

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5796990号  
(P5796990)

(45) 発行日 平成27年10月21日(2015.10.21)

(24) 登録日 平成27年8月28日(2015.8.28)

(51) Int.Cl.

F 1

H05G 1/04 (2006.01)  
H05G 1/02 (2006.01)H05G 1/04  
H05G 1/02

P

請求項の数 11 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2011-88806 (P2011-88806)  
 (22) 出願日 平成23年4月13日 (2011.4.13)  
 (65) 公開番号 特開2012-221864 (P2012-221864A)  
 (43) 公開日 平成24年11月12日 (2012.11.12)  
 審査請求日 平成26年3月25日 (2014.3.25)

(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 敏介  
 (74) 代理人 100110870  
 弁理士 山口 芳広  
 (72) 発明者 上田 和幸  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ャノン株式会社内  
 (72) 発明者 田村 美樹  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
 ャノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線発生装置及びそれを用いたX線撮影装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

絶縁性の胴部と、前記胴部内に配置された電子源と、前記電子源に対向し前記電子源から放出された電子の照射によりX線を発生させ前記電子源とは反対側からX線が取出される透過型ターゲットと、前記透過型ターゲットを支持するターゲット基板と、前記ターゲット基板を支持し前記透過型ターゲットで発生したX線を遮蔽する管状の遮蔽部材と、を備え、管内部が密閉された透過型X線管と、

前記透過型X線管を絶縁性液体とともに収納する収納容器と、

前記透過型X線管と前記収納容器との間に前記絶縁性液体の流路を残して、前記透過型X線管を前記収納容器に対して保持する保持部材と、

前記透過型X線管と前記収納容器とを中点接地電源方式で電気的に接続し、前記電子源から放出された電子を前記透過型ターゲットに向けて加速させる加速電圧を発生させる電源回路と、

を備えたX線発生装置であって、

前記ターゲット基板は、前記透過型ターゲットと前記絶縁性液体との間に伝熱的に配置され、前記透過型ターゲットが前記電子源に対向する方向における前記保持部材と前記管状の遮蔽部材の外周との距離が、前記管状の遮蔽部材の外面に接する前記流路の最小幅の2倍以上であることを特徴とするX線発生装置。

## 【請求項 2】

前記透過型X線管が、前記胴部が前記保持部材に嵌合されて保持されていることを特徴

とする請求項 1 に記載の X 線発生装置。

【請求項 3】

前記保持部材と前記収納容器が、共に熱伝導性を有し、伝熱的に接続されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の X 線発生装置。

【請求項 4】

前記保持部材が前記収納容器の一部をなしていることを特徴とする請求項 1 に記載の X 線発生装置。

【請求項 5】

前記収納容器の一部が前記収納容器の内面に設けられた凸部であることを特徴とする請求項 4 に記載の X 線発生装置。 10

【請求項 6】

前記収納容器が熱伝導性を有することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の X 線発生装置。

【請求項 7】

前記収納容器が冷却装置を備えていることを特徴とする請求項 6 に記載の X 線発生装置。

【請求項 8】

前記保持部材が、導電性を有し、接地されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の X 線発生装置。 20

【請求項 9】

前記保持部材が、鉄、ステンレス、真鍮、銅の少なくともいずれかであることを特徴とする請求項 8 に記載の X 線発生装置。

【請求項 10】

前記電源回路は、前記透過型 X 線管に加速電圧 V を印加し、前記収納容器は接地され、前記透過型ターゲットは、前記収納容器に対して + V / 2 [V] の電位に規定され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 X 線発生装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の X 線発生装置と、前記 X 線発生装置から放出され被検体を透過した X 線を検出する X 線検出器と、前記 X 線発生装置と前記 X 線検出器とを制御する制御部とを有することを特徴とする X 線撮影装置。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X 線発生装置及び X 線撮影装置に関し、特に絶縁性液体が充填された収納容器内に保持部材で保持された透過型 X 線管を備える X 線発生装置及びそれを用いた X 線撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

電子源から放出された電子をターゲットに照射することにより X 線を発生させる X 線発生装置として、密閉された内部に電子源とターゲットを配置した X 線管を備える X 線発生装置が知られている。X 線管内に配置される電子源としては、従来からフィラメント等の熱電子源が用いられている。熱電子源には、ブラウン管用の電子源として用いられる含浸型熱陰極電子放出素子等のように小型のものもある。熱電子源を用いた X 線管では、高温に加熱した熱電子源から放出された熱電子の電子束の一部を、ウエルト電極、引出し電極、加速電極及びレンズ電極を通して高エネルギーに加速する。それと同時に所望の形状に電子束が成形された後、成形された電子束をタンクスティン等の金属で構成されたターゲットに照射して X 線を発生させる。 40

【0003】

50

しかし、電子束を高エネルギーに加速しターゲットに照射してX線を発生させる際、ターゲットでは、ターゲットに衝突する電子のエネルギーの約1%以下がX線となり、残りの約99%以上が熱となる。このときターゲットで発生した熱は放射熱として放熱されるが、ターゲットは真空中にあるため放熱が十分に行われないことがある。放熱量が少ない場合にはターゲットの温度が上昇し、ターゲットを支持するターゲット基板を用いている場合にはターゲット基板が溶融することがあり、ターゲット基板を用いない場合にはターゲットが溶融することがある。このため、ターゲットで発生した熱を速やかに放熱する必要があった。

#### 【0004】

特許文献1には、収納容器内にX線管を備え、収納容器とX線管の間に電気絶縁油を充填し、ターゲットで発生した熱を電気絶縁油に伝えてターゲットの放熱効果を高める技術が開示されている。10

#### 【先行技術文献】

#### 【特許文献】

#### 【0005】

#### 【特許文献1】特開2002-025792号公報

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

しかしながら、電気絶縁油が充填された収納容器内に透過型X線管が保持部材で保持されたX線発生装置では、ターゲットの発熱により温められた電気絶縁油の対流が保持部材によって妨げられて流速が低下し、ターゲットの熱を速やかに放熱できない場合があった。速やかに放熱できないと、電気絶縁油が60℃以上の温度になって発泡、熱分解することにより電気絶縁油の電気絶縁性が低下し、これにより放電が発生してX線管が破損するおそれがあった。そして、放電によりX線管が破損すると、長時間安定してX線を発生させることができないという問題があった。20

#### 【0007】

そこで、本発明は、絶縁性液体が充填された収納容器内に透過型X線管が保持部材で保持された構成において、ターゲットの熱を速やかに放熱でき、長時間安定してX線を発生可能な信頼性の高いX線発生装置及びそれを用いたX線撮影装置の提供を目的とする。30

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

上記課題を解決するために、本発明は、絶縁性の胴部と、前記胴部内に配置された電子源と、前記電子源に対向し前記電子源から放出された電子の照射によりX線を発生させ前記電子源とは反対側からX線が取出される透過型ターゲットと、前記透過型ターゲットを支持するターゲット基板と、前記ターゲット基板を支持し前記透過型ターゲットで発生したX線を遮蔽する管状の遮蔽部材と、を備え、管内部が密閉された透過型X線管と、前記透過型X線管を絶縁性液体とともに収納する収納容器と、

前記透過型X線管と前記収納容器との間に前記絶縁性液体の流路を残して、前記透過型X線管を前記収納容器に対して保持する保持部材と、40

前記透過型X線管と前記収納容器とを中点接地電源方式で電気的に接続し、前記電子源から放出された電子を前記透過型ターゲットに向けて加速させる加速電圧を発生させる電源回路と、

を備えたX線発生装置であって、

前記ターゲット基板は、前記透過型ターゲットと前記絶縁性液体との間に伝熱的に配置され、前記透過型ターゲットが前記電子源に対向する方向における前記保持部材と前記管状の遮蔽部材の外周との距離が、前記管状の遮蔽部材の外面に接する前記流路の最小幅の2倍以上であることを特徴とするX線発生装置を提供するものである。

#### 【発明の効果】

#### 【0009】

50

20

30

40

50

本発明によれば、絶縁性液体が充填された収納容器内に配置された透過型X線管を、X線管の周囲に流路を残して保持部材によって保持し、保持部材を透過型X線管のターゲットを備える一端の端面の外周から一定距離L以上離れた位置に配置する。このように配置することにより、絶縁性液体の対流が保持部材によって妨げられることなく、絶縁性液体による冷却効果が高いX線管保持構造となり、ターゲットの熱を速やかに放熱できる。これにより、絶縁性液体の電気絶縁性の低下を防止し、放電の発生を抑制できるため、長時間安定してX線を発生可能な信頼性の高いX線発生装置及びそれを用いたX線撮影装置を実現できる。

**【図面の簡単な説明】**

**【0010】**

10

【図1】第1の実施形態のX線発生装置の断面模式図である。

【図2】第1の実施形態のX線発生装置の他の例の断面模式図である。

【図3】一定距離Lと絶縁性液体の温度との関係を示すグラフである。

【図4】第2の実施形態のX線発生装置の断面模式図である。

【図5】第3の実施形態のX線発生装置の断面模式図である。

【図6】第4の実施形態のX線発生装置の断面模式図である。

【図7】第4の実施形態のX線発生装置の他の例の断面模式図である。

【図8】本発明のX線発生装置を用いたX線撮影装置の構成図である。

**【発明を実施するための形態】**

**【0011】**

20

以下、本発明のX線発生装置及びX線撮影装置を具体的な実施形態により説明する。

**【0012】**

**【第1の実施形態】**

図1(a)は本実施形態のX線発生装置11を図1(b)のB-B'を含む平面で切断したときの断面模式図、図1(b)は本実施形態のX線発生装置11を図1(a)のA-A'を含む平面で切断したときの断面模式図である。

**【0013】**

本実施形態のX線発生装置11は、収納容器12、絶縁性液体13、X線管14、電子源15、第1制御電極16、第2制御電極17、ターゲット18、ターゲット基板19、遮蔽部材20、保持部材21、電源回路22から構成されている。

30

**【0014】**

収納容器12は、X線管14等の部材を収納するための容器である。収納容器12内には絶縁性液体13が充填されている。絶縁性液体13が充填された収納容器内に、収納容器12の内面に固定された保持部材21によって胴部を保持された筒形のX線管14が収納されている。X線管14の周囲は絶縁性液体13の流路になっている。この流路はX線管14の外面と保持部材21に接する流路であり、絶縁性液体13がX線管14の周囲を循環可能な流路である。収納容器12の材料としては鉄、ステンレス、鉛、真鍮、銅等の金属が使用可能である。収納容器12内への絶縁性液体13の注入は、収納容器12の一部に絶縁性液体13の注入口(不図示)を設けることにより、その注入口から行うことができる。また、駆動中のX線発生装置11で絶縁性液体13の温度が上昇し膨張したときに収納容器12内の圧力が上昇するのを避けるため、必要に応じて収納容器12の一部に弾性部材を用いた圧力調整口(不図示)を設置する。

40

**【0015】**

絶縁性液体13は、電気絶縁性が高く、冷却能力の高いものが良い。また、ターゲット18が発熱により高温になりその熱が絶縁性液体13に伝わるため熱による変質の少ないものが好ましく、絶縁性液体13の流れやすさの観点からすると低粘度のものが好ましい。例えば電気絶縁油、フッ素系の絶縁性液体等が使用可能である。

**【0016】**

X線管14は、筒形の形状をしており、筒形の両端がそれぞれ塞がれ内部が密閉された容器である。筒形の胴部内には電子源15が配置され、電子源15に対向する筒形の一端

50

にはターゲット 18 が備えられており、ターゲット 18 は透過型 X 線管の X 線取り出し窓になっている。電子源 15 から放出された電子はターゲット 18 に照射され、ターゲット 18 で X 線が発生し、発生した X 線が X 線取り出し窓から外部に放出される。本実施形態の X 線管 14 は円筒形の一端を、ターゲット 18、ターゲット基板 19 及び遮蔽部材 20 からなるターゲット側端壁 25 で塞ぎ、円筒形の他端を電子源側端壁 27 で塞いだ構成としているが、この構成に限定されるわけではない。X 線管 14 の形状は角筒形等でも良い。また、内部の真空度を、一般的に電子源 15 が駆動できる  $1 \times 10^{-4}$  Pa 以下に保つため、X 線管 14 内には、駆動中の X 線管 14 で放出されるガスを吸収するバリウムゲッタ、NEG、小型イオンポンプ（不図示）等を配置しても良い。X 線管 14 の材料としては電気絶縁性が高く、高真空維持が可能であり、かつ耐熱性の高いものが好ましい。例えばアルミナ、耐熱ガラス等が使用可能である。電子源 15 としてはフィラメント、含浸型カソード、電界放出型素子等が使用可能である。10

#### 【0017】

ターゲット 18 は、電子源 15 に対向してターゲット基板 19 の電子源側の面に配置されターゲット基板 19 によって支持されている。ターゲット 18 の材料としてはタングステン、モリブデン等の金属が使用可能である。

#### 【0018】

ターゲット基板 19 は、ターゲット 18 から発生し不要な方向に放射される X 線を吸収する機能と、ターゲット基板 19 の熱拡散板の機能を持つ筒形の遮蔽部材 20 に銀ろう付け等で接合されている。遮蔽部材 20 の形状は円筒形でも良いし、角筒形等でも良い。電子源 15 から放出された電子は遮蔽部材 20 の電子源 15 に近い開口部を通ってターゲット 18 に照射され、ターゲット 18 で X 線が発生し全方向に X 線が放射される。ターゲット基板 19 を透過した X 線は遮蔽部材 20 の電子源 15 から遠い開口部を通って外部に放出される。図 1 (a) では遮蔽部材 20 の電子源 15 から遠い開口部がターゲット基板 19 よりも外方に位置している。この構成にするとターゲット 18 から外方に向かって放射された X 線を遮蔽部材 20 の内壁で遮蔽できる点でより好ましい。図 2 は本実施形態の他の例である。図 2 の各部材は図 1 (a) と同じ部材であり、図 2 の構成は遮蔽部材 20 の形状以外は図 1 (a) と同じ構成である。図 2 では遮蔽部材 20 の電子源 15 に近い開口部がターゲット 18 よりも内方に位置している。この構成にするとターゲット 18 から内方に向かって放射された X 線を遮蔽部材 20 の内壁で遮蔽できる点でより好ましい。本実施形態ではターゲット 18 を支持するターゲット基板 19 が筒形の遮蔽部材 20 に接合された構成をとるため、X 線発生時にターゲット 18 で発生した熱はターゲット基板 19、遮蔽部材 20 に伝わり、その後絶縁性液体 13、X 線管 14 に伝わる。なお、ターゲット基板 19 は設けなくても良い。ターゲット基板 19 を設けない場合には、ターゲット 18 を筒形の遮蔽部材 20 に銀ろう付け等で接合する。この場合、ターゲット 18 で発生した熱は絶縁性液体 13、遮蔽部材 20 に伝わり、その後 X 線管 14 に伝わる。ターゲット基板 19 の材料としては熱伝導率が高く、X 線吸収能力の低いものが良い。例えば SiC、ダイヤモンド、カーボン、薄膜無酸素銅、ベリリウム等が使用可能である。遮蔽部材 20 の材料としては X 線吸収能力の高いものが良い。例えばタングステン、モリブデン、無酸素銅、鉛、タンタル等の金属が使用可能である。30

#### 【0019】

保持部材 21 は、X 線管 14 の胴部を保持するためのものである。X 線管 14 のターゲット 18 を備える一端の端面（以下、「ターゲット側端壁 25 の端面」ともいう。）と、X 線管 14 のターゲット 18 を備えていない一端の端面（以下、「電子源側端壁 27 の端面」ともいう。）からほぼ等距離付近の胴部を固定している。図 1 (a) (b) では X 線管 14 が胴部の二箇所で保持部材 21 によって保持されているが、X 線管 14 は少なくとも胴部の一箇所以上で保持部材 21 によって保持されれば良い。保持部材 21 の材料としては本実施形態のように保持部材 21 を接地電位とする場合には、導電性を有するものが良い。例えば鉄、ステンレス、真鍮、銅等の導電性部材や、エンジニアリングプラスチック、セラミック等の絶縁性部材が使用可能である。但し、保持部材 21 として導電性4050

を有していない部材を用い、保持部材 21 で接地しなくても良い。また、保持部材 21 と収納容器 12 が共に熱伝導性を有し互いに接触している場合には、ターゲット 18 で発生した熱が絶縁性液体 13 から放熱できるだけではない。この場合、ターゲット 18 で発生した熱が X 線管 14 に伝わった後、保持部材 21 、収納容器 12 に伝わり収納容器 12 からも放熱できる点でより好ましい。

#### 【 0 0 2 0 】

第 1 制御電極 16 は、電子源 15 で発生した電子を引き出すためのものであり、第 2 制御電極 17 は、ターゲット 18 における電子の焦点径を制御するためのものである。本実施形態のように第 1 制御電極 16 と第 2 制御電極 17 を設けた場合、第 1 制御電極 16 によって形成される電界により電子源 15 から放出された電子束 23 は、第 2 制御電極 17 の電位制御により集束される。ターゲット 18 の電位は電子源 15 に対して正電位となっているため、第 2 制御電極 17 を通過した電子束 23 はターゲット 18 に引き寄せられてターゲット 18 に衝突し X 線 24 を発生する。電子束 23 の ON / OFF 制御は、第 1 制御電極 16 の電圧で制御する。第 1 制御電極 16 の材料としてはステンレス、モリブデン、鉄等が使用可能である。

#### 【 0 0 2 1 】

電源回路 22 は、X 線管 14 に接続され（配線不図示）、電子源 15 、第 1 制御電極 16 、第 2 制御電極 17 及びターゲット 18 に電気を供給するためものであり、本実施形態では収納容器 12 内に配置しているが、収納容器 12 の外に配置しても良い。

#### 【 0 0 2 2 】

人体等の X 線撮影を行う場合、ターゲット 18 は電子源 15 の電位に対して電位が + 30 kV ~ 150 kV 程度高くなっている。この電位差はターゲット 18 から発生する X 線が人体を透過し、有效地に撮影に寄与するために必要な加速電位差である。

#### 【 0 0 2 3 】

本実施形態の X 線発生装置 11 は、ターゲット 18 と電子源 15 との電位差 V を 20 kV ~ 160 kV とすると、ターゲット 18 に + V / 2 、電子源 15 に - V / 2 の電位を与える、保持部材 21 で接地した、中点接地型の電源方式を採用している。これは、絶縁性液体 13 の絶縁破壊距離から考えて、一般的に収納容器 12 が小型化できるからである。また、本実施形態は中点接地型でなくても良いが、中点接地型にするとグランドに対するターゲット 18 の電圧及び電子源 15 の電圧の絶対値を小さくすることができるため、陽極接地型等と比べて電源回路 22 を小規模にできる点でより好ましい。中点で接地しなくとも、例えば X 線管 14 の両端から離れた位置に保持部材 21 を配置し、その位置で接地した場合でも陽極接地型等と比べると電源回路 22 を小規模にできる。

#### 【 0 0 2 4 】

上記構成の X 線発生装置 11 を駆動すると、X 線管 14 ではターゲット 18 を備える一端での発熱が大きい。即ちターゲット 18 で発生した熱がターゲット基板 19 、遮蔽部材 20 へと伝わるためターゲット側端壁 25 での発熱が大きい。例えば X 線発生装置 11 を 150 W 程度の出力で駆動した場合、遮蔽部材 20 表面の最高温度は 200 以上になると推定される。

#### 【 0 0 2 5 】

従って、絶縁性液体 13 の対流による冷却効果を高めるためには、ターゲット側端壁 25 の周辺の流路抵抗を下げる必要がある。本発明者らは、保持部材をターゲット側端壁 25 の端面の外周から一定距離 L 以上離すことで、ターゲット 18 の発熱により温められた絶縁性液体 13 が保持部材側に向かって対流する流路が確保され、絶縁性液体 13 の対流による冷却効果が高まることを見出した。これによりターゲット側端壁 25 の周辺の流路抵抗が下がり、ターゲット 18 の熱を速やかに放熱できる。この一定距離 L とは、互いに対向する電子源 15 とターゲット 18 の対向方向における保持部材 21 とターゲット側端壁 25 の端面の外周との距離である。保持部材 21 よりも X 線管 14 のターゲットを備える一端側における、X 線管 14 の外面と収納容器 12 の内面の互いに対向する面を結ぶ距離（図 1 ( a ) ( b ) では L 1 ~ L 8 、図 2 では L 2 、L 5 、L 6 ）のうち最短距

10

20

30

40

50

離を  $L_s$  とすると、“ $L = 2 \times L_s$ ”である。この最短距離  $L_s$  は、保持部材 21 よりも X 線管 14 のターゲット 18 を備える一端側における、X 線管 14 の外面に接する流路の最小幅ということもできる。例えばターゲット 18 の電位と電子源 15 の電位差  $V$  を 20 kV ~ 160 kV とすると、最短距離  $L_s$  は 1 mm ~ 20 mm が好ましい。一定距離  $L$  を最短距離  $L_s$  の 2 倍以上とした場合に絶縁性液体 13 の対流による冷却効果が高まることについて図 3 を用いて説明する。

#### 【0026】

図 3 は一定距離  $L$  と、ターゲット側端壁 25 近傍に配置した温度センサ 26 により測定された絶縁性液体 13 の温度との関係を示すグラフである。図 3 で示すように、一定距離  $L$  が  $L_s$ 、 $1.5 \times L_s$  の場合には経時的に温度上昇が見られるが、一定距離  $L$  が  $2 \times L_s$ 、 $2.5 \times L_s$  の場合には一定時間経つと温度上昇がほとんど見られない。このことから、一定距離  $L$  が最短距離  $L_s$  の 2 倍以上であれば絶縁性液体 13 の対流が良く、冷却効果が高まることが分かる。10

#### 【0027】

以上より、本実施形態によれば、上記構成をとるため絶縁性液体 13 の対流を妨げることなく、絶縁性液体 13 による冷却効果が高い X 線管保持構造となり、ターゲット 18 の熱を速やかに放熱できる。これにより、長時間安定して X 線を発生可能な信頼性の高い X 線発生装置を実現できる。

#### 【0028】

##### 〔第 2 の実施形態〕

図 4 (a) は本実施形態の X 線発生装置 11 を図 4 (b) の B - B' を含む平面で切断したときの断面模式図、図 4 (b) は本実施形態の X 線発生装置 11 を図 4 (a) の A - A' を含む平面で切断したときの断面模式図である。図 4 (c) は図 4 (b) とは異なる保持部材 21 を用いた例である。20

#### 【0029】

本実施形態の X 線発生装置 11 は、X 線管 14 と保持部材 21 を嵌合させている点が第 1 の実施形態と異なる。この点を除いては、第 1 の実施形態と同じ部材を用い、第 1 の実施形態と同じ構成としているため、X 線管 14 と保持部材 21 以外の各部材についての説明、及び X 線発生装置 11 の構成についての説明は省略する。

#### 【0030】

X 線管 14 の保持部材 21 との当接部にはくさび状の凸部 41 を有し、保持部材 21 の X 線管 14 との当接部には凸部 41 と嵌合する形状を有しており、両者を嵌合させることによって X 線管 14 の胴部を保持している。本実施形態では X 線管 14 と保持部材 21 を嵌合させているため、より安定して X 線管 14 を保持できる点でより好ましい。図 4 (a) (b) では X 線管 14 が胴部の二箇所で保持部材 21 によって保持されているが、X 線管 14 は少なくとも胴部の一箇所以上で保持部材 21 によって保持されれば良く、図 4 (c) のように胴部の三箇所で保持部材 21 によって保持されても良い。図 4 (b) のように二箇所のうちの一箇所で X 線管 14 と保持部材 21 が接触する領域を大きくする場合、又は図 4 (c) のように三箇所で保持する場合には、より安定して X 線管 14 を保持できる。40

#### 【0031】

以上より、本実施形態によれば、上記構成をとるため第 1 の実施形態と同様の効果が得られると共に、より安定して X 線管 14 を保持できる。

#### 【0032】

##### 〔第 3 の実施形態〕

図 5 (a) は本実施形態の X 線発生装置 11 を図 5 (b) の B - B' を含む平面で切断したときの断面模式図、図 5 (b) は本実施形態の X 線発生装置 11 を図 5 (a) の A - A' を含む平面で切断したときの断面模式図である。

#### 【0033】

本実施形態の X 線発生装置 11 は、保持部材 21 が収納容器 12 の一部になっている点50

が第1の実施形態と異なる。この点を除いては、第1の実施形態と同じ部材を用い、第1の実施形態と同じ構成としているため、収納容器12と保持部材21以外の各部材についての説明、及びX線発生装置11の構成についての説明は省略する。

#### 【0034】

保持部材21は収納容器12の一部である。図5(a)(b)では収納容器12の内面の一部に設けられた凸部が保持部材21になっている。保持部材21としては例えば板厚0.1mm~3mmのステンレス等が使用可能である。このように、本実施形態では収納容器12と保持部材21を別々に設ける必要がない。また、本実施形態では保持部材21が収納容器12の一部になっているため、収納容器12が熱伝導性を有する場合には、ターゲット18で発生した熱がX線管14に伝わった後、収納容器12に伝わり収納容器12からも放熱できる点でより好ましい。10

#### 【0035】

以上より、本実施形態によれば、上記構成をとるため第1の実施形態と同様の効果が得られる。

#### 【0036】

##### 〔第4の実施形態〕

図6(a)は本実施形態のX線発生装置11を図6(b)のB-B'を含む平面で切断したときの断面模式図、図6(b)は本実施形態のX線発生装置11を図6(a)のA-A'を含む平面で切断したときの断面模式図である。図7(a)(b)は図6(a)(b)とは異なる冷却装置を用いた例である。20

#### 【0037】

本実施形態のX線発生装置11は、筒形のX線管14の断面が略四角形状である点と、収納容器12に冷却装置が設けられている点が第3の実施形態と異なる。この点を除いては、第3の実施形態と同じ部材を用い、第3の実施形態と同じ構成としているため、X線管14、収納容器12、冷却装置以外の各部材についての説明、及びX線発生装置11の構成についての説明は省略する。

#### 【0038】

X線管14の断面は略四角形状であるが、円形状等でも良い。収納容器12は熱伝導性を有し、収納容器12には冷却装置として空冷装置61が設けられている。図6(a)(b)では保持部材21である収納容器12の内面の一部に設けられた凸部に空冷装置61が設けられており、空冷装置61は冷却フィンと空冷フィンを組み合わせたものである。保持部材21としては例えば板厚0.2mm~5mmの銅等が使用可能である。本実施形態では収納容器12に冷却装置が設けられているため、収納容器12の冷却も行うことができ、X線管14を冷却する能力が向上する点でより好ましい。図7(a)のように液冷装置71を用いた場合、又は図7(b)のようにヒートパイプ72と空冷装置61を組み合わせて用いた場合にも同様の効果が得られる。30

#### 【0039】

以上より、本実施形態によれば、上記構成をとるため第3の実施形態と同様の効果が得られると共に、X線管14を冷却する能力を向上できる。

#### 【0040】

##### 〔第5の実施形態〕

図8を用いて本発明のX線発生装置を用いたX線撮影装置について説明する。図8は本実施形態のX線撮影装置の構成図である。このX線撮影装置はX線発生装置11、X線検出器81、X線検出信号処理部82、X線撮影装置制御部83、電子源駆動部84、電子源ヒーター制御部85、制御電極電圧制御部86及びターゲット電圧制御部87を備えている。X線発生装置11としては例えば第1~第4の実施形態のX線発生装置が好適に用いられる。

#### 【0041】

X線検出器81は、X線検出信号処理部82を介してX線撮影装置制御部83に接続されている。X線撮影装置制御部83の出力信号は、電子源駆動部84、電子源ヒーター制40

御部 8 5、制御電極電圧制御部 8 6、ターゲット電圧制御部 8 7を介してX線発生装置1の各端子に接続されている。

【0042】

X線発生装置11でX線を発生させると、大気中に放出されたX線は、被検体(不図示)を透過してX線検出器81に検出され、被検体のX線透過画像が得られる。得られたX線透過画像は表示部(不図示)に表示させることができる。

【0043】

以上より、本実施形態によれば、第1～第4の実施形態の効果を奏するX線発生装置を用いるため長時間安定してX線を発生可能な信頼性の高いX線撮影装置が実現できる。

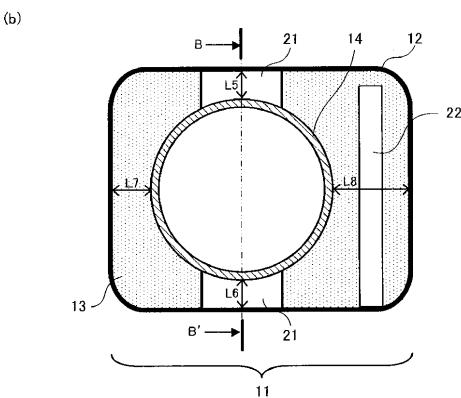
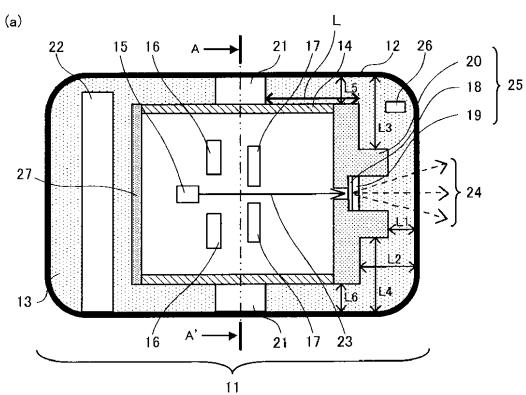
【符号の説明】

【0044】

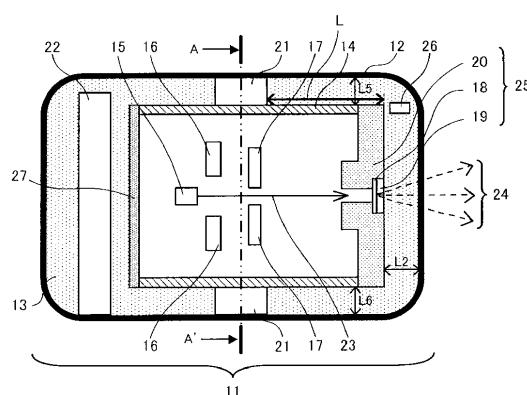
11:X線発生装置、12:収納容器、13:絶縁性液体、14:X線管、15:電子源、18:ターゲット、19:ターゲット基板、21:保持部材、23:電子束、24:X線、25:X線管のターゲット側端壁、27:X線管の電子源側端壁、61:空冷装置、71:液冷装置、72:ヒートパイプ、81:X線検出器

10

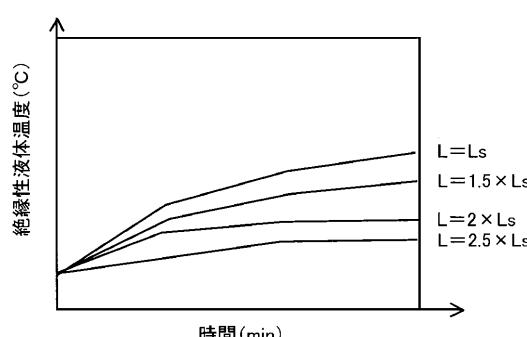
【図1】



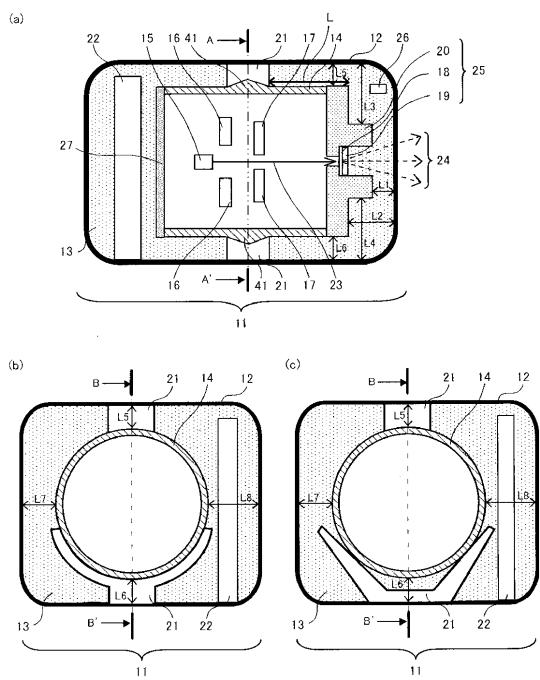
【図2】



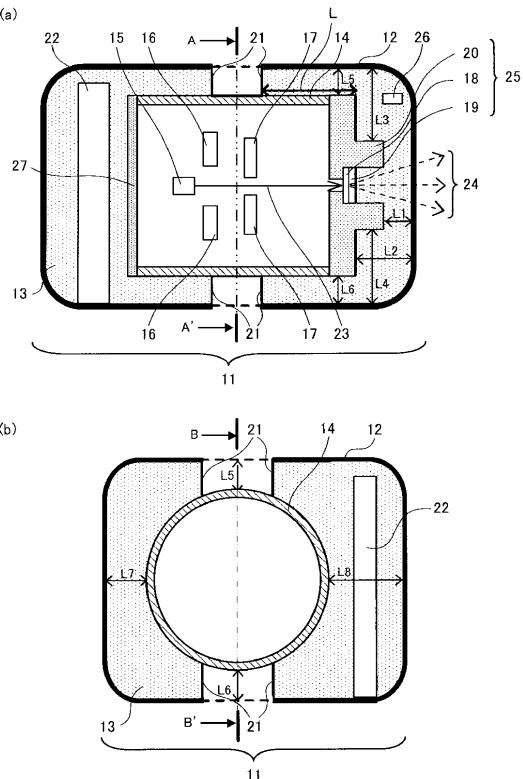
【図3】



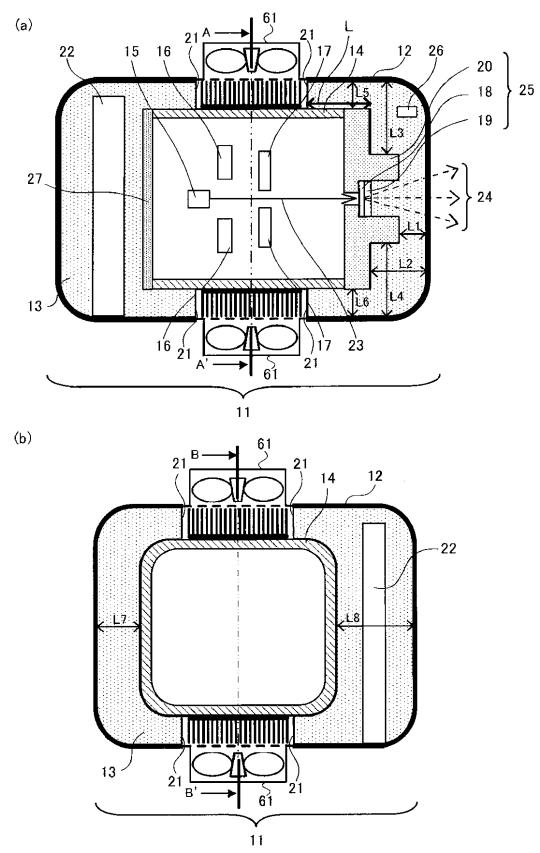
【図4】



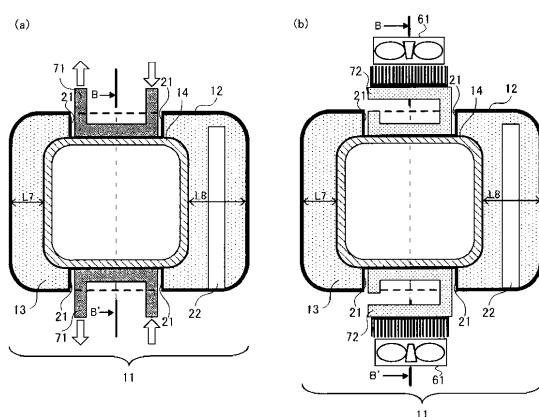
【図5】



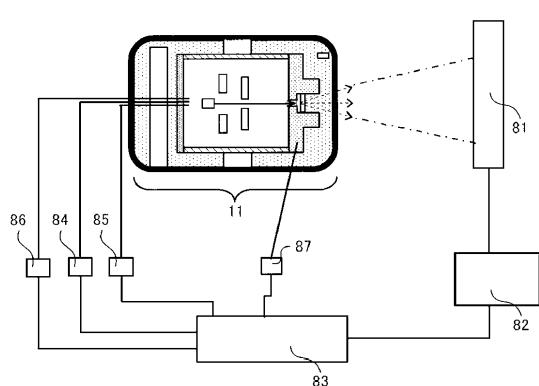
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

(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

(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 山 崎 康二  
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 小倉 孝夫  
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 青木 修司  
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 野村 一郎  
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 小田倉 直人

(56)参考文献 特開2002-025792(JP,A)  
特開2005-116534(JP,A)  
実公昭31-014523(JP,Y1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 G 1 / 04  
H 05 G 1 / 02