポット位置が固定されるように、部分 157 を保持する。保持部材 30 は、スポット位置が最適位置に配置された状態から、スポット位置が移動しないように、ターゲット 13E (部分

50

157)の移動を規制する。保持部材30は、最適位置とスポット位置との距離が小さくなるように、ターゲット13E(部分157)の移動を規制する。

【0127】

なお、本実施形態において、部分157よりもフィラメントに近いハウジング15Eの一部を保持する保持部材が配置されてもよい。その保持部材は、ハウジング15Eを可動に保持してもよい。

【0128】

<第6実施形態>

第6実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

10

【0129】

図11は、本実施形態に係るX線装置1Fの一例を示す図である。本実施形態において、X線装置1Fは、ターゲット13Fを含むX線源2Fと、ターゲット13FからのX線が照射される測定物Spをステージ装置3Fと、測定物Spを通過したX線(透過X線)の少なくとも一部を検出する検出装置4Fとを備えている。

【0130】

本実施形態において、X線源2Fは、所謂、反射型である。本実施形態において、ターゲット13Fは、電子の衝突により、X線を発生する。

【0131】

X線源2Fは、ターゲット13Fを保持する保持部材31を備えている。保持部材31は、ターゲット13Fの変位が抑制されるように、ターゲット13Fを保持する。保持部材31は、ハウジング15Fとは別の部材である。ハウジング15Fは、フィラメント及び導電子部材を保持する。ターゲット13Fの少なくとも一部は、ハウジング15Fの外側に配置される。保持部材31の少なくとも一部は、ハウジング15Fの外側に配置される。なお、保持部材31がハウジング15Fの内側に配置されてもよい。ターゲット13Fがハウジング15Fの内側に配置されてもよい。保持部材31とハウジング15Fとは、接触してもよいし接触しなくてもよい。ターゲット13Fとハウジング15Fとは、接触してもよいし接触しなくてもよい。

20

【0132】

また、X線源2Fは、ハウジング15Fを保持する保持部材32を有する。

30

【0133】

X線装置1Fは、保持部材31及び保持部材32を支持する支持部材8Fを備える。また、X線装置1Fは、支持部材8Fを移動する駆動装置33を有する。支持部材8Fが移動することによって、ハウジング15F(フィラメント、導電子部材)、ターゲット13F、保持部材31、及び保持部材32が、支持部材8Fと一緒に移動する。

【0134】

保持部材31は、支持部材8Fに対するターゲット13Fの変位が抑制されるように、ターゲット13Fを保持する。

【0135】

本実施形態において、ステージ装置3Fの位置は、実質的に固定される。X線源2F(ターゲット13F)からのX線が測定物Spに照射される期間において、測定物Spは、移動しない。X線が測定物Spに照射される期間において、測定物Spの位置は、実質的に固定される。

40

【0136】

X線装置1Fは、支持部材8Fの移動と同期して、検出装置4Fを移動する駆動装置34を有する。

【0137】

X線源2Fは、ステージ装置3Fの一侧(−Z側)に配置される。検出装置4Fは、ステージ装置3Fの他側(+Z側)に配置される。X線源2Fは、ステージ装置3Fの一侧の空間において移動する。検出装置4Fは、ステージ装置3Fの他側の空間において移動

50

する。

【0138】

ステージ装置3Fは、測定物Spを保持する保持面35を有する。本実施形態において、保持面35は、XY平面と実質的に平行である。保持面35は、+Z方向を向く。ステージ装置3Fは、保持面35の反対方向（-Z方向）を向く面36を有する。

【0139】

X線は、ステージ装置3Fを通過（透過）可能である。X線源2F（ターゲット13F）からのX線の少なくとも一部は、面36に入射し、ステージ装置3Fを透過した後、保持面35から射出される。保持面35から射出されるX線の少なくとも一部が、保持面35に保持されている測定物Spに照射される。測定物Spを通過したX線の少なくとも一部は、検出装置4Fに入射する。

10

【0140】

本実施形態において、駆動装置33は、仮想線Jの周囲をX線源2Fが移動するように、そのX線源2F（支持部材8F）を移動する。仮想線Jは、保持面35と交わり、測定物Spを通る線である。仮想線Jは、Z軸と実質的に平行である。

【0141】

X線源2F（ターゲット13F）からのX線は、仮想線Jに対して傾斜する方向に進行する。ターゲット13FからのX線は、保持面35に対して斜め方向から保持面35に入射する。

【0142】

駆動装置34は、仮想線Jの周囲を検出装置4Fが移動するように、その検出装置4Fを移動する。駆動装置34は、X線源2F（ターゲット13F）から射出され、測定物Spを通過したX線の少なくとも一部が検出装置4Fに入射するように、検出装置4Fの位置を調整しながら、その検出装置4Fを移動する。制御装置5は、駆動装置33及び駆動装置34を制御して、X線源2F（ターゲット13F、支持部材8F）の移動と同期して、検出装置4Fを移動させる。

20

【0143】

保持部材31は、検出装置4Fとターゲット13Fとの相対位置の変化が抑制されるように、ターゲット13Fを保持する。また、制御装置5は、検出装置4Fとターゲット13Fとの相対位置の変化が抑制されるように、駆動装置33及び駆動装置34を制御して、支持部材8F及び検出装置4Fを移動する。

30

【0144】

以上説明したように、本実施形態においては、保持部材31によって、支持部材8Fに対するターゲット13Fの変位が抑制される。保持部材31によって、支持部材8Fとターゲット13Fとの相対位置の変化が抑制される。また、保持部材31によって、検出装置4Fとターゲット13Fとの相対位置の変化が抑制される。これにより、X線装置1Fの検出精度（検査精度、測定精度）の低下が抑制される。

【0145】

なお、本実施形態において、X線源2Gが、所謂、反射型でもよい。

【0146】

なお、本実施形態において、駆動装置33によって移動される支持部材8F上に、図12に示すようなX線源2Gが配置されてもよい。X線源2Gは、フィラメントと導電子部材とターゲット13Gとを保持するハウジング15Gと、ハウジング15Gの部分158を保持する保持部材37とを有する。保持部材37は、支持部材8Fに支持される。また、X線源2Gは、ハウジング15Gを保持する保持部材38を有する。保持部材38は、支持部材8Fに支持される。

40

【0147】

本実施形態において、X線源2Fは、所謂、反射型である。なお、X線源2Fは、所謂、透過型でもよい。

【0148】

50

部分１５８とターゲット１３Ｇとの距離は、部分１５８とフィラメントとの距離よりも短い。部分１５８と導電子部材との距離は、部分１５８とフィラメントとの距離よりも短い。

【０１４９】

部分１５８は、ターゲット１３Ｇと導電子部材との間に配置されてもよい。部分１５８は、ターゲット１３Ｇの周囲に配置されてもよい。部分１５８は、導電子部材の周囲に配置されてもよい。

【０１５０】

保持部材３７は、支持部材８Ｆとターゲット１３Ｇとの相対位置の変化が抑制されるように、ハウジング１５Ｇを保持する。また、保持部材３７は、検出装置４Ｆとターゲット１３Ｇとの相対位置の変化が抑制されるように、ハウジング１５Ｇを保持する。

10

【０１５１】

<第７実施形態>

次に、第７実施形態について説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【０１５２】

本実施形態においては、上述したＸ線装置１などのＸ線装置を備えた構造物製造システムについて説明する。

【０１５３】

図１３は、本実施形態に係る構造物製造システム２００の一例を示すブロック構成図である。構造物製造システム２００は、上述の各実施形態で説明したＸ線装置（検査装置）１と、設計装置１１０と、成形装置１２０と、制御システム１３０と、リペア装置１４０とを備える。本実施形態において、Ｘ線装置１は、構造物の形状に関する座標を測定する形状測定装置として機能する。制御システム１３０は、座標記憶部１３１及び検査部１３２を有する。

20

【０１５４】

本実施形態においては、構造物製造システム２００は、自動車のドア部分、エンジン部品、ギア部品、及び回路基板を備える電子部品等の成形品を作成する。

【０１５５】

本実施形態においては、構造物製造システム２００において、構造物の形状に関する設計情報が作成される設計工程と、設計情報に基づいて構造物が作成される成形工程と、作成された構造物の形状がＸ線装置により計測される測定工程と、測定工程で取得された形状情報と設計情報とが比較される検査工程とが行われる。

30

【０１５６】

また、本実施形態においては、構造物製造システム２００において、検査工程の比較結果に基づいて、構造物の再加工が実施されるリペア工程が行われる。

【０１５７】

設計工程において、設計装置１１０は、構造物の形状に関する設計情報を作成する。設計装置１１０は、作成した設計情報を、成形装置１２０に送信する。設計情報は、成形装置１２０に入力される。また、設計装置１１０は、作成した設計情報を、制御システム１３０に送信する。設計情報は、制御システム１３０の座標記憶部１３１に記憶される。

40

【０１５８】

設計情報とは、構造物の各位置の座標を示す情報である。

【０１５９】

成形工程において、成形装置１２０は、構造物を作成する。成形装置１２０は、設計装置１１０からの設計情報に基づいて、構造物を作成する。成形工程において、鋳造、鍛造、及び切削の少なくとも一つが行われてもよい。

【０１６０】

測定工程において、Ｘ線装置１は、作成された構造物の形状を測定する。Ｘ線装置１は、測定した座標を示す情報を制御システム１３０へ送信する。

50

【0161】

検査工程において、検査部132は、測定工程で取得された形状情報と、設計工程で作成された設計情報とを比較する。制御システム130の座標記憶部131には、設計装置110から送信された設計情報が記憶されている。検査部132は、座標記憶部131から設計情報を読み出す。

【0162】

検査部132は、X線装置1から送信された座標を示す情報から、作成された構造物を示す情報（形状情報）を作成する。検査部132は、X線装置1から送信された座標を示す情報（形状情報）と、座標記憶部131から読み出した設計情報とを比較する。検査部132は、比較結果に基づいて、構造物が設計情報通りに成形されたか否かを判定する。換言すれば、検査部132は、作成された構造物が良品であるか否かを判定する。

10

【0163】

検査部132は、構造物が設計情報通りに成形されていない場合、修復可能であるか否かを判定する。修復できる場合、検査部132は、比較結果に基づいて、不良部位と修復量とを算出する。検査部132は、不良部位を示す情報と修復量を示す情報とをリペア装置140に送信する。

【0164】

リペア工程において、リペア装置140は、制御システム130から受信した不良部位を示す情報と修復量を示す情報とに基づいて、構造物の不良部位を加工する。リペア工程において、構造物の再加工が実施される。リペア工程において、成形工程が再実行される。

20

【0165】

図14は、構造物製造システム200における処理の流れを示したフローチャートである。

【0166】

設計装置110は、構造物の形状に関する設計情報を作製する（ステップS101）。

【0167】

次に、成形装置120は、設計情報に基づいて構造物を作製する（ステップS102）。

。

【0168】

次に、X線装置1は、構造物の形状に関する座標を計測する（ステップS103）。

30

【0169】

次に、制御システム130の検査部132は、X線装置1によって作成された構造物の形状情報と、設計情報とを比較することにより、構造物が設計情報通りに作成された否かを検査する（ステップS104）。

【0170】

次に、制御システム130の検査部132は、作成された構造物が良品であるか否かを判定する（ステップS105）。

【0171】

作成された構造物が良品である場合（ステップS105においてYESと判断された場合）、構造物製造システム200は、その処理を終了する。

40

【0172】

作成された構造物が良品でない場合（ステップS105においてNOと判断された場合）、制御システム130の検査部132は、作成された構造物が修復できるか否かを判定する（ステップS106）。

【0173】

作成された構造物が修復できる場合（ステップS106においてYESと判断された場合）、リペア装置140は、構造物の再加工を実施し（ステップS107）、ステップS103の処理に戻る。

【0174】

50

作成された構造物が修復できない場合（ステップS106においてNOと判断された場合）、構造物製造システム200は、その処理を終了する。

【0175】

以上で、本フローチャートの処理を終了する。

【0176】

以上説明したように、X線装置1が構造物の座標を正確に測定できるため、構造物製造システム200は、作成された構造物が良品であるか否か判定することができる。また、構造物製造システム200は、構造物が良品でない場合、構造物の再加工を実施し、修復することができる。

【0177】

また、構造物製造システム200は、X線装置1を用いて、構造物の欠陥の検出のみならず、構造物の内部の情報を非破壊で取得する非破壊検査を行うことができる。また、構造物製造システム200は、X線装置1を用いて、構造物の外形の寸法を計測することができる。また、構造物製造システム200は、X線装置1を用いて、リバーエンジニアリングを行うことができる。

【0178】

なお、上述の各実施形態においては、X線装置がX線源を有することとしたが、X線源がX線装置に対する外部装置でもよい。換言すれば、X線源がX線装置の少なくとも一部を構成しなくてもよい。

【0179】

また、上述の各実施形態は、例えば米国特許出願公開第2005/0254621号、米国特許第7233644号等に関示されているような、複数のX線源を備えたX線装置にも適用できる。

【0180】

また、上述の各実施形態は、例えば米国特許出願公開第2007/685985号、米国特許出願公開第2001/802468号等に関示されているような、被検物を回転させる回転軸に沿って、被検物を順次移動させるヘリカル方式のX線装置にも適用できる。

【0181】

また、上述の各実施形態は、米国特許出願公開第2010/0220834号に関示されているような、被検物中を進む際にX線に生じるわずかな偏向を評価する位相コントラスト方式のX線装置にも適用できる。

【0182】

また、上述の各実施形態は、例えば米国特許出願公開第2009/0003514号、米国特許出願公開第2007/0230657号等に関示されているような、ベルトコンベアで手荷物を移動し、X線により手荷物の含有物を明らかにするようなX線装置にも適用することができる。

【0183】

なお、ターゲット13は、タングステン合金を含む。例えば、タングステンレニウム合金を含む。

【0184】

<第8実施形態>

次に、第8実施形態について、図15から図20を参照して説明する。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0185】

図15は、本実施形態のX線射出装置100を示す図である。

図16は、本実施形態のX線源2Hを示すY-Z平面図である。

図17は、本実施形態のX線源2Hを示すX-Y平面図である。

図18は、本実施形態のX線源2Hを示す図であって、保持装置400のY-Z断面を示す図である。

10

20

30

40

50

図19は、本実施形態の保持装置400を示す図である。

図20は、本実施形態のターゲット装置600を示す断面図である。言いかえると、図20は、X線源2Hを図16の矢印Dと逆向きに見た図である。

【0186】

X線射出装置100は、図15に示すように、ハウジング15Hと、冷却装置160と、ターゲット装置600と、を備えている。

【0187】

ハウジング15Hは、供給接続部300と、供給接続部300側の第1ハウジング15Haと、ターゲット装置600側の第2ハウジング15Hbと、を備えている。ハウジング15Hの内部構成は、第1実施形態におけるハウジング15と同様である。

第1ハウジング15Haの表面には、ノッチ部111が対向して2つ形成されている。第1ハウジング15Haは、部分151を備えている。部分151は、ノッチ部111の一方側に、外周がノッチ部111の側面112と固定されている。

【0188】

第2ハウジング15Hbは、ターゲット装置600側の先端部121と、第1ハウジング15Ha側の基部122と、を備えている。先端部121の直径は、基部122の直径より小さい。先端部121は、円柱状の後方部（第1実施形態の部分152に相当する部分）と、後方部からターゲット装置600側に向かって突出しているテーパ状の前方部と、を備えている。

【0189】

第1ハウジング15Ha及び第2ハウジング15Hbの断面は円形状である。しかしながら、該断面は、例えば多角形状、矩形状や楕円形状のような他の形状であってもよい。

X線射出装置100には、電力が供給される。また、X線射出装置100には、供給接続部300を通じて冷却液等の供給物が供給される。

【0190】

冷却装置160は、図3に示した冷却装置2Bの一例を示したものである。

ターゲット装置600は、ターゲット13Hと、ケーシング18Cと、を備えている。ターゲット13Hは、第1実施形態のターゲット13の一例を示したものであり、ケーシング18Cは、第1実施形態のケーシング18の一例を示したものである。ターゲット13H及びケーシング18Cについては、後段において詳述する。

【0191】

図15には示されていないが、ハウジング15H内には、第1実施形態において示したフィラメント17が設けられている。フィラメント17から射出された電子ビームは、X線射出装置100の長手方向に沿って進み、ターゲット13Hに衝突する。これにより、X線射出装置100から、略Z軸方向にX線が射出される。なお、Z軸方向は、フィラメント17が電子ビームを射出する方向（X線射出装置100の長手方向）に対して所定の角度 θ を成している。

【0192】

X線源2Hは、図16から図18に示すように、X線射出装置100と、保持装置400と、を備えている。

X線源2Hは、保持装置400を介して、支持機構500に固定されている。

保持装置400は、マウントフレーム201と、補償装置211と、部材250と、保持部材230と、を備えている。

【0193】

マウントフレーム201は、X線射出装置100を支持する部材である。X線射出装置100は、補償装置211を介して、マウントフレーム201に固定される。マウントフレーム201における、X線射出装置100の長手方向前方側（図16の矢印Dの向き側）には、部材250が接続されている。

マウントフレーム201は、後述するサポートアーム270を介して、支持機構500に固定されている。

【0194】

補償装置211は、図18、19に示すように、固定部211aと、可動部211bと、バネ部211cと、スライド部211dと、を備えている。

固定部211aは、マウントフレーム201に固定されている。

可動部211bは、第1ハウジング15Haの部分151に固定されている。可動部211bは、スライド部211dに沿ってX線射出装置100の長手方向に移動可能に設けられている。

【0195】

バネ部211cは、固定部211aと可動部211bとを結合させている。バネ部211cは、可動部211bに対して、常に可動部211bを固定部211aと離間させる向きの付勢力を与えている。本実施形態においては、バネ部211cは、可動部211b及び固定部211aにそれぞれに配設された潤滑軸受内で動作する2つの付勢バネである。

10

【0196】

バネ部211cが、マウントフレーム201に固定された固定部211aと、部分151に固定された可動部211bと、を結合していることによって、マウントフレーム201は、X線射出装置100を支持している。

【0197】

図19に示すように、固定部211a及びマウントフレーム201には、軸受調整ネジ212が結合されており、マウントフレーム201に対する固定部211aの所定位置を変更することができる。これにより、固定部211aと可動部211bとの距離を変更できるため、バネ部211cの長さを変更でき、結果として、バネ部211cによる付勢力の大きさを変更できる。したがって、X線射出装置100の重量に応じて、軸受調整ネジ212を操作することで、X線射出装置100の重量を補償するようにバネ部211cの付勢力を調整できる。

20

【0198】

上記のような機構によって、X線射出装置100の全重量が、バネ部211cによる付勢力で補償される。したがって、X線射出装置100の全重量は、マウントフレーム201によって支持されるので、X線射出装置100の重量は、保持部材230において全く支持されないか、又は最小限度において支持されるにすぎない。

【0199】

30

部材250は、第1実施形態における部材22と対応する部材であり、図16、20に示すように、下方側クランプ251と、上方側クランプ252と、を備えている。下方側クランプ251には、第2ハウジング15Hbの先端部121を挟んで両側に、後述するサポートアーム233が取り付けられている（図19、20参照）。下方側クランプ251は、上方側クランプ252と接合されている。

【0200】

下方側クランプ251および上方側クランプ252の固定用開口部の形状及び大きさは、第2ハウジング15Hb（特に先端部121の後方部）を適切に固定できる範囲内において、特に限定されない。本実施形態においては、図20に示すように、先端部121の後方部の断面が円形状であるため、下方側クランプ251および上方側クランプ252の固定用開口部の形状は、それぞれ半円形状となっている。

40

【0201】

下方側クランプ251及び上方側クランプ252それぞれの固定用開口部が半円形状であるため、それぞれの内部クランプ面は、半円状の固定用空洞の境界を規定するように形成されている。これにより、下方側クランプ251と上方側クランプ252とで先端部121を挟持し、例えば保持ネジ（図示しない）やラッチ、またはこれらに類する圧縮手段によって下方側クランプ251及び上方側クランプ252を押圧して固定することで、先端部121を保持できる。

【0202】

また、下方側クランプ251及び上方側クランプ252の内部クランプ面には、弾性バ

50

ッド２５３が設けられている。弾性パッド２５３は、好ましくは発泡ゴムや類似する圧縮可能な高摩擦材料で構成されている。但し、これらはあくまでも例示であって、弾性パッド２５３の材料が発泡ゴム、及び類似する圧縮可能な高摩擦材料に限定されるわけではない。

【０２０３】

以上に説明したように、マウントフレーム２０１が第１ハウジング１５Ｈａの部分１５１を支持し、部材２５０が第２ハウジング１５Ｈｂの先端部１２１を保持することによって、Ｘ線射出装置１００は、保持装置４００によって保持される。一方で、マウントフレーム２０１は、補償装置２１１のバネ部２１１ｃを介して、Ｘ線射出装置１００を支持しているため、Ｘ線射出装置１００は、長手方向に沿って変位可能となっている。

10

【０２０４】

保持部材２３０は、図２０に示すように、一組のサポートアーム２３３と、第１クランプ２３１と、第２クランプ２３２と、を備えている。保持部材２３０は、サポートアーム２３３を介して下方側クランプ２５１と接続されている。

【０２０５】

サポートアーム２３３は、Ｘ線射出装置１００の長手方向前方側（図１６の矢印Ｄの向き）に向かって突出している（図１６，１９参照）。

第１クランプ２３１は、一方のサポートアーム２３３に接合され、第２クランプ２３２は、他方のサポートアーム２３３に接合されている。

第１クランプ２３１は、ブッシュ２３４を備えている。ブッシュ２３４は、たとえば、アイオライトを材料とするような潤滑ブッシュである。

20

【０２０６】

第１クランプ２３１と第２クランプ２３２との間に、ターゲット装置６００が保持されている。

ターゲット装置６００は、前述したように、ターゲット１３Ｈと、ケーシング１８Ｃと、を備えている。

ターゲット１３Ｈは、図２０に示すように、中央部１３Ｈｂと、中央部１３Ｈｂの両側に配置された端部１３Ｈａ，１３Ｈｃと、を備えている。

中央部１３Ｈｂおよび端部１３Ｈａ，１３Ｈｃは、一体かつ一様に構成されている。中央部１３Ｈｂおよび端部１３Ｈａ，１３Ｈｃは、Ｘ線に適合する材料から作られている。

30

【０２０７】

ターゲット１３Ｈの長手方向長さ（Ｘ軸方向長さ）は、ケーシング１８Ｃの幅方向長さ（Ｘ軸方向長さ）より、大きい。

端部１３Ｈａは、第２クランプ２３２によって固定されている。端部１３Ｈｃは、第１クランプ２３１に設けられたブッシュ２３４の穴部に嵌合されている。端部１３Ｈｃは、ブッシュ２３４の穴部によって径方向の動きが抑制されると共に、ターゲット１３Ｈの長手方向（Ｘ軸方向）に移動可能となっている。すなわち、ターゲット１３Ｈは、保持部材２３０によって、Ｚ軸方向およびＹ軸方向の移動が制限されると共に、長手方向（Ｘ軸方向）に移動可能となるように保持されている。

【０２０８】

40

ケーシング１８Ｃは、内部に一組のターゲットブッシュ１４３を備えている。

ターゲット１３Ｈは、ケーシング１８Ｃの内部に配置され、ターゲットブッシュ１４３に挿入されている。

【０２０９】

ターゲット装置６００は、先端部１２１から射出される電子ビームがターゲットブッシュ１４３同士の間を通過するようにして、先端部１２１の射出端部に設けられている。これにより、先端部１２１から射出される電子ビームが、ターゲット１３Ｈの中央部１３Ｈｂと交差し、Ｘ線を発生させる。

【０２１０】

支持機構５００は、図１６，１７に示すように、サポートアーム２７０と、Ｙ軸エレベ

50

ータ２６０と、を備えている。

Ｙ軸エレベータ２６０は、Ｙ軸スライド機構２６１と、Ｙ軸送りネジ２６２と、ギヤボックス２６４と、クランクハンドル２６５と、を備えている。

【０２１１】

サポートアーム２７０は、図１７に示すように、Ｙ軸送りネジ２６２、及びＹ軸スライド機構２６１に取り付けられている従動ナット２６３を介して、Ｙ軸エレベータ２６０に固定されている。サポートアーム２７０のＹ軸エレベータ２６０に固定されている側と反対側には、マウントフレーム２０１が固定されている。これにより、保持装置４００と、支持機構５００と、が接続されている。

【０２１２】

ギヤボックス２６４を駆動させるためのクランクハンドル２６５を利用してＹ軸送りネジ２６２を回転させることによって、Ｙ軸スライド機構２６１が昇降する。そして、Ｙ軸スライド機構２６１の昇降に合わせて従動ナット２６３が昇降し、サポートアーム２７０が昇降する。これにより、Ｘ線源２ＨをＹ軸に沿って所望の向きに駆動できる。

【０２１３】

また、サポートアーム２７０は、図１６，１７に示すように、Ｘ軸スライド機構２８１及びＸ軸ストッパ２８２によって構成されるＸ軸移動機構を備えている。Ｘ軸スライド機構２８１によって、サポートアーム２７０がＸ軸に沿ってＹ軸送りネジ２６２に対して相対的に移動可能となっている。サポートアーム２７０のＸ軸方向の移動は、Ｘ軸ストッパ２８２によって制限される。なお、Ｘ軸移動機構は、Ｘ軸方向にサポートアーム２７０の位置を移動できる範囲において、特に限定されない。

【０２１４】

以上に詳細に説明した本実施形態のＸ線源２Ｈによれば、Ｘ線射出装置１００が熱膨張することによる、ターゲット１３Ｈの位置の変動を抑制できる。以下、詳細に説明する。

【０２１５】

従来のＸ線源では、たとえば、図１５に示すＸ線射出装置１００を、部分１５１のみを介して支持機構に固定する構成であった。そのため、たとえば、ハウジング１５Ｈが熱膨張によって長手方向に延伸すると、ターゲット１３Ｈの位置が変動し、Ｘ線の射出位置が変動してしまう場合があった。

【０２１６】

これに対して、本実施形態によれば、補償装置２１１の可動部２１１ｂに第１ハウジング１５Ｈａの部分１５１が固定され、可動部２１１ｂの移動と共に、部分１５１、すなわち、第１ハウジング１５Ｈａが移動する構成となっている。そして、可動部２１１ｂは、バネ部２１１ｃによって常に第１ハウジング１５Ｈａの長手方向の供給接続部３００側（後方側）の向きに付勢力を受けている。そのため、第１ハウジング１５Ｈａ（または、その他のＸ線射出装置１００の構成部材）が熱膨張により、長手方向に延伸すると、第１ハウジング１５Ｈａの延伸に伴って、可動部２１１ｂが、長手方向後方側に移動する。その結果、第１ハウジング１５Ｈａ、すなわち、Ｘ線射出装置１００全体が、長手方向後方側に移動する。これにより、先端部１２１における電子ビーム射出口と、保持部材２３０によって保持されるターゲット１３Ｈと、の相対位置の変化が抑制されると共に、ターゲット１３Ｈの位置の変動が抑制される。

【０２１７】

また、本実施形態によれば、第２ハウジング１５Ｈｂの先端部１２１は、部材２５０によって摩擦嵌めによって保持されている。そのため、第１ハウジング１５Ｈａ（もしくは、ハウジング１５Ｈのその他の部分）が、熱膨張により長手方向後方側に移動する際に、第１ハウジング１５Ｈａの移動に応じた先端部１２１の移動を阻害することが抑制される。

【０２１８】

また、本実施形態によれば、下方側クランプ２５１及び上方側クランプ２５２の内部クランプ面には、弾性パッド２５３が設けられている。そのため、第２ハウジング１５Ｈｂ

10

20

30

40

50

の先端部 1 2 1 を堅固に保持すると共に、熱膨張に応じた先端部 1 2 1 の移動を容易にすることができる。

【0 2 1 9】

また、本実施形態によれば、ターゲット 1 3 H の端部 1 3 H c は、ブッシュ 2 3 4 に挿入され、ターゲット 1 3 H の長手方向（X 軸方向）に移動可能となっている。そのため、X 線の射出による熱で、ターゲット 1 3 H が熱膨張した場合であっても、端部 1 3 H c の位置が熱膨張により延伸した長さに応じてブッシュ 2 3 4 内を移動し、ターゲット 1 3 H が破損することを抑制できる。

【0 2 2 0】

また、ターゲット 1 3 H は、ケーシング 1 8 C 内に設けられたターゲットブッシュ 1 4 3 に挿入されているため、ケーシング 1 8 C に対する相対的な移動が容易となっており、ターゲット 1 3 H の熱膨張による破損をより抑制できる。

10

【0 2 2 1】

また、本実施形態では、ターゲット 1 3 H は、一体かつ一様に形成されているため、製造が容易である。

【0 2 2 2】

なお、本実施形態においては、下記の構成を採用することもできる。

【0 2 2 3】

ターゲット装置 6 0 0 は、冷却ボアや支持基板を含んでいてもよい。

また、ターゲット 1 3 H の端部 1 3 H a, 1 3 H c それぞれが、中央部 1 3 H b を形成する合金又は材料に対して相違する合金又は完全に相違する材料から形成されていてもよい。

20

【0 2 2 4】

ターゲット 1 3 H を保持する機構としては、少なくとも Y 軸方向及び Z 軸方向においてターゲット 1 3 H を位置固定状態で捕捉する任意の方法が適合可能であるので、例えばクリップ、グリップ、保持ピンやネジのような、任意の従来技術に基づく保持機構であってもよい。

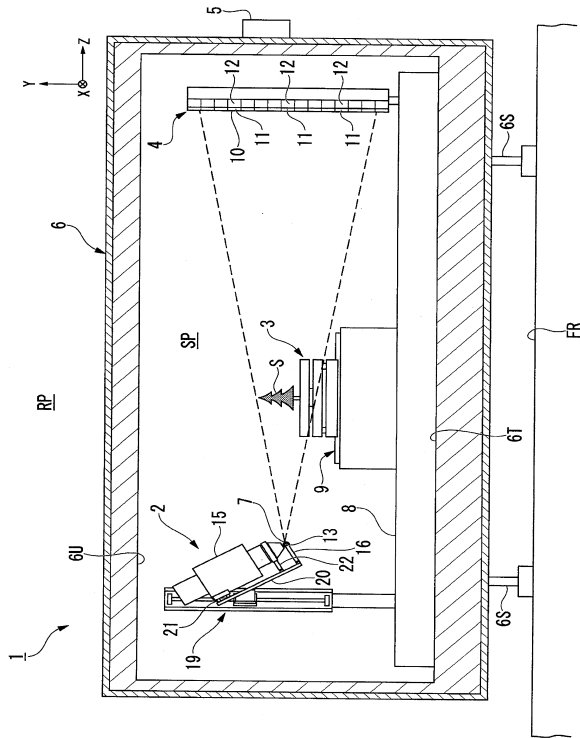
【符号の説明】

【0 2 2 5】

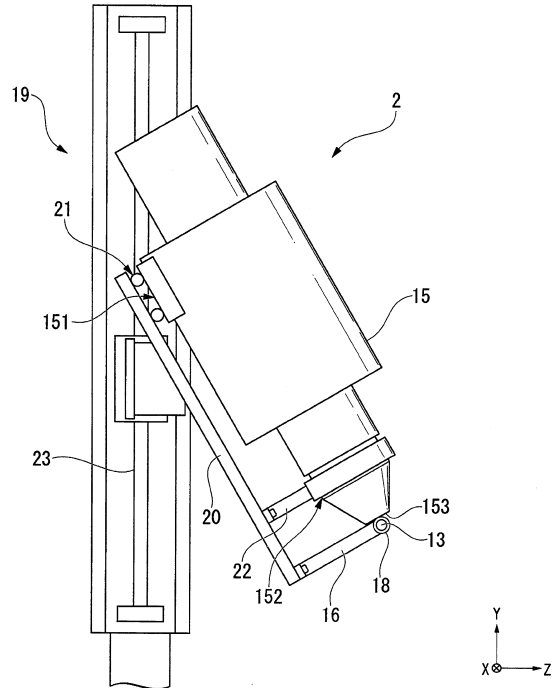
1 … X 線装置、2 … X 線源、3 … ステージ装置、4 … 検出装置、5 … 制御装置、6 … チャンバ部材、7 … 射出部、8 … 支持部材、1 3 … ターゲット、1 4 … 導電子部材、1 5 … ハウジング、1 6 … 保持部材、1 7 … フィラメント、1 9 … 支持機構、2 0 … 保持部材、2 1 … スライド機構、S … 測定物。

30

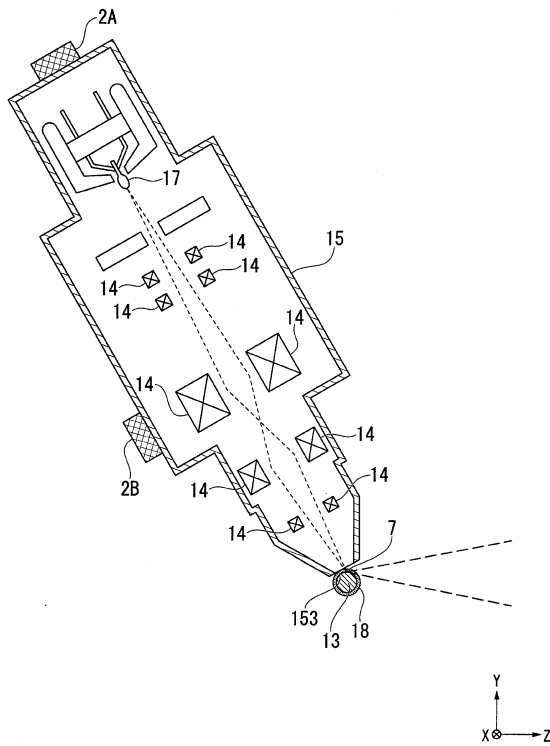
【図 1】



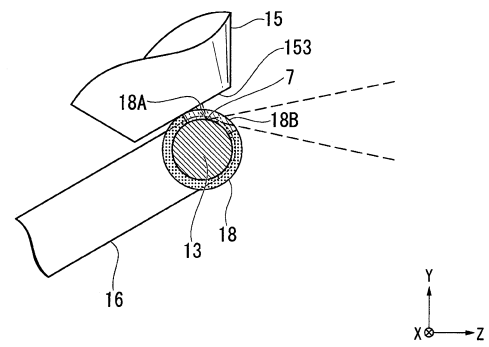
【図 2】



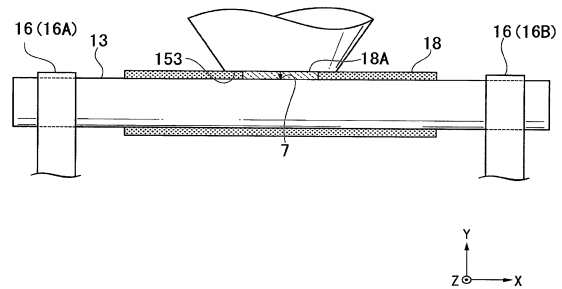
【図 3】



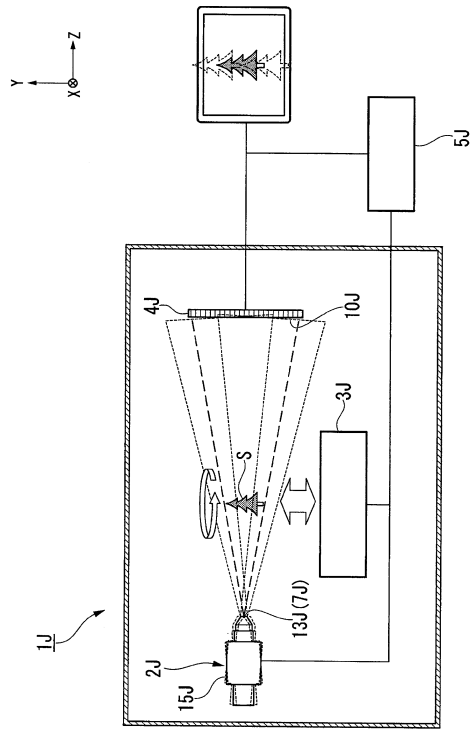
【図 4】



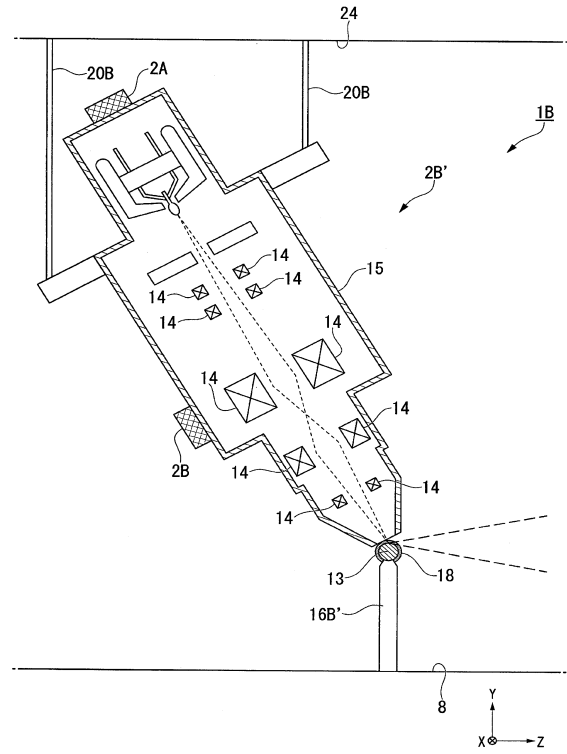
【図 5】



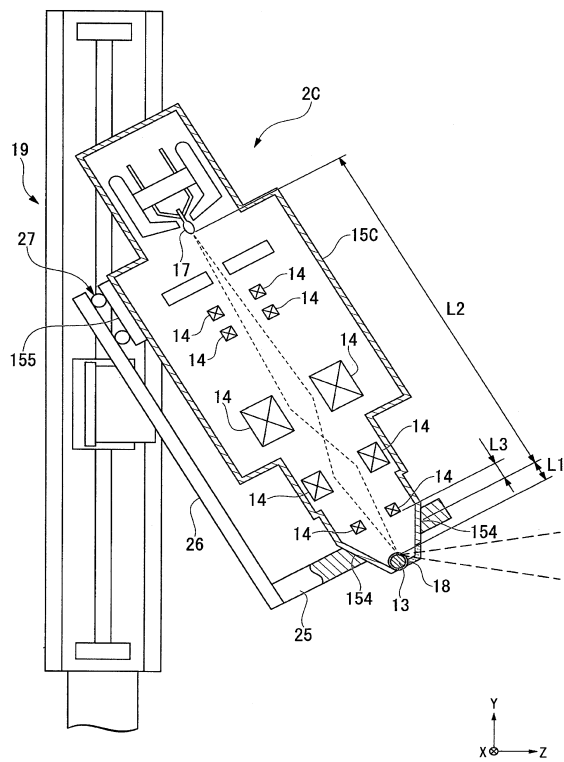
【図 6】



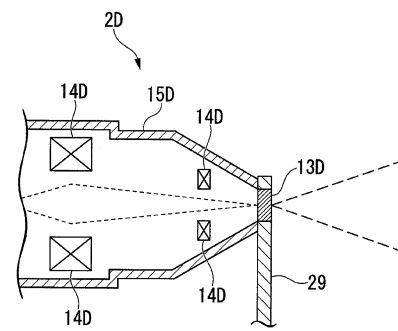
【図 7】



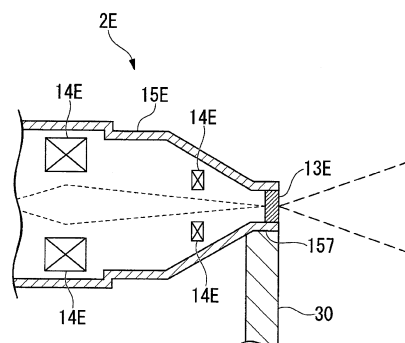
【図 8】



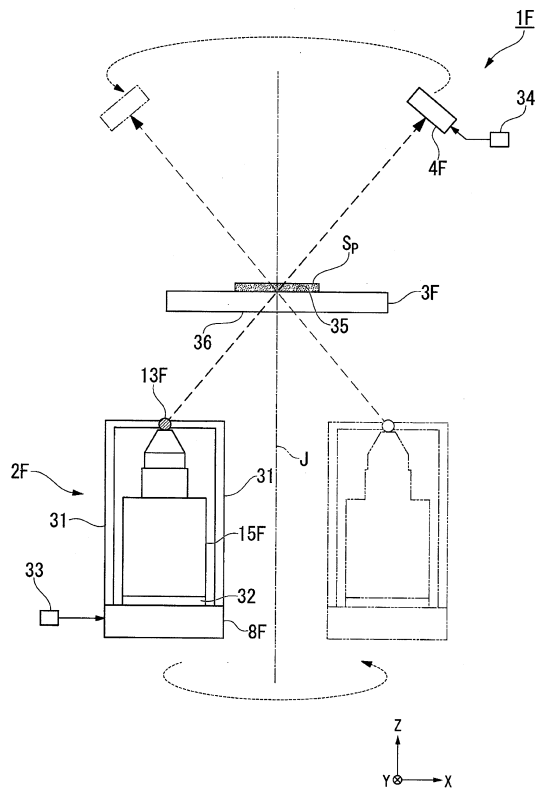
【図 9】



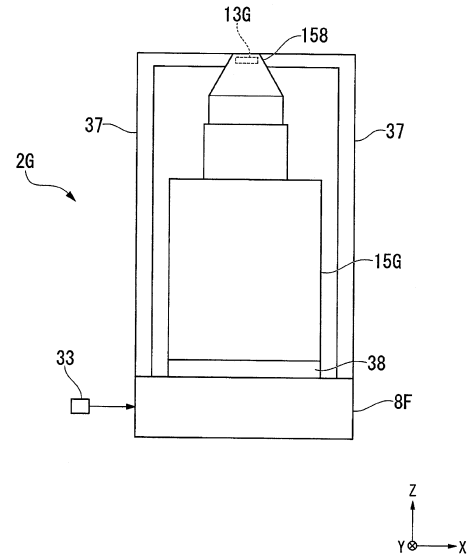
【図 10】



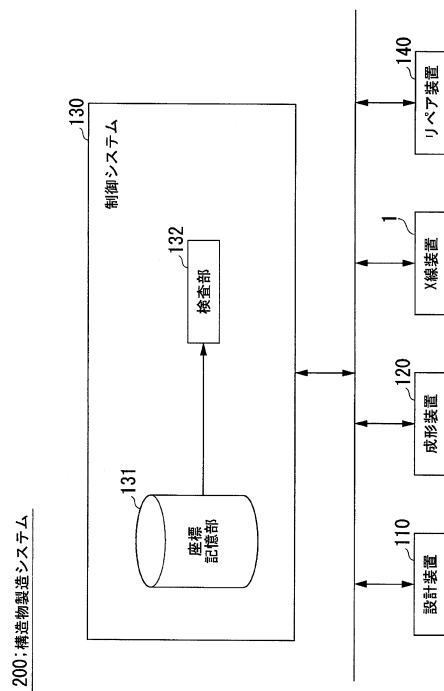
【図 1 1】



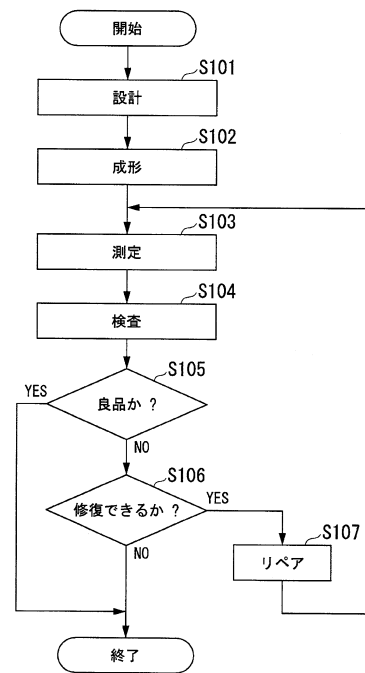
【図 1 2】



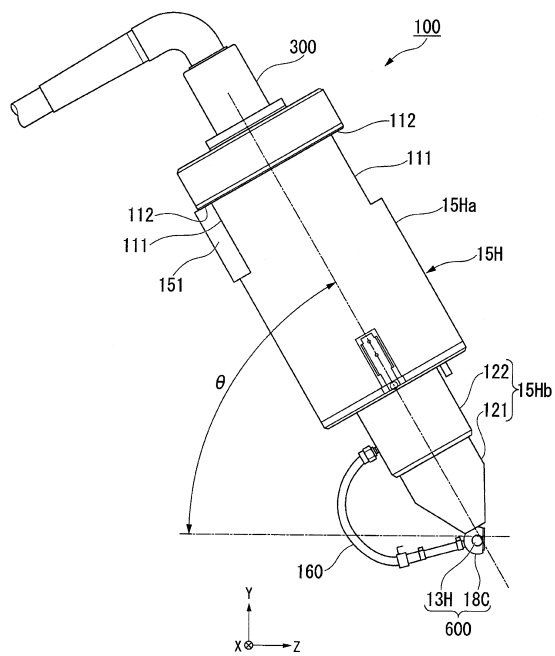
【図 1 3】



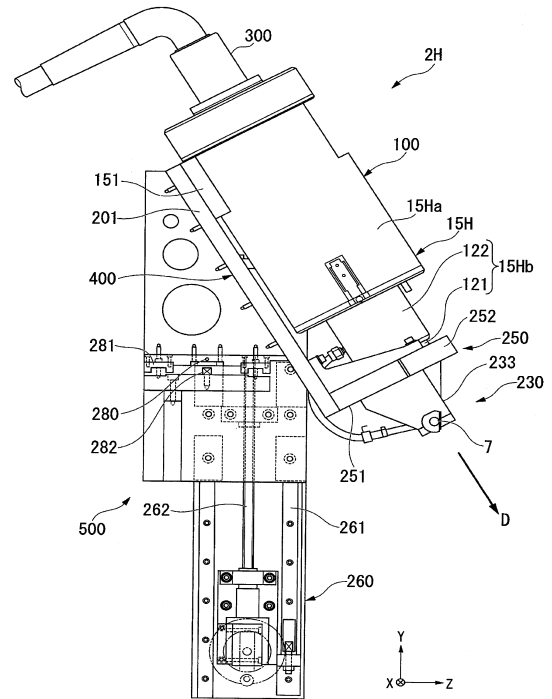
【図 1 4】



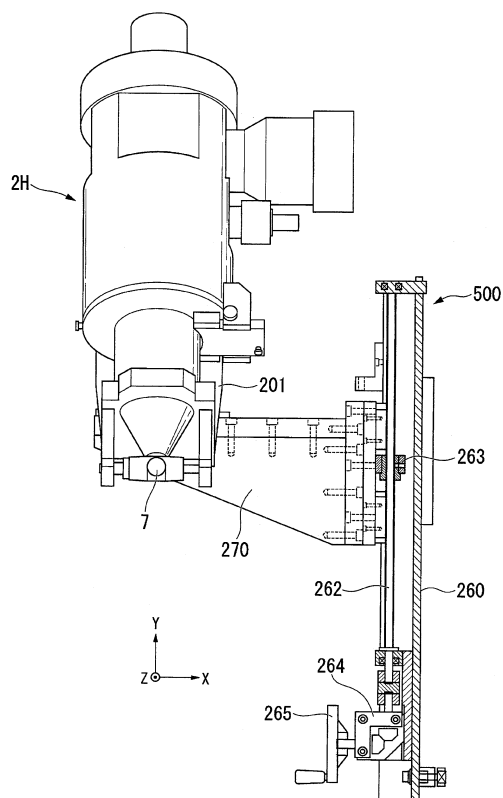
【図 15】



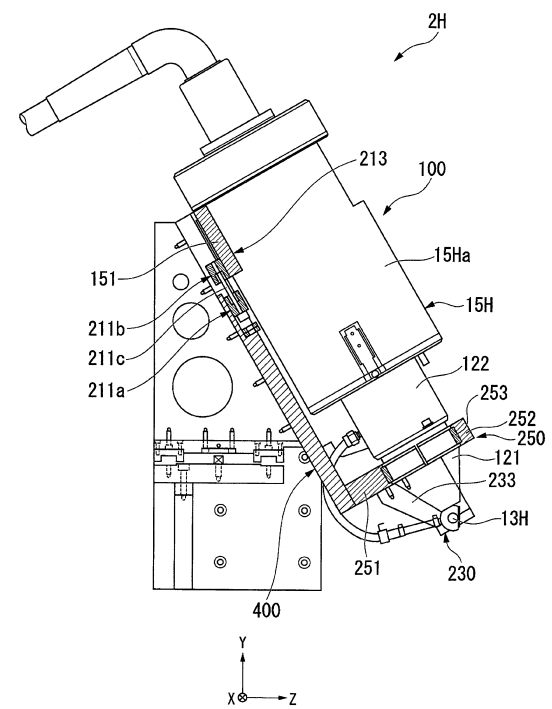
【図 16】



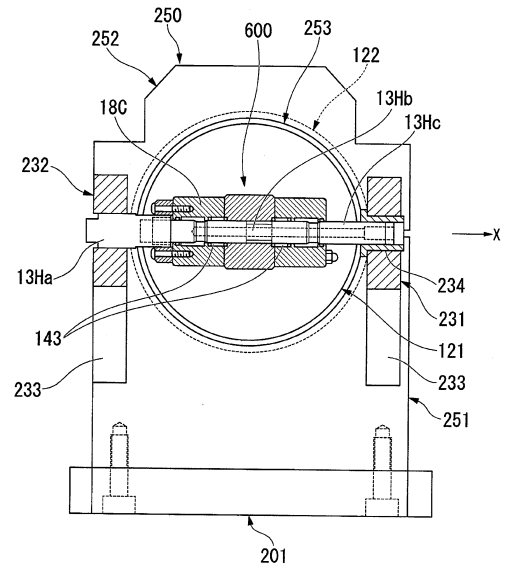
【図 17】



【図 18】



【図 20】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 聡志

日本国東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン 知的財産本部内

(72)発明者 ジム スミス

ベルギー王国 B-3001 ルーヴェン ゲルテンアークセバーン 329 ニコン メトロロ
ジー エヌヴェ内

審査官 遠藤 直恵

(56)参考文献 特開平07-306165 (JP, A)

特開2004-022302 (JP, A)

特開2011-145272 (JP, A)

特開2009-170347 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05G 1/00 - 2/00