

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5800578号
(P5800578)

(45) 発行日 平成27年10月28日(2015.10.28)

(24) 登録日 平成27年9月4日(2015.9.4)

(51) Int.Cl. F 1
HO 1 J 35/16 (2006.01) HO 1 J 35/16

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2011-121501 (P2011-121501)	(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
(22) 出願日	平成23年5月31日(2011.5.31)	(74) 代理人	100096828 弁理士 渡辺 敬介
(65) 公開番号	特開2012-248505 (P2012-248505A)	(74) 代理人	100110870 弁理士 山口 芳広
(43) 公開日	平成24年12月13日(2012.12.13)	(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
審査請求日	平成26年4月7日(2014.4.7)	(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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筒形の絶縁管の胴部の一端に陰極、他端に陽極を備えて内部が密閉された外囲器と、前記外囲器内に、前記陰極から突出した形状を有し、かつ外面と前記絶縁管の内壁との間に隙間を介して配置された電子銃と、

前記陽極に電氣的に接続され、前記電子銃から放出された電子の照射によりX線を発生させるターゲットと、からなるX線管であって、

前記電子銃の前記陽極側の端部の位置を前記絶縁管の内壁へ投影した端部位置を基準として、前記絶縁管の内壁は、前記端部位置から前記陰極に向かって傾斜し、前記端部位置から前記陰極に向かって前記胴部の壁厚が連続的に増加し、前記端部位置よりも前記陰極側の方が前記陽極側よりも前記胴部の平均壁厚が厚いことを特徴とするX線管。

10

【請求項2】

前記絶縁管の内壁は、前記絶縁管の管軸方向に沿って傾斜していることを特徴とする請求項1に記載のX線管。

【請求項3】

前記陰極から前記端部位置までの距離を l_1 、前記端部位置から前記陽極までの距離を l_2 、前記端部位置から前記電子銃の前記陽極側の端部までの距離を d 、前記端部位置よりも前記陰極側の前記胴部の平均壁厚を t_1 、前記端部位置よりも前記陽極側の前記胴部の平均壁厚を t_2 としたとき、以下の条件を満たすことを特徴とする請求項1または2に記載のX線管。

20

$$t_1 (l_2 - d) \cdot l_1 \cdot t_2 / (d \cdot l_2)$$

【請求項 4】

前記ターゲットは、透過型ターゲットであ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 X 線管。

【請求項 5】

前記透過型ターゲットは、前記電子銃の側に金属膜を有し、前記金属膜で発生した X 線を透過する透過基板を前記金属膜よりも前記電子銃に対して遠い側に位置し、前記透過基板は、前記金属膜を支持していることを特徴とする請求項 4 に記載の X 線管。

【請求項 6】

前記金属膜は、タングステン、モリブデン、クロム、銅、コバルト、鉄、ロジウム、レニウムの少なくともいずれかを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の X 線管。

10

【請求項 7】

前記透過基板は、ダイヤモンド、窒化ケイ素、炭化ケイ素、炭化アルミ、窒化アルミ、グラファイト、ベリリウムのいずれかを含むことを特徴とする請求項 5 または 6 に記載の X 線管。

【請求項 8】

前記絶縁管は、セラミックで構成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 線管。

【請求項 9】

前記セラミックは、アルミナが含まれることを特徴とする請求項 8 に記載の X 線管。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、医療用や工業用の X 線発生装置に適用できる X 線管に関し、特に透過型ターゲットを用いた透過型 X 線管に関する。

【背景技術】

【0002】

透過型 X 線管は、陰極、陽極及び絶縁管からなる真空管であり、陰極の電子源から放出された電子を、陰極 - 陽極間に加えられた高電圧で加速し陽極に配置されたターゲットに照射して X 線を発生させる。発生した X 線は X 線取り出し窓を兼ねるターゲットから外部に放出される。

30

【0003】

従来、上記のような透過型 X 線管や反射型 X 線管では、X 線管の耐電圧性能（以下、「耐圧」という。）が問題となって小型軽量化を実現するのが困難となっていた。

【0004】

特許文献 1 には、透過型 X 線管において、小型化の目的で集束電極の陰極側の端部を絶縁管と陰極との間に挟んだ構造とし、耐圧確保の目的で絶縁管の内壁と集束電極の外表面との間に一定間隔の隙間を設けて沿面距離を稼いだ構造とすることが開示されている。

【0005】

また、特許文献 2 には、反射型 X 線管において、陰極部の先端付近でガラス管の内径を広げ陰極部とガラス管の内壁との距離を長くした構成をとっており、耐圧向上に寄与しているとも考えられる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開平 09 - 180660 号公報

【特許文献 2】特開平 07 - 312189 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

50

特許文献 1 に記載の技術では次のような課題があった。陰極と陽極との間にある絶縁管の内壁の電位は、絶縁管を構成する材料の誘電率（場合によっては体積抵抗）によって場所毎に決まる。このような場合、集束電極の外表面と絶縁管の内壁との距離によっては集束電極の外表面と絶縁管の内壁との間で放電が発生するおそれがあり、高耐圧及び小型化の障壁となっていた。

【0008】

また、特許文献 2 に記載の技術では、陰極部の先端付近でガラス管の内径と共にガラス管の外径も広がっており小型化とは方向性が異なるため X 線管の小型化を実現できない。

【0009】

そこで、本発明は、耐圧向上と小型化を実現した X 線管を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明は、筒形の絶縁管の胴部の一端に陰極、他端に陽極を備えて内部が密閉された外囲器と、

前記外囲器内に、前記陰極から突出した形状を有し、かつ外表面と前記絶縁管の内壁との間に隙間を介して配置された電子銃と、

前記陽極に電氣的に接続され、前記電子銃から放出された電子の照射により X 線を発生させるターゲットと、からなる X 線管であって、

前記電子銃の前記陽極側の端部の位置を前記絶縁管の内壁へ投影した端部位置を基準として、前記絶縁管の内壁は、前記端部位置から前記陰極に向かって傾斜し、前記端部位置から前記陰極に向かって前記胴部の壁厚が連続的に増加し、前記端部位置よりも前記陰極側の方が前記陽極側よりも前記胴部の平均壁厚が厚いことを特徴とする X 線管を提供するものである。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、電子銃の外表面と筒形の絶縁管の内壁との間に隙間を設け、電子銃の陽極側の端部の位置を絶縁管の内壁へ投影した端部位置を基準として、陰極側の方が陽極側よりも絶縁管の胴部の平均壁厚が厚い構成をとる。これにより、端部位置の電位を下げ、端部位置と電子銃の外表面との間の電界強度を弱めることができるため X 線管の耐圧向上を実現でき、かつ絶縁管の胴部全体に渡って壁厚を厚くした場合と比べて X 線管の小型化を実現できる。

30

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明の X 線管の参考実施形態の構成図である。

【図 2】本発明の X 線管の他の参考実施形態の構成図である。

【図 3】本発明の X 線管の実施形態の構成図である。

【図 4】比較例 1 及び 2 の X 線管の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を参照して本発明の X 線管の好適な実施形態を例示的に説明する。但し、以下の実施形態に記載されている構成部材の材質、寸法、形状、相対配置等は、特に記載がない限り本発明の範囲をそれらだけに限定する趣旨のものではない。

40

【0014】

図 1 は参考実施形態の X 線管の構成図であり、本参考実施形態の X 線管を陰極、陽極、絶縁管、電子銃及びターゲットを含む平面で切断したときの断面模式図である。

【0015】

X 線管 1 は、筒形の絶縁管 4 の胴部の一端に陰極 2、他端に陽極 3 を備えて内部が密閉された外囲器と、外囲器内に配置された電子銃と、陽極に配置されたターゲットとからなる真空管である。

【0016】

50

陰極 2 は、陰極 2 から突出した形状を有する電子銃に接続されている。電子銃は電子源 5、グリッド電極 6、集束電極 7、電子源駆動用端子 9、グリッド電極用端子 10 及び集束電極用端子 11 からなり、電子銃の外面と絶縁管 4 の内壁との間には隙間が設けられている。本実施形態における「電子銃の外面」とは、絶縁管 4 の内壁に最も近い電極及び端子の外面、即ち集束電極 7 及び集束電極用端子 11 における絶縁管 4 の内壁側の面のことである。「絶縁管 4 の内壁」とは、絶縁管 4 の胴部の内壁のことである。

【0017】

また、陰極 2 は絶縁部材 8 を有する。絶縁部材 8 には電子源駆動用端子 9 とグリッド電極用端子 10 が、陰極 2 とは電氣的に絶縁されるように固定されている。電子源駆動用端子 9、グリッド電極用端子 10 は X 線管 1 内の電子源 5、グリッド電極 6 から陰極側に向
10
かって延びており X 線管 1 の外部へと引き出されている。集束電極 7 は陰極 2 に固定された集束電極用端子 11 に接続され、陰極 2 と同電位に規定されている。但し、集束電極 7 も陰極 2 と絶縁して別の電位を与えられるようにしても良い。

【0018】

電子源 5 は、電子を放出する電極であり、陰極 2 から突出して延びる電子源駆動用端子 9 の先端に、ターゲット 12 に対向させて配置されている。電子源 5 は電子源駆動用端子 9 と一体として形成しても良い。電子源 5 には電子放出素子として冷陰極、熱陰極のいずれも用いることができるが、本実施形態の X 線管 1 に適用する電子源 5 としては、大電流を安定して取り出せる含浸型カソード（熱陰極）を好適に用いることができる。含浸型カ
20
ソードは、電子放出部（エミッタ）近傍のヒーターに通電することによりカソードの温度を上昇させて電子を放出する。

【0019】

グリッド電極 6 は、電子源 5 から放出された電子を真空中に引き出すために所定の電圧が印加される電極であり、陰極 2 から突出して延びるグリッド電極用端子 10 の先端に、電子源 5 から所定の距離だけ離しターゲット 12 に対向させて配置されている。グリッド電極 6 はグリッド電極用端子 10 と一体として形成しても良い。グリッド電極 6 の形状、孔径、開口率等は、電子線の引き出し効率やカソード近傍の排気コンダクタンスを考慮して決定される。通常、線径 50 μm 程度のタングステンメッシュを好適に用いることができる。

【0020】

集束電極 7 は、グリッド電極 6 によって引き出された電子線の広がり（ビーム径）を制御するための電極であり、陰極 2 から突出して延びる集束電極用端子 11 の先端に、ターゲット 12 に対向させて配置されている。集束電極 7 は集束電極用端子 11 と一体として形成しても良い。通常、集束電極 7 には数百 V ~ 数千 V 程度の電圧が印加されてビーム径の調節を行う。電子源 5 近傍の構造や印加電圧によっては集束電極 7 を省略し、電界によるレンズ効果のみによって電子線を集束することも可能である。

【0021】

陽極 3 は、ターゲット 12 に電氣的に接続されている。陽極 3 とターゲット 12 の接合は、熱的接合の他、真空の保持を考慮してろう付けや溶接が好適である。通常、陽極 3 には数十 kV ~ 百 kV 程度の電圧が印加される。電子源 5 により発生しグリッド電極 6 により引き出された所定のエネルギーを有する電子線は、集束電極 7 により陽極 3 上のターゲット 12 へと向けられ、陽極 3 に印加された電圧により加速されてターゲット 12 に衝突する。電子線の衝突によりターゲット 12 から X 線が発生し全方向に放射される。全方向に放射された X 線のうちターゲット 12 を透過した X 線が X 線管 1 の外部に取り出される。
40

【0022】

ターゲット 12 は、金属膜と金属膜を支持する基板からなる構成、又は金属膜のみからなる構成とすることができる。金属膜と金属膜を支持する基板からなる構成とする場合には、X 線を透過する基板の電子線照射面（電子銃側の面）に、電子線の衝突により X 線を発生する金属膜を配置する。金属膜は通常、原子番号 26 以上の金属材料を用いることが
50

できる。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、又はこれらの合金材料からなる薄膜を好適に用いることができ、スパッタリング等の物理成膜によって緻密な膜構造をとるように形成される。金属膜の膜厚は、加速電圧によって電子線浸入深さ即ちX線発生領域が異なるため最適な値が異なるが、百kV程度の加速電圧を印加する場合には通常、数 μm ～十 μm 程度の厚さである。一方、基板はX線の透過率が高く、熱伝導率が高く、真空封止に耐える必要があり、ダイヤモンド、窒化ケイ素、炭化ケイ素、炭化アルミ、窒化アルミ、グラファイト、ベリリウム等を好適に用いることができる。X線の透過率がアルミニウムよりも低く熱伝導率がタングステンよりも高い、ダイヤモンド、窒化アルミ、窒化ケイ素を用いるのがより好ましい。特にダイヤモンドは、他の材料に比べて熱伝導率が極めて高く、X線の透過率も高く、真空を保持しやすいため、より優れている。基板の厚さは、上記の機能を満足すれば良く、材料によって異なるが、0.1mm以上2mm以下が好ましい。

10

【0023】

絶縁管4は、ガラスやセラミック等の絶縁部材で形成された絶縁性を有する管であり、筒形の形状を有する。形状に制約は多くないが、小型化や作り易さの観点からすると円筒形が好ましい。角筒形としても良い。絶縁管4の胴部の両端はそれぞれ陰極2、陽極3とろう付けや溶接によって接合される。X線管1内の真空度を良くするために加熱排気を行う場合には、陰極2、陽極3、絶縁管4及び絶縁部材8は熱膨張率が近い材料を用いるのが良い。例えば陰極2及び陽極3にはコパールやタングステン、絶縁管4及び絶縁部材8にはホウケイ酸ガラスやアルミナを用いると良い。

20

【0024】

本発明では絶縁管4の内壁と電子銃の外面との間の空間耐圧を向上させることにより、X線管の小型化や安定化を実現できる。空間耐圧の向上は、絶縁管4の内壁と電子銃の外面との間の電界強度を弱めることにより達成できるが、絶縁管4の内壁と電子銃の外面との距離を長くする方法はX線管の小型化と矛盾する。よって、本発明では絶縁管4の内壁の電位を下げることにより絶縁管4の内壁と電子銃の外面との間の電界強度を弱める方法を提案する。この方法では、空間耐圧の向上は、電子銃の陽極側の端部の位置を絶縁管4の内壁へ投影した位置(以下、「端部位置」という。)を基準として、陰極側の絶縁管4の胴部の平均壁厚を、陽極側の絶縁管4の胴部の平均壁厚よりも厚くすることで達成できる。絶縁管4を構成する材料として誘電率の高いものを用いた場合、絶縁管4の内壁の電位は静的には絶縁管4が支配的に決める。例えばアルミナの比誘電率は10程度、ホウケイ酸ガラスの比誘電率は5程度である。また、絶縁管4の内壁の電位は高電位である陽極に近いほど高い。このため、本発明では端部位置を基準として陰極側の絶縁管4の胴部の平均壁厚を陽極側よりも厚くする。これにより、絶縁管4の相対的な容量が大きくなり、端部位置の電位が下がるためX線管の耐圧向上を実現でき、かつ絶縁管4の胴部全体に渡って壁厚を厚くした場合と比べてX線管の小型化を実現できる。本実施形態のX線管1では、電子銃を構成する部材の中で、集束電極7及び集束電極用端子11が絶縁管4の内壁に最も近い位置に配置されている。この場合、集束電極7の陽極側の端部の位置を絶縁管4の内壁へ投影した位置が端部位置である。また、集束電極7の陽極側の端部は、図1のように集束電極用端子11よりも絶縁管4の内壁側に突出していなくても良いし、集束電極用端子11よりも絶縁管4の内壁側に突出していても良い。

30

40

【0025】

図1では、絶縁管4の内壁は、端部位置よりも陰極側に1つの段差を有しており、端部位置から陰極側において絶縁管4の内壁を電子銃の外面に近づけることにより絶縁管4の胴部の平均壁厚を厚くしている。端部位置を基準として陰極側の絶縁管4の胴部の平均壁厚を陽極側よりも厚くすることにより小型化できると上述したが、絶縁管4の内壁を図1のようにすると、絶縁管4の外壁が外方に張出さないため更に小型化できる。具体的には陰極2から段差の位置までの距離を l_3 、陰極2から端部位置までの距離を l_1 としたとき、 $l_1/3 < l_3 < l_1$ を満たす構成とするのが好ましい。また、この条件を満たし、かつ絶縁管4の外壁から電子銃の外面までの距離を t_4 、段差の位置よりも陰極側における絶

50

縁管 4 の内壁から電子銃の外面までの距離を t_3 としたとき、 $t_4 / 10 < t_3 < t_4 / 2$ を満たす構成とすることもできる。この構成とした場合、より確実に耐圧向上の効果が得られ、より小型化できる。「絶縁管 4 の外壁」とは、絶縁管 4 の胴部の外壁のことである。

【0026】

次に、X線管の他の実施形態について説明する。図 2 は X線管の他の参考実施形態を、図 3 は実施形態を示す構成図 (図 1 と同じ平面で切断したときの断面模式図) である。図 2 では、絶縁管 4 の内壁は、端部位置から陰極 2 までが傾斜しており、端部位置から陰極側に向かって絶縁管 4 の胴部の壁厚が連続的に増加している。図 3 では、絶縁管 4 の内壁は、端部位置よりも陰極側に複数の段差を有している。複数の段差は 2 つ以上の段差であれば良い。絶縁管 4 の内壁を図 2 又は図 3 のようにすると、端部位置よりも陰極側において絶縁管 4 の内壁と電子銃の外面との距離を急に縮めることなく電界強度上昇を抑制できるため更に耐圧向上できる。

10

【0027】

また、X線管 1 の小型化のためとはいえ、端部位置と電子銃の陽極側の端部との間の電界強度、及び陽極 3 と電子銃の陽極側の端部との間の電界強度が共に限界を超えることはできない。特に陽極 3 と電子銃の陽極側の端部との間で放電が発生してしまうと、電子源 5 から陽極 3 が直接見えてしまうために電子源 5 にダメージを生じる場合がある。よって、陽極 3 と電子銃の陽極側の端部との間の電界強度は、端部位置と電子銃の陽極側の端部との間の電界強度以下であることが好ましい。より具体的には次の条件を満たすことが好ましい。

20

$$t_1 \cdot (l_2 - d) \cdot l_1 \cdot t_2 / (d \cdot l_2)$$

ここで、 t_1 は端部位置よりも陰極側の胴部の平均壁厚、 t_2 は端部位置よりも陽極側の胴部の平均壁厚、 l_1 は陰極 2 から端部位置までの距離、 l_2 は端部位置から陽極 3 までの距離、 d は端部位置から電子銃の陽極側の端部までの距離である。

【0028】

以上では、集束電極 7 を設けた X線管で説明したが、本発明は集束電極 7 が無い場合でも適用できる。この場合、グリッド電極 6 が絶縁管 4 の内壁に最も近くなる。よって、上記説明の集束電極 7 をグリッド電極 6 と置き換えて考えれば良い。電子源 5 の形態によってはグリッド電極 6 が無い場合もあるが、そのような場合でも絶縁管 4 の内壁に最も近い電極の陽極側の端部の位置を絶縁管 4 の内壁へ投影した端部位置を基準として本発明が適用可能である。グリッド電極 6 のみ無い場合には集束電極 7 が絶縁管 4 の内壁に最も近くなり、集束電極 7 とグリッド電極 6 の両方が無い場合には電子源 5 が絶縁管 4 の内壁に最も近くなる。また上記説明した X線管 1 は各種 X線発生装置に用いることが可能である。

30

【実施例】

【0029】

以下、具体的な実施例を挙げて本発明について説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0030】

[参考実施例 1]

参考実施例の X線管の構成図を図 1 に示す。図 1 の X線管の構成の説明は上述のとおりであるため省略する。

40

【0031】

陰極 2 及び陽極 3 にはコパール、絶縁管 4 及び絶縁部材 8 にはアルミナを用い、これらを溶接によって接合した。絶縁管 4 は円筒形とした。電子源 5 には東京カソード研究所社製含浸型カソードを用いた。このカソードは電子放出部 (エミッタ) が含浸された円柱形状をしており、筒形のスリーブ上端に固定されている。スリーブ内にはヒーターが取り付けられており、このヒーターに電子源駆動用端子 9 より通電することによってカソードが加熱されて電子が放出される。電子源駆動用端子 9 は絶縁部材 8 にろう付けした。

【0032】

ターゲット 12 は板厚 0.5 mm のシリコンカーバイド基板上に膜厚 5 μ m のタングス

50

テン膜を形成した構成とし、陽極 3 にろう付けした。電子源 5 とターゲット 1 2 の間には電子源 5 に近い順にグリッド電極 6 と集束電極 7 を配置した。グリッド電極 6 はグリッド電極用端子 1 0 から通電され、電子源 5 から電子を効率良く引き出す。グリッド電極用端子 1 0 は電子源駆動用端子 9 と同様に絶縁部材 8 にろう付けした。集束電極 7 は集束電極用端子 1 1 と一体として形成した。以下、集束電極 7 と集束電極用端子 1 1 を合わせて「集束電極」として説明する。集束電極は陰極 2 に溶接し、陰極 2 と同電位に規定した。集束電極はグリッド電極 6 によって引き出された電子線のビーム径を絞り、電子線を効率良くターゲット 1 2 に照射する。

【 0 0 3 3 】

陰極 2、陽極 3 及び絶縁管 4 の外径は 5 6 mm、集束電極の外形はほぼ円柱で 2 5 mm であり、それぞれの中心を合わせている。絶縁管 4 の長さは 7 0 mm であり、集束電極は陰極 2 よりも 4 0 mm 突き出ているため、集束電極の陽極側の端部の位置を絶縁管 4 の内壁へ投影した端部位置は、絶縁管 4 の内壁に沿って陰極 2 から 4 0 mm の位置である。絶縁管 4 の胴部は陰極 2 から 2 0 mm のところまでが壁厚 1 0 mm、それ以外は壁厚 5 mm である。端部位置よりも陰極側の絶縁管 4 の胴部の平均壁厚は $t_1 = 7.5$ mm、端部位置よりも陽極側の絶縁管 4 の胴部の平均壁厚は $t_2 = 5$ mm である。陰極 2 から端部位置までの距離は $l_1 = 40$ mm、端部位置から陽極 3 までの距離は $l_2 = 30$ mm、端部位置から集束電極の陽極側の端部までの距離は $d = 10.5$ mm である。陰極 2 から段差の位置までの距離は $l_3 = 20$ mm、段差の位置よりも陰極側における絶縁管 4 の内壁から電子銃の外面までの距離は $t_3 = 5.5$ mm、絶縁管 4 の外壁から電子銃の外面までの距離は $t_4 = 15.5$ mm である。

【 0 0 3 4 】

このように構成された X 線管 1 は、最後に、加熱しながら、陰極 2 に溶接された不図示の排気管から排気し封止された。

【 0 0 3 5 】

[比較例 1]

本比較例の X 線管の構成図（図 1 と同じ平面で切断したときの断面模式図）を図 4 に示す。本比較例の X 線管は、絶縁管 4 の胴部の壁厚を陰極 2 から陽極 3 まで一定とした。各部材を構成する材料は参考実施例 1 と同じである。

【 0 0 3 6 】

陰極 2、陽極 3 及び絶縁管 4 の外径は 6 0 mm であり、絶縁管 4 の胴部の壁厚は陰極 2 から陽極 3 まで 5 mm で一定である。端部位置よりも陰極側の絶縁管 4 の胴部の平均壁厚は $t_1 = 5$ mm、端部位置よりも陽極側の絶縁管 4 の胴部の平均壁厚は $t_2 = 5$ mm である。陰極 2 から端部位置までの距離は $l_1 = 40$ mm、端部位置から陽極 3 までの距離は $l_2 = 30$ mm、端部位置から集束電極の陽極側の端部までの距離は $d = 12.5$ mm である。

【 0 0 3 7 】

< 参考実施例 1 の評価 >

端部位置と集束電極の陽極側の端部との間の電界強度の比は参考実施例 1 と比較例 1 とで 1 : 1.02 でほぼ同等であった。また、参考実施例 1 の X 線管と比較例 1 の X 線管の耐圧を測定したところ同等の耐圧であった。よって、参考実施例 1 の X 線管は耐圧を劣化させることなく、比較例 1 に対して体積比で 13% の小型化を実現できた。

【 0 0 3 8 】

[実施例 2]

本実施例の X 線管の構成図を図 2 に示す。本実施例の X 線管は、陰極 2、陽極 3 及び絶縁管 4 の外径と、絶縁管 4 の内壁の形状が参考実施例 1 と異なる。各部材を構成する材料は参考実施例 1 と同じである。

【 0 0 3 9 】

陰極 2、陽極 3 及び絶縁管 4 の外径は 5 4 mm である。絶縁管 4 の胴部の壁厚は、陽極 3 から端部位置までは 5 mm、陰極側の端部で 1 4 mm であり、端部位置から陰極側の

端部までは直線的に徐々に厚くなっている。端部位置よりも陰極側の絶縁管4の胴部の平均壁厚は $t_1 = 9.5 \text{ mm}$ 、端部位置よりも陽極側の絶縁管4の胴部の平均壁厚は $t_2 = 5 \text{ mm}$ である。陰極2から端部位置までの距離は $l_1 = 40 \text{ mm}$ 、端部位置から陽極3までの距離は $l_2 = 30 \text{ mm}$ 、端部位置から集束電極の陽極側の端部までの距離は $d = 9.5 \text{ mm}$ である。

【0040】

<実施例2の評価>

端部位置と集束電極の陽極側の端部との間の電界強度の比は実施例2と参考実施例1とで0.97:1で若干実施例2の方が低くなった。また、実施例2のX線管と参考実施例1のX線管の耐圧を測定したところ同等の耐圧であった。よって、実施例2のX線管は耐圧を劣化させることなく、比較例1に対して体積比で約20%の小型化を実現できた。

10

【0041】

[実施例3]

本実施例のX線管は、絶縁管4としてホウケイ酸ガラスを用いたことを除いては実施例2と同じ材料を用い、同じ構成とした。

【0042】

[比較例2]

本比較例のX線管は、絶縁管4としてホウケイ酸ガラスを用いたことを除いては比較例1と同じ材料を用い、同じ構成とした。

【0043】

<実施例3の評価>

実施例3のX線管と比較例2のX線管の耐圧を測定したところ同等の耐圧であった。よって、実施例3のX線管は耐圧を劣化させることなく、比較例2に対して体積比で約20%の小型化を実現できた。

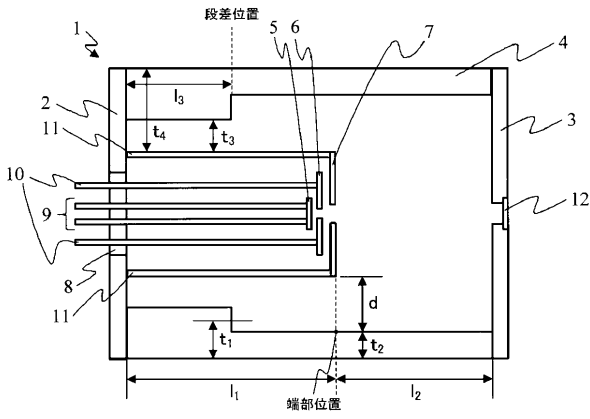
20

【符号の説明】

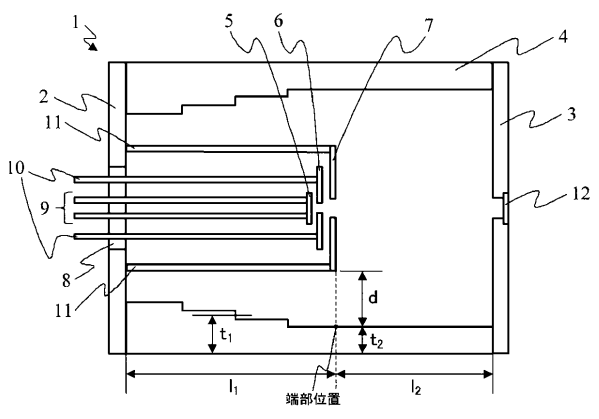
【0044】

1: X線管、2: 陰極、3: 陽極、4: 絶縁管、5: 電子源、6: グリッド電極、7: 集束電極、8: 絶縁部材、9: 電子源駆動用端子、10: グリッド電極用端子、11: 集束電極用端子、12: ターゲット

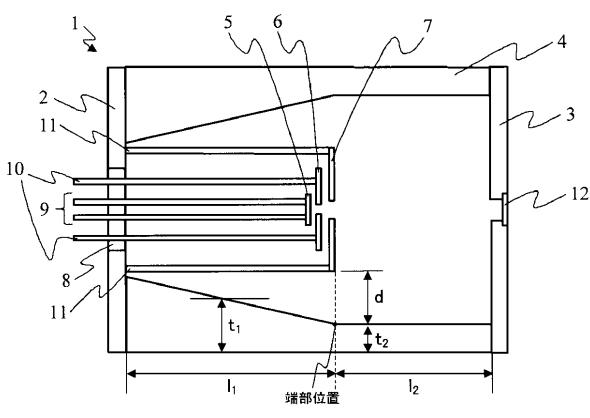
【図1】



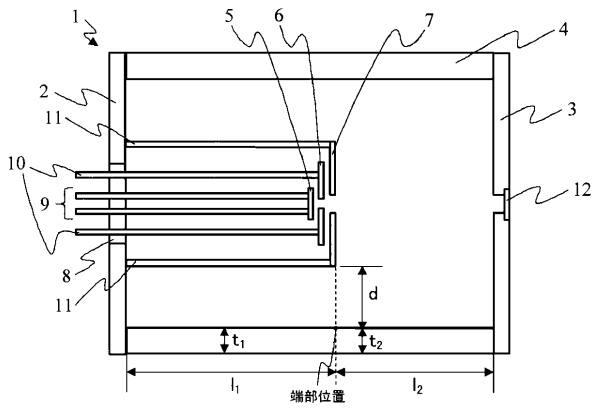
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

- (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 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 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
- (72)発明者 上田 和幸
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 田村 美樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 桐畑 幸 廣

- (56)参考文献 特開昭58-106745(JP,A)
特開昭57-090856(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01J 35/16