

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6061692号  
(P6061692)

(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 6/00 (2006.01)  
H 0 1 J 35/08 (2006.01)A 6 1 B 6/00 3 0 0 B  
H 0 1 J 35/08 E

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2013-6831 (P2013-6831)  
 (22) 出願日 平成25年1月18日 (2013. 1. 18)  
 (65) 公開番号 特開2014-136083 (P2014-136083A)  
 (43) 公開日 平成26年7月28日 (2014. 7. 28)  
 審査請求日 平成28年1月8日 (2016. 1. 8)

(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 三道 和宏  
 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  
 (72) 発明者 浮世 典孝  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射線発生管及び放射線発生装置及びそれらを用いた放射線撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電子を放出する電子放出源と、  
 前記電子の照射を受けて放射線が発生するターゲットと、  
 前記ターゲットよりも電子放出源側に位置し、ろう材を含む環状の接合部を介して前記  
ターゲットの周縁と接合され、管状の電子通過路を規定する後方遮蔽体  
と、を備えた放射線発生管であって、  
 前記電子通過路とは分離された閉空間が前記ターゲットと前記後方遮蔽体との間に位置  
 するように、管径方向における前記環状の接合部より内側において、前記ターゲットと当  
 接する環状の分離部を前記後方遮蔽体が有することを特徴とする放射線発生管。

10

【請求項 2】

前記ターゲットは、ターゲット材料を備えたターゲット層と、前記ターゲット層を支持  
 する支持基板とを有していることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線発生管。

【請求項 3】

前記閉空間は、前記電子通過路を囲む環状の空間であることを特徴とする請求項 1 また  
 は 2 に記載の放射線発生管。

【請求項 4】

前記電子通過路の一方の開口が前記電子放出源に離間して対向し、他方の開口が前記タ  
 ーゲットに面しており、前記接合部が前記他方の開口からは離間していることを特徴とす  
 る請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の放射線発生管。

20

## 【請求項 5】

前記後方遮蔽体は、管の半径方向において、管の中心側から順に、前記電子通過路と、前記分離部と、前記ターゲットと離間して位置する離間部とを備え、前記閉空間は、少なくとも、前記ターゲットと前記接合部と前記離間部とにより囲まれてなることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の放射線発生管。

## 【請求項 6】

前記分離部と前記離間部は同一平面上に位置し、前記ターゲットは、前記ターゲットの中央から周縁に向かって、前記離間部から遠ざかるテーパ部を有していることを特徴とする請求項 5 に記載の放射線発生管。

## 【請求項 7】

前記支持基板は、その前記他方の開口と面する側において凹部を有し、前記凹部は、前記後方遮蔽体の分離部とはめあい構造を形成していることを特徴とする請求項 4 に記載の放射線発生管。

## 【請求項 8】

前記他方の開口の直径が、前記一方の開口の直径より大であることを特徴とする請求項 4 に記載の放射線発生管。

## 【請求項 9】

前記ターゲット層の直径が、前記分離部の内径よりも小であることを特徴とする請求項 5 に記載の放射線発生管。

## 【請求項 10】

前記後方遮蔽体が、タングステン、タンタル、モリブデン、ジルコニウム、ニオブ、又はこれらの合金の少なくともいずれかを備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の放射線発生管。

## 【請求項 11】

前記ろう材が、Cr-V系合金、Ti-Ta-Mo系合金、Ti-V-Cr-Al系合金、Ti-Cr系合金、Ti-Zr-Be系合金、Zr-Nb-Be系合金、Au-Cu系合金、ニッケルろう、黄銅ろう、銀ろう、パラジウムろうから選択された材料であることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の放射線発生管。

## 【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の放射線発生管と、前記放射線発生管に電氣的に接続されるとともに、該放射線発生管を駆動する駆動電源と、を備えることを特徴とする放射線発生装置。

## 【請求項 13】

請求項 12 に記載の放射線発生装置と、前記放射線発生装置から放出され被検体を透過した放射線を検出する放射線検出器と、前記放射線発生装置と前記放射線検出器とを連携して制御する装置制御部とを備えることを特徴とする放射線撮影装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ターゲットに電子を照射することで放射線を発生させ、X線撮影等に適用できる放射線発生装置及びそれを用いた放射線撮影装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

放射線源として用いられる放射線発生装置では、真空維持された放射線発生管内部で、電子源から電子を放出させ、タングステン等の原子番号が大きい金属材料で構成されるターゲットに電子を衝突させることにより放射線を発生させている。

## 【0003】

ところで、電子源から電子を効率良く発生させ、放射線発生装置の長寿命化を図るためには、放射線発生管内部を長期間にわたって真空に維持する必要がある。また、放射線発生装置では、ターゲットで発生した放射線が全方向へ発せられるため、後方遮蔽体を設け

10

20

30

40

50

ることにより撮影に必要となる放射線以外の不要な放射線を遮蔽するのが一般的である。特許文献 1 には、透過型ターゲットを用いた放射線発生装置において、ターゲット層が形成された透過基板の周囲を放射線発生管の遮蔽体にろう付けすることによって放射線発生管内部を真空中に維持する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2012 - 124098 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

放射線発生装置の真空維持と不要放射線遮蔽の実現方法として、上述したような後方遮蔽体にターゲットをろう接することで放射線発生管を真空封止する方法がある。ここで、接合に用いるろう材はターゲット材料や周辺の後方遮蔽体より融点が高い低融点材料を用いる。そのため、ターゲットの周縁部と遮蔽体とを接合するろう材が放射線発生管の動作時の発熱により軟化溶融し、ターゲット層形成領域、または、電子通過路に流れ出す場合があった。この場合、流れ出したろう材に電子線があたると、ターゲット材料に由来する線質とは異なる線質の放射線を前方に放出し線質を低下させるという問題を引き起こすこととなる。

【0006】

20

そこで、本発明は、流れ出したろう材による線質の低下を起こすことなく、安定して放射線を発生させることができ、長時間連続使用可能とする放射線発生装置及びそれを用いた放射線撮影装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、電子を放出する電子放出源と、

前記電子の照射を受けて放射線を発生するターゲットと、

前記ターゲットよりも電子放出源側に位置し、ろう材を含む環状の接合部を介して前記ターゲットの周縁と接合され、管状の電子通過路を規定する後方遮蔽体と、を備えた放射線発生管であって、

30

前記電子通過路とは分離された閉空間が前記ターゲットと前記後方遮蔽体との間に位置するように、管径方向における前記環状の接合部より内側において、前記ターゲットと当接する環状の分離部を前記後方遮蔽体が有することを特徴とする放射線発生管に関する。

【0008】

また、本発明は、外囲器内に、上記構成の放射線発生管と駆動電源とが配置されてなる放射線発生装置に関する。

【0009】

さらに、本発明は、上記構成の放射線発生装置と、前記放射線発生装置から放出され被検体を透過した放射線を検出する放射線検出器と、を備えることを特徴とする放射線撮影装置に関する。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、後方遮蔽体とターゲットをろう接して作製するアノードの構造をろう材がターゲット形成領域または電子通過路まで流れ込まず、電子線がろう材に直接照射されない構造としたため、放射線の線質の低下を起こすことをなくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図 1】本発明の放射線発生管及び放射線発生装置の一実施形態（実施例 1）を示す模式図である。

【図 2】本発明の放射線発生管及び放射線発生装置の実施例 2 のアノードの断面模式図で

50

ある。

【図 3】本発明の放射線発生管及び放射線発生装置の実施例 3 のアノードの断面模式図である。

【図 4】本発明の放射線発生管及び放射線発生装置の実施例 4 のアノードの断面模式図である。

【図 5】本発明の放射線発生管及び放射線発生装置の実施例 5 のアノードの断面模式図である。

【図 6】本発明の放射線撮影装置の一実施形態（実施例 6）を示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

10

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。

【0013】

図 1 を用いて本発明の放射線発生装置の構成について説明する。図 1 ( a ) は本発明の放射線発生装置の一実施形態を示す模式図であり、図 1 ( b ) は図 1 ( a ) におけるアノードを拡大して表した断面図、図 1 ( c ) は図 1 ( b ) のアノードをターゲット 9 を除いた状態で放射線取り出し窓 18 側から見た平面図である。

【0014】

放射線発生装置 19 は、放射線取り出し窓 18 を有する外囲器 17 内に、放射線発生管 1、駆動電源 16 が配置され、外囲器 17 内の余空間を絶縁性液体 15 で満たして構成されている。

20

【0015】

放射線発生管 1 は、電子放出源 3、アノード 10、真空容器 6 からなる。電子放出源 3 の動作安定性、寿命等の必要に応じて、真空容器 6 の真空度を維持するためにゲッタ 12 を設けることも可能である。

【0016】

電子放出源 3 は、電流導入端子 4、電子放出部 2 からなる。電子放出源 3 の電子放出機構としては、真空容器 6 の外部から電子放出量を制御可能な電子放出源であれば良く、熱陰極型電子放出源、冷陰極型電子放出源等を適宜適用することが可能である。電子放出源 3 は、真空容器 6 を貫通するように配置した電流導入端子 4 を介して、電子放出量及び電子放出のオン・オフ状態を制御可能なように、真空容器 6 の外部に配置した駆動電源 16 に電氣的に接続される。

30

【0017】

電子放出部 2 から放出された電子は、不図示の引き出しグリッド、不図示の加速電極により、10 keV 乃至 200 keV 程度のエネルギーを有する電子線 5 となり、電子放出部 2 に対向させて配置したターゲット 9 に、入射可能となっている。引き出しグリッド、加速電極は、熱陰極の電子銃管に内蔵することも可能である。また、電子線の照射スポット位置及び電子線の非点収差の調整の為の補正電極を電子放出源 3 に付加した上で、外部に配置した不図示の補正回路と接続することも可能である。

40

【0018】

アノード 10 は、ターゲット基板 9 a とターゲット層 9 b とからなるターゲット 9 と、後方遮蔽体 7 c とを少なくとも備え、後方遮蔽体 7 c とターゲット 9 の周縁とは、ろう材 14 で接合された接合部を備えている。

【0019】

ターゲット層 9 b は、図 1 ( b ) に図示されるように、ターゲット基板 9 a の一方の面において、ターゲット基板 9 a に支持されている。ターゲット層 9 b は、通常、原子番号 26 以上の金属材料をターゲット材料として含有する。より好適には、熱伝導率が大きく融点が高いものほど良い。具体的には、タングステン、モリブデン、クロム、銅、コバルト、鉄、ロジウム、レニウム等の金属材料、又はこれらの合金材料を好適に用いることが

50

できる。ターゲット層 9 b の厚さは、加速電圧によってターゲット層 9 b への電子線の浸入深さ即ち放射線の発生領域が異なるため、最適な値は異なるが、1  $\mu\text{m}$  乃至 15  $\mu\text{m}$  である。

【0020】

ターゲット基板 9 a へのターゲット層 9 b の一体化は、スパッタ、蒸着等によって得ることができる。また、別の方法としては、別途、圧延や研磨により所定の厚さのターゲット層 9 b の薄膜を作製し、ターゲット基板 9 a に高温、高圧下で、拡散接合することにより得ることができる。

【0021】

ターゲット基板 9 a は、放射線の透過性が高く、熱伝導が良く、真空封止に耐える必要がある。例えば、ダイヤモンド、窒化ケイ素、炭化ケイ素、窒化アルミ、グラファイト、ベリリウム等を用いることができる。より好ましくは、放射線の透過率がアルミニウムよりも小さく熱伝導率がタングステンよりも大きい、ダイヤモンド、窒化アルミ、窒化ケイ素が望ましい。ターゲット基板 9 a の厚さは、上記の機能を満足すれば良く、材料によって異なるが、0.3 mm 以上 2 mm 以下が好ましい。特に、ダイヤモンドは、他の材料に比べて、熱伝導性が極めて大きく、放射線の透過性も高く、真空を保持しやすいため、より優れている。しかし、これらの材料は、温度が上昇するにつれて、熱伝導率の低下が大きいので、ターゲット基板 9 a は、できるだけ温度上昇を抑制しておく必要がある。

【0022】

後方遮蔽体 7 c は、管状の電子通過路 8 を有している。電子通過路 8 の一端（電子放出源 3 側の端部の開口部）から電子が入射し、電子通過路 8 の他端側（電子放出源 3 と反対側）に設けられたターゲット 9 に電子が照射されて放射線が発生する。電子通過路 8 は、ターゲット 9 よりも電子放出源 3 側では、電子線 5 をターゲット層 9 b の電子線照射領域（放射線発生領域）に導くための通過路になっており、ターゲット 9 よりも放射線取り出し窓 18 側では放射線を外部に放出するための通過路になっている。ターゲット層 9 b から電子放出源 3 側へ向かって放射される放射線、ターゲット層 9 b から放射線取り出し窓 18 側へ向かって放射される放射線のうち不要な放射線は、それぞれ電子通過路 8 の内壁で遮蔽される。

【0023】

なお、本発明において、アノード 10 を構成する後方遮蔽体 7 c は、ターゲット層 9 b よりも電子放出源 3 側に位置する部分を示す。後方遮蔽体とは別に、アノード 10 は、ターゲット層 9 b より電子放出源 3 とは反対側に、前方遮蔽体 7 d を備えてもよい。前方遮蔽体 7 d と後方遮蔽体 7 c とは、ターゲット 9 を挟持するように互いに分離していても、一体的に結合していても良く、前方遮蔽体 7 d と後方遮蔽体 7 c とを合わせて遮蔽体 7 と称する。

【0024】

電子通過路 8 は、図 1 (c) に示すように放射線取り出し窓 18 側から見た平面図では円形となっているが、四角や楕円形等適宜、選択することができる。また、後方遮蔽体 7 c は、絶縁性液体 15 と接した形態とする場合には、ターゲット 9 で発生した熱を絶縁性液体に伝達し放射線発生管 1 の外部へ逃がす機能も有している。

【0025】

本発明の放射線発生管 1 は、外囲器 17 とアノード 10 とが接続された形態とする場合にも含まれる。具体的には、前方遮蔽体 7 d、または、後方遮蔽体 7 c の部分で、外囲器 17 と接続することにより、遮蔽体 7 を介して、外囲器 17 外の雰囲気中に放熱する効果を発現させることが可能である。

【0026】

後方遮蔽体 7 c に用いることができる材料は、30 kV 乃至 150 kV の管電圧で発生する放射線を遮蔽できるものであれば良い。例えば、タングステン、タンタル、銅、銀の他、モリブデン、ジルコニウム、ニオブ等、又はこれらの合金を用いることができる。

【0027】

後方遮蔽体 7c とターゲット 9 の接合は、ろう付け等により行うことができる。ろう付けによる接合は、真空容器 6 の内部を真空状態に維持することが重要である。ろう付けのろう材としては、後方遮蔽体 7c の材料や耐熱温度等により、適宜、選択することができる。例えば、ターゲット基板 9a が特に高温になるような場合には、高融点金属用ろう材として、Cr-V 系合金、Ti-Ta-Mo 系合金、Ti-V-Cr-Al 系合金、Ti-Cr 系合金、Ti-Zr-Be 系合金、Zr-Nb-Be 系合金等を選択できる。真空気密をより重視する場合には、高真空機器用のろう材として、Au-Cu を主成分とするろう材を用いることができる。他に、ニッケルろう、黄銅ろう、銀ろう、パラジウムろう等を用いることができる。

#### 【0028】

10

真空容器 6 はガラスやセラミックス等で構成することができ、真空容器 6 の内部は、真空排気（減圧）された内部空間 13 となっている。内部空間 13 は、電子の平均自由行程として、電子放出源 3 と放射線を放出するターゲット層 9b の間の距離を、少なくとも電子が飛翔可能なだけの真空度であれば良く、 $1 \times 10^{-4}$  Pa 以下の真空度が適用可能である。使用する電子放出源や、動作する温度等を考慮して適宜選択することが可能であり、冷陰極型電子放出源等の場合は、 $1 \times 10^{-6}$  Pa 以下の真空度とするのがより好ましい。真空度の維持の為に、ゲッタ 12 を内部空間 13 に配置するか、もしくは内部空間 13 に連通している不図示の補助スペースに設置することも可能である。

#### 【0029】

以下、図 1 (b) を用いて、アノード 10 の構成を詳細に説明する。アノード 10 は、電子通過路 8 を有する後方遮蔽体 7c と、放射線透過窓を兼ねるターゲット基板 9a とターゲット基板 9a の電子放出源 3 側の表面に配置されたターゲット層 9b とからなるターゲット 9 とから構成される。

20

#### 【0030】

ターゲット 9 及び後方遮蔽体 7c はターゲット 9 の側面部またはターゲット 9 の電子照射面側（電子放出源 3 側）の周縁部の両者もしくは一方でろう材 14 によって接合されている。この際、ターゲット 9 は後方遮蔽体の分離部 7a によって支持されている。ろう材による接合は、真空容器 6 内の真空を維持するため、図 1 (c) に示すようにターゲットの全周にわたってろう材が存在し接合されている。

#### 【0031】

30

また、図 1 (c) 中において、管状の電子通過路 8 のターゲット 9 と面する方の面の位置における、後方遮蔽体 7c の断面の概略が示されている。管状後方遮蔽体 7c は、管の半径方向において、管の中心側から順に、電子通過路 8、分離部 7a、離間部 7b、ターゲット 9 と後方遮蔽体 7c との接合部を備えている。

#### 【0032】

分離部 7a は、ターゲット 9 の後方側と当接する後方遮蔽体 7c の部分であり、閉空間 20 と電子通過路 8 とを分離する機能を有する。離間部 7b は、ターゲット 9 との間に間隙を介して、即ち離間して位置する後方遮蔽体 7c の部分であり、分離部 7a、ターゲット 9、および、接合部とともに、閉空間 20 の範囲を規定する機能を有する。

#### 【0033】

40

このような配置とすることにより、アノード 10 は、ターゲット 9 のターゲット層 9b 側において、ターゲット 9 と後方遮蔽体 7c との間に、少なくとも、ろう材 14 を備えた接合部と、ターゲット 9 と、離間部 7b とにより囲まれた閉空間 20 を備えている。

#### 【0034】

図 1 (b) に示すように、閉空間 20 は、分離部 7a を介して位置し、電子通過路 8 から独立している。閉空間 20 は、アノード 10 の温度上昇により、ろう材 14 の一部が軟化溶解して接合部からはみ出され、ターゲット 9 の後方側に漏出した場合に、かかる漏出したろう材 14 を収納する機能を有する。閉空間 20 を備えた放射線発生管 1 は、ろう材 14 の電子通過路 8 へのはみ出しを防止し、以って、ろう材起因の放射線の発生を防止する機能を有する。

50

## 【 0 0 3 5 】

なお、本発明において、接合部とは、接合材により接合された部分であって、接合材の厚みを介して対向する２つの接合面と、該対向する２つの接合面の間に位置する接合材とからなる部分を意味する。

## 【 0 0 3 6 】

ターゲット 9 と後方遮蔽体 7 c のろう付けにあたっては、予め、ターゲット 9 の周囲に不図示のメタライズ層を設ける。メタライズ層は、例えば、Ti、Zr、或いはHfから選ばれた少なくとも１種の元素を含んだ化合物を活性金属成分として含むメタライズ組成物粉末と、樹脂結合材や分散媒を添加してペーストを作製する。その後、メタライズする箇所に塗工し、所定の温度で焼成することにより得られる。次に、ターゲット 9 の周囲のメタライズした表面に、活性金属ろうを付着させる。例えば、Ti入り銀銅ろう材を用いることができる。この活性金属ろうを付着させたターゲット 9 を、予め所定の寸法に形成した後方遮蔽体 7 c に設けられた分離部 7 a にセットし、所定の温度、時間で焼成する。この焼成条件は、金属活性ろうの種類によって異なる。前述のTi入り銀銅ろう材の場合、約 850 で処理するのが好ましい。

## 【 0 0 3 7 】

本発明では、ターゲット 9 のターゲット層 9 b 側のろう材による接合部に隣接した領域を電子通過路とは、分離部 7 a を介して分離された、閉空間とした。そのため、放射線発生管の動作時の発熱によりろう材が軟化溶解して流れ出した場合でも、閉空間内に留まり、電子線通過路のターゲット層形成領域までろう材が流れ込むことはない。従って、流れ出したろう材に電子線があたり、ターゲット材料とは異なる線質の放射線を前方に放出し線質を低下させるという問題も発生しない。

## 【 0 0 3 8 】

本発明のターゲット 9 と後方遮蔽体 7 c との接続に関する態様は、図 1 ( b ) に示す構成が少なくとも備える「電子通過路 8 とろう材 1 4 との分離作用」以外に、分離部 7 a の当接圧、動作時の熱変形等を考慮して、接続形態を適宜変形した実施形態を本発明は含む。

## 【 0 0 3 9 】

例えば、図 1 ( b ) は、後方遮蔽体が有する隔壁とターゲットとの当接により、分離部 7 a と、離間部 7 b とを形成している。これに対して、図 2 のように、ターゲット 9 の周縁にテーパー部を持たせて、ターゲット 9 の電子放出源側に分離部 7 a を形成し、ターゲット 9 の周縁に閉空間を形成する実施形態とすることにより、分離部の当接圧を緩和した変形例を本発明は含む。更に、図 3 乃至図 5 に示す実施形態も本発明は含み、後述の実施例でその詳細を示す。

## 【 0 0 4 0 】

本発明の放射線発生装置及びそれを用いた放射線撮影装置は、ターゲットと遮蔽体を接合するろう材が流出した場合でも、ろう材が電子通過路に到達しないような構成をとることで、線質の低下を起こすことのないものである。そのため、安定して放射線を発生させることができ、長時間連続使用可能な良好な性能の装置である。

## 【 実施例 】

## 【 0 0 4 1 】

以下、実施例により本発明を更に詳細に説明する。

## 【 0 0 4 2 】

## &lt; 実施例 1 &gt;

図 1 に基づいて、本発明の第一の実施例を説明する。本実施例では、図 1 ( a ) 乃至 ( c ) に示す放射線発生装置を作製した。作製方法を以下に示す。

## 【 0 0 4 3 】

高圧合成ダイヤモンドをターゲット基板 9 a として用意した。高圧高温ダイヤモンドは、直径 5 mm、厚さ 1 mm のディスク状 ( 円柱状 ) の形状である。予め、UV - オゾンアッシャにより、ダイヤモンドの表面にある有機物を除去した。このダイヤモンド基板の直

10

20

30

40

50

径1mmの面の一方の面上に、スパッタ法により、Arをキャリアガスとして、予め、チタン層を形成し、その後、ターゲット層9bとして8μmの厚さのタングステン層を形成した。このようにして、ターゲット9を得た。このターゲット9の周囲にチタンを活性金属成分としたメタライズ層を形成し、その上に、銀、銅、チタンからなるろう材を付けた。一方、後方遮蔽体7cとしてタングステンを用意し、図1(b)のように、分離部7a、離間部7b、及び電子通過路8を形成した。離間部7bの外周側の直径は5.3mm、内周側の直径は3.6mm、電子通過路8の断面の径は2.0mmとした。分離部7aに対して離間部7bは1.0mm低くなるようにした。ろう材を付けたターゲット9を、上記のような形状に加工した後方遮蔽体7cにセットして、850℃で焼成し、アノード10を作製した。

10

#### 【0044】

次に、図1に示すように、ターゲット9と後方遮蔽体7cを一体としたアノード10を、電子放出部2を有する含浸型の熱電子銃を電子放出源3と対向させて、電子線5が電子通過路8の中に入るように位置決めし、真空封止し、放射線発生管1とした。真空容器6内にはゲッタ12も配置した。

#### 【0045】

最後に上記の放射線発生管1を用いて放射線発生装置19とした。放射線発生装置19は、放射線取り出し窓18を有する外囲器17内に、放射線発生管1、駆動電源16が配置され、外囲器17内の余空間を絶縁性液体15で満たして構成とした。

#### 【0046】

20

本実施例の放射線発生装置から発生した放射線のスペクトルを測定したところ、ろう材に含まれる銀のスペクトルは観察されなかった。また、印加電圧100kV、電流10mA、パルス幅100ms、Duty 1/100の駆動条件で約56時間(2000回の曝射相当)の評価を行なったが線質の低下は観察されず、安定して放射線を発生させることが確認された。即ち、長時間連続使用した場合でも良好な性能を発揮できるものであった。

#### 【0047】

##### <実施例2>

図2を用いて本発明の第二の実施例について説明する。図2は放射線発生装置のアノード10を拡大した断面図である。本実施例のアノード10も、ターゲット9のターゲット層9b側に、接合部に隣接してターゲット9と後方遮蔽体7cとろう材14に囲まれ、電子通過路から独立した閉空間20を有している。本実施例では、実施例1と異なり、後方遮蔽体7cの分離部7aと離間部7bは同一平面上に位置し、ターゲット9がターゲット9の中央から周縁に向かって離間部7bから遠ざかるテーパ部を有していることで閉空間20が形成されている。本実施例は、後方遮蔽体7cとターゲット層9b面で接触するため放射線発生管の動作時のターゲット9と後方遮蔽体7cとの線膨張率差起因の当接部のずれによるターゲット層9bの損傷を低減することができる。また、後方遮蔽体の加工もより容易なものである。

30

#### 【0048】

上記後方遮蔽体とターゲット層との接続形態が異なる以外は、実施例1と同様に放射線発生装置を作製した。本実施例の放射線発生装置から発生した放射線のスペクトルを測定したところ、ろう材に含まれる銀のスペクトルは観察されなかった。また、実施例1と同様に長時間連続使用した場合でも線質の低下を起こすことなく、安定して放射線を発生させることができる良好な性能のものであった。

40

#### 【0049】

##### <実施例3>

図3を用いて本発明の第三の実施例について説明する。図3は放射線発生装置のアノード10を拡大した断面図である。本実施例では、実施例1と比較して、ターゲット9のターゲット基板9aは、その電子通過路8と面する側において凹部を有しており、かかる凹部が、後方遮蔽体7cの分離部7aとはめあい構造を形成している。そのため、ターゲッ

50



ト 9 の位置がより安定しやすい構造となっている。

【 0 0 5 0 】

上記後方遮蔽体とターゲット層との接続形態が異なる以外は、実施例 1 と同様に放射線発生装置を作製した。本実施例の放射線発生装置から発生した放射線のスペクトルを測定したところ、ろう材に含まれる銀のスペクトルは観察されなかった。また、実施例 1 と同様に長時間連続使用した場合でも線質の低下を起こすことなく、安定して放射線を発生させることができる良好な性能のものであった。

【 0 0 5 1 】

< 実施例 4 >

図 4 を用いて本発明の第四の実施例について説明する。図 4 は放射線発生装置のアノード 10 を拡大した断面図である。本実施例は、実施例 1 と比較して、電子通過路 8 のターゲット 9 側の径が電子放出源 3 側の径と比較して大な構造となっている。具体的には、電子放出源 3 側の直径 2 mm に対して、ターゲット 9 側の直径は 4 mm とし、広い部分の長さは 1 mm とした。このような形態とすることで、分離部 7 a を焦点から離間することにより、分離部 7 a における後方遮蔽体 7 c とターゲット 9 との温度差を抑制することが可能となる。この結果、放射線発生装置の停止時 / 動作時間の温度変化に伴い接触部に生ずるせん断力を低減することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

上記後方遮蔽体とターゲット層との接続形態が異なる以外は、実施例 1 と同様に放射線発生装置を作製した。本実施例の放射線発生装置から発生した放射線のスペクトルを測定したところ、ろう材に含まれる銀のスペクトルは観察されなかった。また、実施例 1 と同様に長時間連続使用した場合でも線質の低下を起こすことなく、安定して放射線を発生させることができる良好な性能のものであった。

【 0 0 5 3 】

< 実施例 5 >

図 5 を用いて本発明の第五の実施例について説明する。図 5 は放射線発生装置のアノード 10 を拡大した断面図である。本実施例ではターゲット層 9 b の直径は、後方遮蔽体 7 c の分離部 7 a の内径よりも小さいものとなっていて、ターゲット層 9 b は直接後方遮蔽体 7 c と接触していない。そのため、放射線発生管が動作した際の発熱による熱変形でターゲットと後方遮蔽体がずれた場合でも、こすれることによるターゲット層の損傷は発生しない。なお、本実施例では、実施例 4 と同様に電子通過路 8 のターゲット 9 側の径が電子放出源 3 側の径と比較して広い構造としたが、これに限らず、ターゲット層 9 b の直径が後方遮蔽体 7 c の分離部 7 a の内径よりも小さければ同様の効果が得られる。

【 0 0 5 4 】

上記後方遮蔽体とターゲット層との接続形態が異なる以外は、実施例 1 と同様に放射線発生装置を作製した。本実施例の放射線発生装置から発生した放射線のスペクトルを測定したところ、ろう材に含まれる銀のスペクトルは観察されなかった。また、実施例 1 と同様に長時間連続使用した場合でも線質の低下を起こすことなく、安定して放射線を発生させることができる良好な性能のものであった。

【 0 0 5 5 】

< 実施例 6 >

本発明の第六の実施例は、放射線発生装置を用いた放射線撮影装置である。本実施例の放射線撮影装置は、図 6 に示すように、放射線発生装置 1 9、放射線検出器 3 1、信号処理部 3 2、装置制御部 3 3 及び表示部 3 4 を備えている。放射線検出器 3 1 は信号処理部 3 2 を介して装置制御部 3 3 に接続され、装置制御部 3 3 は表示部 3 4 及び電圧制御部 3 5 に接続されている。放射線発生装置 1 9 としては、実施例 1 の放射線発生装置を用いた。放射線発生装置 1 9 における処理は装置制御部 3 3 によって統括制御される。例えば、装置制御部 3 3 は放射線発生装置 1 9 と放射線検出器 3 1 による放射線撮影を制御する。放射線発生装置 1 9 から放出された放射線 1 1 は、被検体 3 6 を介して放射線検出器 3 1 で検出され、被検体の放射線透過画像が撮影される。撮影された放射線透過画像は表示部

10

20

30

40

50

34に表示される。また例えば、装置制御部33は放射線発生装置19の駆動を制御し、電圧制御部35を介して放射線発生管に印加される電圧信号を制御することにより、放射線発生装置19と、放線検出器31とを連携して制御する。

【0056】

本実施例の放射線撮影装置は、実施例1と同様に長時間連続使用した場合でも、安定した放射線画像を得ることのできる良好な性能のものであった。

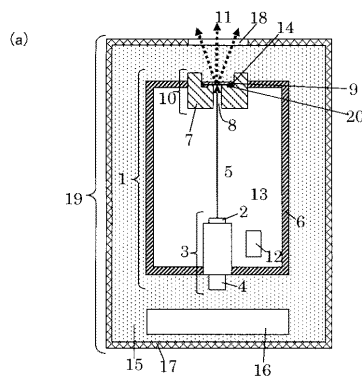
【符号の説明】

【0057】

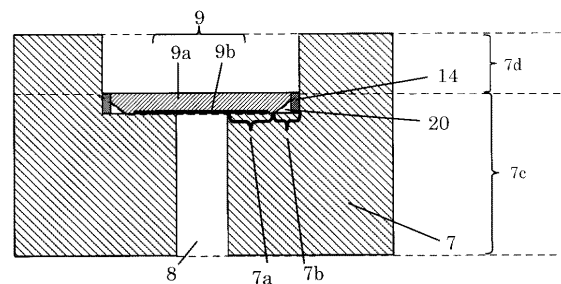
1：放射線発生管、2：電子放出部、3：電子放出源、4：電流導入端子、5：電子線、6：真空容器、7：遮蔽体、7a：分離部、7b：離間部、7c：後方遮蔽体、7d：前方遮蔽体、8：電子通過路、9：ターゲット、9a：ターゲット基板、9b：ターゲット層、10：アノード、11：放射線、12：ゲッタ、13：内部空間、14：ろう材、15：絶縁性液体、16：駆動電源、17：外圍器、18：放射線取り出し窓、19：放射線発生装置、20：閉空間、31：放射線検出器、32：信号処理部、33：装置制御部、34：表示部、35：電圧制御部、36：被検体

10

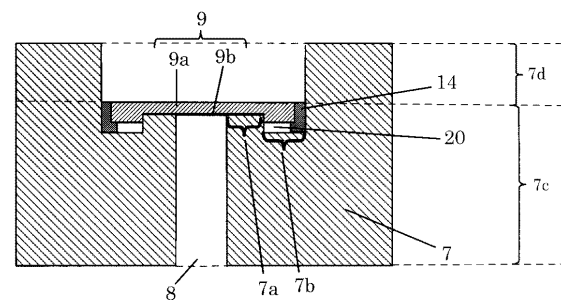
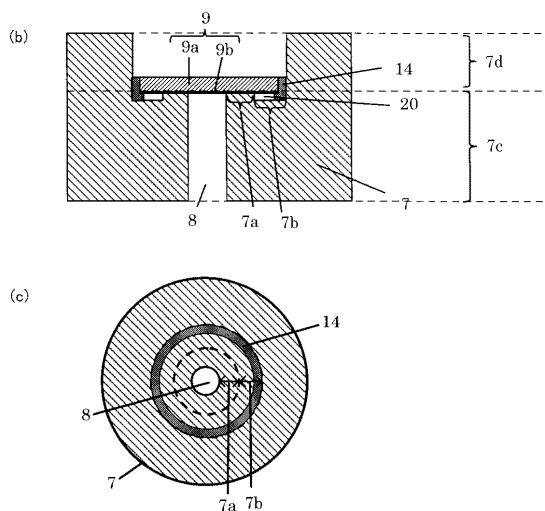
【図1】



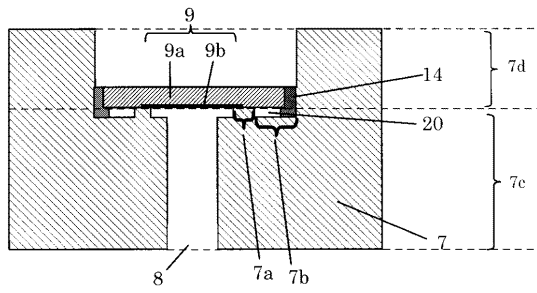
【図2】



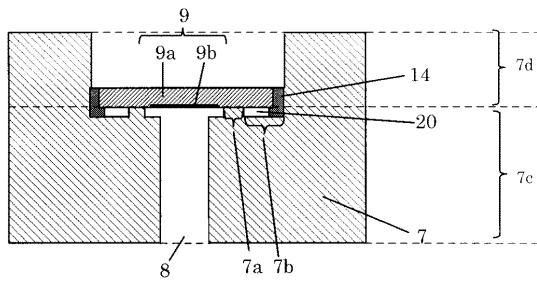
【図3】



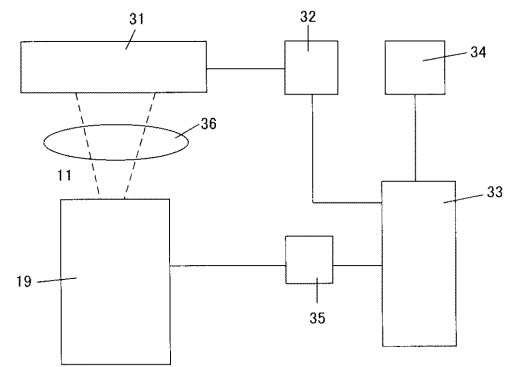
【図 4】



【図 5】



【図 6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 佐藤 安栄  
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  
(72)発明者 柳沢 芳浩  
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 田中 洋行

- (56)参考文献 特開2008-135397(JP,A)  
特開2009-21032(JP,A)  
特開2002-343290(JP,A)  
特開2012-124098(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
A61B 6/00 - 6/14  
H01J 35/00 - 35/32