

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6388400号
(P6388400)

(45) 発行日 平成30年9月12日 (2018.9.12)

(24) 登録日 平成30年8月24日 (2018.8.24)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 J 35/12 (2006.01)

H O 1 J 35/12

H O 1 J 35/08 (2006.01)

H O 1 J 35/08

E

H O 1 J 35/16 (2006.01)

H O 1 J 35/08

D

H O 1 J 35/16

請求項の数 21 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-229592 (P2014-229592)
 (22) 出願日 平成26年11月12日 (2014.11.12)
 (65) 公開番号 特開2016-95916 (P2016-95916A)
 (43) 公開日 平成28年5月26日 (2016.5.26)
 審査請求日 平成29年10月31日 (2017.10.31)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100096828
 弁理士 渡辺 敬介
 (74) 代理人 100110870
 弁理士 山口 芳広
 (72) 発明者 川瀬 順也
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 右▲高▼ 孝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線発生装置及びこれを用いたX線撮影システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電子の照射によりX線を発生する透過型のターゲット及び前記ターゲットを保持する陽極部材を有する陽極と、前記ターゲットに電子を照射する電子放出源及び前記電子放出源に接続される陰極部材を有する陰極と、前記陽極部材と前記陰極部材との間に配置され前記陽極部材と前記陰極部材のそれぞれと気密接合される絶縁管と、を備えたX線発生管、及び、前記陽極部材に接続され前記X線発生管を収納する導電性の収納容器、を備えたX線発生装置であって、

前記陽極部材は、前記ターゲットを保持し、前記収納容器に電氣的に接続される外側陽極部材と、前記絶縁管の管軸方向において、前記外側陽極部材と前記電子放出源との間に位置し、前記絶縁管に接合される内側陽極部材と、を備え、

管径方向における前記絶縁管の外側において、前記内側陽極部材が前記外側陽極部材と伝熱的に接続されていることを特徴とするX線発生装置。

【請求項2】

前記内側陽極部材と前記外側陽極部材との伝熱的な接続部は、管軸方向を囲んで環状に延在していることを特徴としている請求項1に記載のX線発生装置。

【請求項3】

透過型のターゲット及び前記ターゲットに接続される陽極部材を有する陽極と、電子放出源及び前記電子放出源に接続される陰極部材を有する陰極と、前記陽極部材と前記陰極部材との間に配置され前記陽極部材と前記陰極部材のそれぞれと気密接合される絶縁管と

10

20

、を備えたX線発生管、及び、前記陽極部材に接続され前記X線発生管と絶縁性液体とを収納する導電性の収納容器、を備えたX線発生装置であって、

前記陽極部材は、前記ターゲットから前記収納容器に熱を伝導する外側陽極部材と、前記電子放出源から前記絶縁性液体に熱を伝導する内側陽極部材と、を有することを特徴とするX線発生装置。

【請求項4】

前記内側陽極部材は、前記絶縁管を介して又は直接、前記電子放出源から前記絶縁性液体に熱を伝導することを特徴とする請求項3に記載のX線発生装置。

【請求項5】

管径方向における前記絶縁管の外側において、前記内側陽極部材と前記外側陽極部材との間に接続部を形成して前記内側陽極部材は前記外側陽極部材に接続されていることを特徴とする請求項3又は4に記載のX線発生装置。

【請求項6】

前記管径方向における前記接続部の内側において、前記内側陽極部材と前記外側陽極部材とは接触部を形成して互いに接触していることを特徴とする請求項5に記載のX線発生装置。

【請求項7】

前記管径方向における前記接続部の内側において、前記内側陽極部材と前記外側陽極部材とは互いに接続されていないことを特徴とする請求項5又は6に記載のX線発生装置。

【請求項8】

前記内側陽極部材と前記外側陽極部材とを伝熱的に接続し、管軸方向を囲んで環状に延在している伝熱的な接続部を有することを特徴とする請求項3乃至7のいずれか1項に記載のX線発生装置。

【請求項9】

前記電子放出源は前記ターゲットに電子を照射することを特徴とする請求項3乃至8のいずれか1項に記載のX線発生装置。

【請求項10】

前記ターゲットは電子の照射によりX線を発生することを特徴とする請求項3乃至9のいずれか1項に記載のX線発生装置。

【請求項11】

前記内側陽極部材と前記外側陽極部材とは、前記内側陽極部材と前記外側陽極部材のいずれよりも熱伝導性が高い接合材を介して接合されていることにより、伝熱的に接続されていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載のX線発生装置。

【請求項12】

前記外側陽極部材が、前記管径方向の外周縁より前記絶縁管側に突出する管状外周部を有し、前記管状外周部の内周面と前記内側陽極部材の外周面とが前記接合材を介して互いに接合されており、

前記管軸方向において、前記内側陽極部材の表面と前記外側陽極部材の表面とが互いに接触していることを特徴とする請求項11に記載のX線発生装置。

【請求項13】

前記管径方向において、前記接合材の長さは、前記内側陽極部材と前記外側陽極部材とが互いに接触している領域の長さよりも短いことを特徴とする請求項11又は12に記載のX線発生装置。

【請求項14】

前記内側陽極部材と前記外側陽極部材とは、熱融着領域を介して接合されていることにより、伝熱的に接続されていることを特徴とする請求項1乃至10のいずれか1項に記載のX線発生装置。

【請求項15】

前記外側陽極部材が、前記管径方向の外周縁より前記絶縁管側に突出する管状外周部を有し、

10

20

30

40

50

前記管状外周部の内周面と前記内側陽極部材の外周面、及び前記管軸方向における前記内側陽極部材の表面と前記外側陽極部材の表面とがそれぞれ互いに接触する接触面を有しており、

前記管状外周部の内周面と前記内側陽極部材の外周面とが、前記接触面において、前記熱融着領域を介して接合されていることを特徴とする請求項 1 4 に記載の X 線発生装置。

【請求項 1 6】

前記管状外周部の、前記熱融着領域を介して前記内側陽極部材に接合されている領域が、前記内側陽極部材と同じ素材で形成されていることを特徴とする請求項 1 5 に記載の X 線発生装置。

【請求項 1 7】

前記外側陽極部材は、前記管軸方向において、前記収納容器より外側に位置することを特徴とする請求項 1 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の X 線発生装置。

【請求項 1 8】

前記ターゲットから前記外側陽極部材を介して前記収納容器に至る熱伝導経路の、前記ターゲットよりも前記収納容器に近い側において、前記内側陽極部材と前記外側陽極部材とが伝熱的に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 7 のいずれか 1 項に記載の X 線発生装置。

【請求項 1 9】

前記外側陽極部材と前記ターゲットとは環状に気密接合されていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 8 のいずれか 1 項に記載の X 線発生装置。

【請求項 2 0】

前記電子放出源は熱陰極である請求項 1 乃至 1 9 のいずれか 1 項に記載の X 線発生装置。

【請求項 2 1】

請求項 1 乃至 2 0 のいずれか 1 項に記載の X 線発生装置と、前記 X 線発生装置から発生し被検体を透過した X 線を検出する X 線検出装置と、前記 X 線発生装置と前記 X 線検出装置とを連携制御するシステム制御部とを有することを特徴とする X 線撮影システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、例えば医療機器、非破壊検査装置等に適用可能な X 線発生装置、及びこれを用いた X 線撮影システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

一般に、X 線発生装置は、X 線源として、X 線発生管を内蔵している。X 線発生管は、絶縁管の開口の一方に陰極を、他方に陽極を取り付けた真空容器で構成され、陰極には電子放出源が接続され、陽極はターゲットを備えている。X 線発生管は、陰極と陽極との間に高電圧を印加することにより、電子放出源から放出される電子線をターゲットに照射し、X 線を発生させている。

【0 0 0 3】

特許文献 1 には前記 X 線発生装置の一例として、X 線発生装置の収納容器である金属筐体の出力開口部と前記 X 線発生管の出力窓の中心位置を一致させながら、前記金属筐体に前記陽極を固定した構成が開示されている。特許文献 1 では、係る構成とすることで、出力窓から放射する X 線を前記 X 線発生装置外へ照射する。また係る構成とすることで、X 線発生管のターゲットから該ターゲットを保持している陽極部材、さらには X 線発生装置の金属筐体までは熱的、及び電氣的に接続された状態となり、電子線の照射によって温度上昇したターゲットの放熱を図っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献１】特開２００９－４３６５８号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

特許文献１に開示された構成のＸ線発生装置では、Ｘ線を照射時、電子がターゲットに衝突することで発生するＸ線以外の電子エネルギーは熱に変換され、ターゲットから陽極部材を介して金属筐体へと放熱する構成となっている。一方で前記電子を放出する電子放出源の電子放出部も発熱し、その発熱量の一部は真空容器に対して陽極部材と対向位置にある陰極部材へも放熱されるが、その他の発熱量は電子放出部と近接している陽極部材へ放射され、陽極部材を介して金属筐体に放熱される。よって陽極部材から金属筐体へ放熱する熱伝導経路上には、ターゲットからの発熱量分と電子放出部での発熱量の一部が熱伝導することになり、ターゲットの放熱が十分にできなくなる恐れがあった。

10

【０００６】

ターゲットの放熱が十分に行えず、ターゲットが高温になった場合には、ターゲット層の剥離や溶解、蒸発、支持基板にクラックが発生するといったターゲットの損傷を招く恐れがあり、その結果、Ｘ線出力の変動や低下が生じる場合があった。

【０００７】

本発明の課題は、陽極部材が収納容器の一部を構成する透過型のＸ線発生装置において、ターゲットの放熱性を高め、Ｘ線出力の安定化を図ることにある。さらに、本発明は、係るＸ線発生装置を用いて、信頼性の高いＸ線撮影システムを提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記課題を解決するための本発明の第１は、電子の照射によりＸ線を発生する透過型のターゲット及び前記ターゲットを保持する陽極部材を有する陽極と、前記ターゲットに電子を照射する電子放出源及び前記電子放出源に接続される陰極部材を有する陰極と、前記陽極部材と前記陰極部材との間に配置され前記陽極部材と前記陰極部材のそれぞれと気密接合される絶縁管と、を備えたＸ線発生管、及び、前記陽極部材に接続され前記Ｘ線発生管を収納する導電性の収納容器、を備えたＸ線発生装置であって、

前記陽極部材は、前記ターゲットを保持し、前記収納容器に電氣的に接続される外側陽極部材と、前記絶縁管の管軸方向において、前記外側陽極部材と前記電子放出源との間に位置し、前記絶縁管に接合される内側陽極部材と、を備え、

30

管径方向における前記絶縁管の外側において、前記内側陽極部材が前記外側陽極部材と伝熱的に接続されていることを特徴とする。

また、本発明の第２は、透過型のターゲット及び前記ターゲットに接続される陽極部材を有する陽極と、電子放出源及び前記電子放出源に接続される陰極部材を有する陰極と、前記陽極部材と前記陰極部材との間に配置され前記陽極部材と前記陰極部材のそれぞれと気密接合される絶縁管と、を備えたＸ線発生管、及び、前記陽極部材に接続され前記Ｘ線発生管と絶縁性液体とを収納する導電性の収納容器、を備えたＸ線発生装置であって、

前記陽極部材は、前記ターゲットから前記収納容器に熱を伝導する外側陽極部材と、前記電子放出源から前記絶縁性液体に熱を伝導する内側陽極部材と、を有することを特徴とする。

40

【０００９】

本発明の第３は、上記本発明の第１又は第２のＸ線発生装置と、前記Ｘ線発生装置から発生し被検体を透過したＸ線を検出するＸ線検出装置と、前記Ｘ線発生装置と前記Ｘ線検出装置とを連携制御するシステム制御部とを有することを特徴とするＸ線撮影システム

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、陽極部材を外側陽極部材と内側陽極部材とに分けたことにより、ターゲットから外側陽極部材への放熱が効率よく行われ、ターゲットの放熱性が高まる。よって、信頼性の高いＸ線発生装置及びＸ線撮影システムが提供される。

50

【図面の簡単な説明】**【 0 0 1 1 】**

【図 1】本発明の X 線発生装置の一実施形態を陽極の外側から見た平面模式図である。

【図 2】本発明の X 線発生装置の一実施形態の構成を模式的に示す図であり、図 1 の A - A ' 断面模式図である。

【図 3】図 2 の陽極付近の拡大断面図であり、(a) は各部材の説明図、(b) は熱伝導経路を示す図である。

【図 4】本発明の X 線発生装置の他の実施形態の陽極付近の構成を模式的に示す図であり、図 1 の A - A ' 断面に相当する拡大断面模式図であって、(a) は各部材の説明図、(b) は熱伝導経路を示す図である。

【図 5】本発明の X 線撮影システムの構成を模式的に示す図である。

【発明を実施するための形態】**【 0 0 1 2 】**

以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明するが、本発明はこれらの実施形態に限定されない。尚、本明細書で特に図示又は記載されない部分に関しては、当該技術分野の周知又は公知技術を適用する。尚、本発明において「管軸方向」及び「管径方向」とは、後述する絶縁管の管軸方向及び管径方向である。

【 0 0 1 3 】

図 1 は本発明の X 線発生装置の一実施形態を、陽極の外側から見た図であり、図 2 は図 1 中の A - A ' 断面模式図である。また、図 3 (a) に図 2 の陽極近傍の拡大断面図を示す。本発明の X 線発生装置 9 は、開口部 1 a を有する導電性の収納容器 1 と、X 線発生管 2 と、X 線発生管 2 をパルス駆動するための制御部 6 を有し、X 線発生管 2 と制御部 6 を除く収納容器 1 内の余空間には絶縁性液体 3 が充填されている。収納容器 1 は例えば金属筐体であり、開口部 1 a の周辺においてネジ 4 を用いて X 線発生管 2 が取り付けられている。また、開口部 1 a において、収納容器 1 の外側端部は切り欠かれて凹んでおり、X 線発生管 2 を取り付けの際にシール材 5 を挟み込む空間が形成されている。収納容器 1 に設けられた開口部 1 a の開口径は、X 線発生管 2 の絶縁管 2 0 の外径よりも大きく、収納容器 1 内に制御部 6 を収納し、絶縁性液体 3 を充填した状態で、外側から X 線発生管 2 を開口部 1 a から差し込むことで、収納容器 1 内を密閉している。

【 0 0 1 4 】

本発明の X 線発生装置 9 に用いられる X 線発生管 2 は、透過型のターゲット 1 8 を用いた透過型 X 線発生管であり、絶縁管 2 0 と、絶縁管 2 0 の管軸方向の一端に配置された陽極 1 0 と、他端に配置された陰極 3 0 とから構成される。絶縁管 2 0 は、ガラス材料やセラミック等の絶縁体で構成される。

【 0 0 1 5 】

陽極 1 0 は、ターゲット 1 8 と、ターゲット 1 8 を保持する陽極部材 1 1 とを備えており、本発明では陽極部材 1 1 が内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 とを有している。内側陽極部材 1 3 は接合材 2 1 を介して絶縁管 2 0 の管軸方向の一端に気密接合され、外側陽極部材 1 2 はターゲット 1 8 を保持し、収納容器 1 に電氣的に接続される。本例においては、上記したように、外側陽極部材 1 2 の外径が収納容器 1 の開口部 1 a の開口径よりも大きく、外側陽極部材 1 2 は、周縁部で収納容器 1 の開口部 1 a の近傍にネジ 4 で気密に取り付けられる。

【 0 0 1 6 】

本発明において、内側陽極部材 1 3 は、外側陽極部材 1 2 と電子放出源 3 1 との間に配置される。また、管径方向における絶縁管 2 0 の外側において、内側陽極部材 1 3 は外側陽極部材 1 2 と互いに伝熱的に接続されている。本発明において、内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 との伝熱的な接続としては、接合材を介した接合と熱融着領域を介した接合とが挙げられる。接合材としては、内側陽極部材 1 3 及び外側陽極部材 1 2 のいずれよりも熱伝導性が高い接合材を用いる。熱融着領域は後述する溶接によって形成することができる。図 2 , 図 3 は接合材 1 4 を介した接合形態である。係る伝熱的な接続部は、管軸

10

20

30

40

50

方向を囲んで環状に延在していることにより、気密接合とすることができるが、本発明においては、係る接続部を周方向に不連続に設けても良い。このように接続部を不連続に設ける場合には、別途、内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 とを無機接着剤やセメント、ガラスフリットなどの接合材を用いて環状に気密接合しておけばよい。

【 0 0 1 7 】

本発明において、伝熱的に接続された接続部以外では、内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 とは表面同士が互いに接触するだけで、接合材や溶融領域などを介して接合されていない。図 3 (a) において、1 5 が内側陽極部材 1 3 の表面と外側陽極部材 1 2 の表面とが互いに接触する接触領域である。係る接触領域 1 5 において、内側陽極部材 1 3 の表面と外側陽極部材 1 2 の表面との間には、微細な隙間が点在し、係る隙間に起因して、内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 との間で、それぞれの部材内よりも熱抵抗が高くなっている。つまり、一方から他方に熱が伝わりにくい状態となっている。

10

【 0 0 1 8 】

本発明において、ターゲット 1 8 の発熱はターゲット 1 8 が接続された外側陽極部材 1 2 に伝達され、電子放出部 3 2 の発熱は、外側陽極部材 1 2 よりも電子放出部 3 2 側に配置された内側陽極部材 1 3 に放射される。よって、外側陽極部材 1 2 には電子放出部 3 2 の発熱は伝わらない。

【 0 0 1 9 】

さらに、本例では、内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 とを接合する接合材 1 4 を内側陽極部材 1 3 の外周に配置することで、内側陽極部材 1 3 から外側陽極部材 1 2 へ絶縁管 2 0 の管軸方向に熱が伝わるのが抑制される。一方、接合材 1 4 を介して接合した内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 との間での熱抵抗は、表面同士が接触している接触領域 1 5 よりも低いが、接続断面積が小さいため、一方から他方に熱が伝わりにくい。よって、電子放出部 3 2 から内側陽極部材 1 3 に放射された熱は一部が接合材 1 4 を介して外側陽極部材 1 2 に伝わるものの、主として絶縁管 2 0 や絶縁性液体 3 に放熱される。

20

【 0 0 2 0 】

図 3 (b) に、図 3 (a) の構成における熱伝導経路を示す。図中、4 1 は、ターゲット 1 8 から外側陽極部材 1 2 を介して収納容器 1 へ至る熱伝導経路であり、4 2 は内側陽極部材 1 3 からの熱伝導経路である。内側陽極部材 1 3 は、外側陽極部材 1 2 よりも電子放出源 3 1 側に配置されており、電子放出部 3 2 で発生した熱を受けて温度が上昇するが、係る温度上昇は接触領域 1 5 から外側断熱部材 1 2 には伝わりにくい。よって、一部は接合材 1 4 を介して外側陽極部材 1 2 に伝わり、その他は絶縁管 2 0 を介して、或いは直接、絶縁性液体 3 に放熱される。よって、外側陽極部材 1 2 のターゲット 1 8 近傍には内側陽極部材 1 3 からの熱が伝わらず、ターゲット 1 8 で発生した熱は外側陽極部材 1 2 を介して速やかに収納容器 1 に放熱される。

30

【 0 0 2 1 】

本発明においては、上記した熱伝導経路 4 2 を形成する上で、接合材 1 4 の位置は、図 3 (a) に示したように、内側陽極部材 1 3 の外周面が好ましい。よって、係る位置に接合材 1 4 を配置するべく、図 3 (a) に示すように、外側陽極部材 1 2 の管径方向の外周縁に絶縁管 2 0 側に突出する管状外周部 1 2 a を設け、内側陽極部材 1 3 の外周面と管状外周部 1 2 a の内周面とを接合することが好ましい。接合材 1 4 としては銀ろう等のろう材が好ましく用いられる。

40

【 0 0 2 2 】

また、管径方向における接合材 1 4 の長さ L 1 を接触領域 1 5 の長さ L 2 よりも短くすることで、ターゲット 1 8 の温度上昇による外側陽極部材 1 2 の管径方向の伸びによって生じる接合材 1 4 に加わる応力集中を緩和することができる。これは、外側陽極部材 1 2 が管軸方向に撓み易い構成のためである。

【 0 0 2 3 】

本発明において、外側陽極部材 1 2 は、ターゲット 1 8 で発生する熱を収納容器 1 へ放熱しやすい部材が好ましい。よって熱伝導率の高い材質が好ましく、例えば銅、タングス

50

テン、銅タングステンなどがよい。また、内側陽極部材 1 3 は、絶縁管 2 0 に接合されるため、絶縁管 2 0 と線膨張係数が近い素材が好ましく、絶縁管 2 0 がセラミックで構成された場合には、コパールが好ましく用いられる。

【 0 0 2 4 】

図 4 (a) は、内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 とを溶接で接合した例であり、図中の 4 5 が熱融着領域である。溶接で接合する場合には、図 3 (a) と同様に、外側陽極部材 1 2 の管径方向の外周縁に絶縁管側に突出する管状外周部 1 2 a を設け、内側陽極部材 1 3 の外周面と管状外周部 1 2 a の内周面とを接触させて、接触面において溶接により接合する。溶接方法としてはスポット溶接が好ましく用いられる。溶接によって内側陽極部材 1 3 と外側陽極部材 1 2 とが熱融着領域 4 5 を介して接合された場合、金属部材間の
10

【 0 0 2 5 】

この時、内側陽極部材 1 3 と溶接によって接合される、管状外周部 1 2 a の内周側の領域 1 2 b を、内側陽極部材 1 3 と同じ素材とすることで、溶接がより容易になる。この場合、接合される領域 1 2 b は、ろう材等の接合材 1 2 c によって、隣接する領域と接合しておけばよい。

【 0 0 2 6 】

図 4 (a) の構成において、図 4 (b) に示すよう熱伝導経路 4 1 , 4 2 が形成され、ターゲット 1 8 で発生した熱は、電子放出部 3 2 からの放熱の影響を受けずに、外側陽極部材 1 2 を介して収納容器 1 に速やかに放熱される。
20

【 0 0 2 7 】

尚、絶縁管 2 0 と接合される内側陽極部材 1 3 は、絶縁管 2 0 との接合領域が広くなるように、図 3 (a) 、図 4 (a) に示すように、絶縁管 2 0 の外周面を囲んで陰極 3 0 側に突出する管状外周部 1 3 a を形成しても良い。

【 0 0 2 8 】

本発明に係る陰極 3 0 は、電子放出源 3 1 と、電子放出源 3 1 に接続された陰極部材 3 4 とを備え、絶縁管 2 0 の他端に接合材 2 2 を介して気密接合される。接合材 2 1 , 2 2 としては、銀ろう等のろう材が好ましく用いられる。陰極部材 3 4 は内側陽極部材 1 3 と同様に、絶縁管 2 0 と一体化されるため、絶縁管 2 0 がセラミックで構成される場合には、線膨張係数がセラミックに近い金属部材であるコパールが好ましく用いられる。
30

【 0 0 2 9 】

ターゲット 1 8 は透過型であり、X 線を透過する透過基板と、該透過基板の内側 (陰極 3 0 側) の片面に電子線の照射により X 線を放出するターゲット金属を含有するターゲット層を備えている。ターゲット 1 8 は、ターゲット層において電子照射を受け、ターゲット層が形成された透過基板の片面とは反対側の面から X 線が放出される。ターゲット層は、高い原子番号、高融点、高比重の金属元素を、ターゲット金属として含有する。ターゲット金属は、原子番号 4 2 以上の金属元素から選択されるが、透過基板との親和性の観点からは、炭化物の標準生成自由エネルギーが負を呈するタンタル、モリブデン、タングステンの群から選択することがより好ましい。また、ターゲット金属は、ターゲット層に、
40

単一組成又は合金組成の純金属として含有されていても良いし、当該金属の炭化物、窒化物、酸窒化物等の金属化合物として含有されていても良い。透過基板としては、例えばダイヤモンド、ベリリウムなどが好ましく用いられる。ターゲット 1 8 は、銀ろう等の不図示の接合材を介して外側陽極部材 1 2 に環状に気密接合されている。

【 0 0 3 0 】

電子放出源 3 1 は、電子放出部 3 2 がターゲット 1 8 に対向するように設けられている。電子放出源 3 1 としては、例えばタングステンフィラメント、含浸型カソードのような熱陰極や、カーボンナノチューブ等の冷陰極を用いることができる。電子放出源 3 1 は、電子線 7 のビーム径及び電子電流密度、オン・オフタイミング等の制御を目的として、不図示のグリッド電極、静電レンズ電極を備えることが可能である。本発明においては、特
50

に、熱陰極を用いた場合に好適である。熱陰極を電子放出源 3 1 として用いた場合、電子線 7 の放出の有無にかかわらず、常に電子放出部 3 2 が発熱しており、従来の X 線発生装置において、ターゲット 1 8 の放熱性に対する影響が大きいためである。尚、図 2 中の 3 3 は接続端子である。

【 0 0 3 1 】

上記構成の如く、絶縁管 2 0 と陽極部材 1 1、絶縁管 2 0 と陰極部材 3 4 などそれぞれ気密接合した構成により、X 線発生管 2 内部の真空気密が維持された構成である。このような構成の X 線発生管 2 の陰極 3 0 に適切な電圧設定を印加すると、電子放出部 3 2 から電子線 7 が放出される。電子線 7 はターゲット 1 8 に衝突し、X 線 8 が放出され、収納容器 1 外へ放出される。

10

【 0 0 3 2 】

< X 線撮影システム >

次に、図 5 を用いて、本発明の X 線発生装置 9 を備える X 線撮影システムの構成例について説明する。本発明の X 線撮影システムは、図 2 に示した X 線発生装置 9 と、前記 X 線発生装置 9 から発生し、被検体 5 6 を透過した X 線 8 を検出する X 線検出装置 5 3 とシステム制御部 5 1 とを有する。システム制御部 5 1 は、X 線発生装置 9 と X 線検出装置 5 3 とを連携制御する。駆動回路 6 は、システム制御部 5 1 による制御の下に、X 線発生管 2 に各種の制御信号を出力する。駆動回路 6 が出力する制御信号により、X 線発生装置 9 から放出される X 線 8 の放出状態が制御される。X 線発生装置 9 から放出された X 線 8 は、可動絞りを備えた不図示のコリメータユニットによりその照射範囲を調整されて、X 線発生装置 9 の外部に放出され、被検体 5 6 を透過して X 線検出器 5 4 で検出される。X 線検出器 5 4 は、検出した X 線を画像信号に変換して信号処理部 5 5 に出力する。信号処理部 5 5 は、システム制御部 5 1 による制御の下に、画像信号に所定の信号処理を施し、処理された画像信号をシステム制御部 5 1 に出力する。システム制御部 5 1 は、処理された画像信号に基づいて、表示装置 5 2 に画像を表示させるための表示信号を出力する。表示装置 5 2 は、表示信号に基づく画像を、被検体 5 6 の撮影画像としてスクリーンに表示する。

20

【 0 0 3 3 】

本発明の X 線撮影システムは、工業製品の非破壊検査や、人体や動物の病理診断に用いることができる。

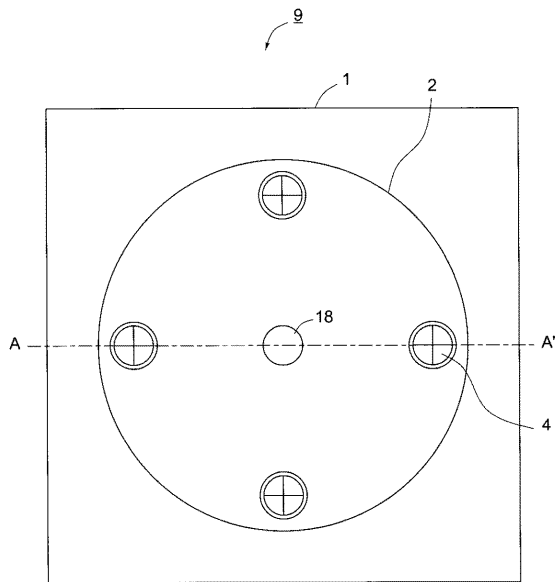
30

【 符号の説明 】

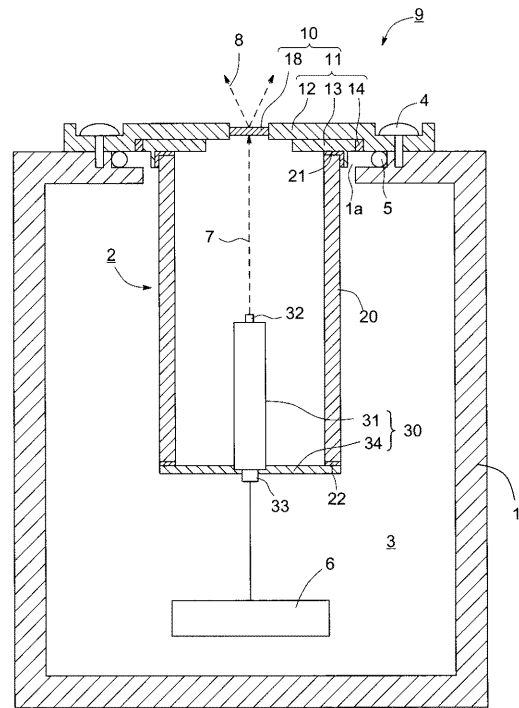
【 0 0 3 4 】

1 : 収納容器、2 : X 線発生管、1 8 : ターゲット、7 : 電子線、8 : X 線、9 : X 線発生装置、1 0 : 陽極、1 1 : 陽極部材、1 2 : 外側陽極部材、1 2 a : 管状外周部、1 3 : 内側陽極部材、1 4 , 2 1 , 2 2 : 接合材、1 8 : ターゲット、2 0 : 絶縁管、3 0 : 陰極、3 1 : 電子放出源、4 5 : 熱融着領域、5 1 : システム制御部、5 3 : X 線検出装置、5 6 : 被検体

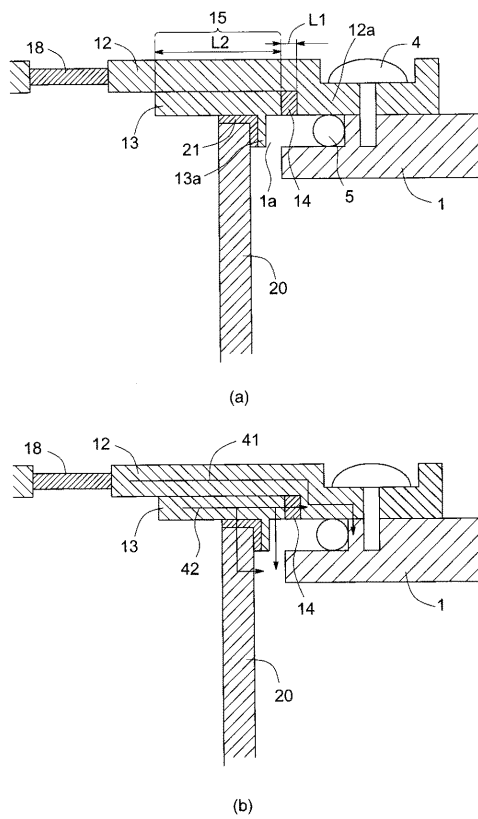
【図 1】



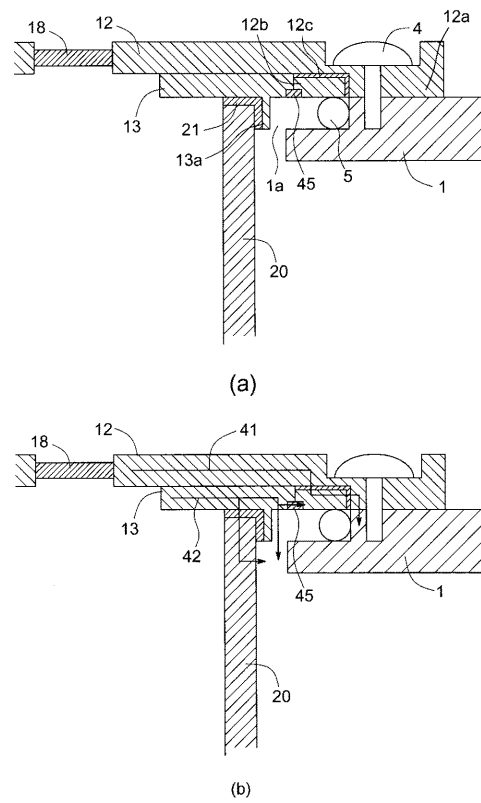
【図 2】



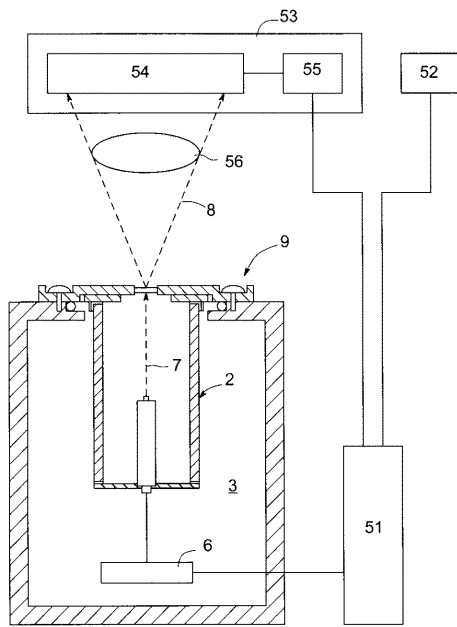
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平5-283021 (J P , A)
実開昭54-6882 (J P , U)
特開2004-235113 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 J 3 5 / 1 2
H 0 1 J 3 5 / 0 8
H 0 1 J 3 5 / 1 6