

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-72158
(P2014-72158A)

(43) 公開日 平成26年4月21日(2014.4.21)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
H05G	1/02	(2006.01)	H05G 1/02 P 4C092
H01J	35/08	(2006.01)	H01J 35/08 F 4C093
H01J	35/00	(2006.01)	H01J 35/00 A
A61B	6/00	(2006.01)	A61B 6/00 300B
H05G	1/04	(2006.01)	H05G 1/04

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-219989 (P2012-219989)
(22) 出願日 平成24年10月2日 (2012.10.2)

(71) 出願人 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 鈴木 義勇
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 角田 浩一
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
Fターム(参考) 4C092 AA01 AB17 AB19 AC01 AC08
BD01 BD17
4C093 CA35 EA02

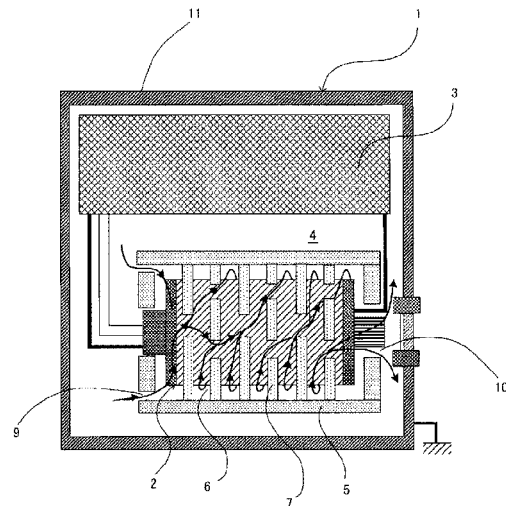
(54) 【発明の名称】 放射線発生ユニット及び放射線撮影システム

(57) 【要約】

【課題】 絶縁性の管状部材の両端にカソードとアノードを有する真空容器を備えた放射線発生管 2 を、周囲に空隙 6 をあけて絶縁性の外筒管 5 の内部に配置した状態で、放射線発生管 2 の駆動を制御する駆動回路部 3 と共に、絶縁性液体 4 で満たされた収納容器 11 の内部に配置した放射線発生ユニット放射線発生ユニット 1 において、カソードとアノード間の沿面放電の抑制と放射線発生管 2 の冷却とを両立させる。

【解決手段】 放射線発生管 2 と外筒管 5 の間の空隙 6 を仕切る障壁 7 を、放射線発生管 2 のカソード側とアノード側との間の絶縁性液体 4 の流れを許容し、しかもカソード側とアノード側とを直線的に連通させることのない流路を前記空隙 6 内に残して設ける。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

絶縁性の管状部材の両端にカソードとアノードを有する真空容器を備えた放射線発生管を、周囲に空隙をあけて絶縁性の外筒管の内部に配置した状態で、前記放射線発生管の駆動を制御する駆動回路部と共に、絶縁性液体で満たされた収納容器の内部に配置した放射線発生ユニットにおいて、

前記空隙を仕切る障壁が、前記真空容器のカソード側とアノード側との間の前記絶縁性液体の流れを許容し、しかも前記真空容器のカソード側とアノード側とを直線的に連通させることのない流路を前記空隙の内部に残して設けられていることを特徴とする放射線発生ユニット。

10

【請求項 2】

前記障壁が、前記管状部材の外側から前記外筒管の内面に達する高さを有し、前記管状部材の周方向に間隔をあけて複数直列されていると共に、前記管状部材の周方向に複数直列された列が、前記カソードとアノードの対向方向に間隔をあけて複数列設けられており、複数の前記障壁の列うちの一つの列における前記障壁の間隔が、少なくとも他のいずれか一つの列における前記障壁の間隔と位置がずれていることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 3】

相隣接する列における前記障壁の間隔の位置がずれていることを特徴とする請求項 2 に記載の放射線発生ユニット。

20

【請求項 4】

前記障壁が、前記管状部材の外側から前記外筒管の内面に達する高さの部分切欠部とを有し、前記管状部材の周方向に設けられた環状をなしていると共に、前記カソードとアノードの対向方向に間隔をあけて複数設けられており、複数の前記障壁のうちの一つの前記障壁における前記切欠部が、少なくとも他のいずれか一つの前記障壁における前記切欠部と位置がずれていることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 5】

相隣接する前記障壁における前記切欠部の位置がずれていることを特徴とする請求項 4 に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 6】

前記切欠部が前記障壁の前記管状部材との接触側に設けられていることを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の放射線発生ユニット。

30

【請求項 7】

前記障壁が、前記管状部材の外側から前記外筒管の内面に達する高さを有し、前記管状部材の周方向に螺旋状に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 8】

前記管状部材の中央部の外径が両端部に比して大きくなっていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 9】

前記障壁が板状であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の放射線発生ユニット。

40

【請求項 10】

前記障壁は、アクリル樹脂またはエポキシ樹脂からなることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 11】

前記外筒管は、アクリル樹脂またはエポキシ樹脂からなることを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 12】

前記外筒管に複数の孔が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか

50

一項に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 1 3】

前記孔が、前記外筒管の厚さ方向に対して斜めに形成されていることを特徴とする請求項 1 2 に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 1 4】

前記絶縁性液体が、シリコン油、トランス油又はフッ素系オイルであることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の放射線発生ユニット。

【請求項 1 5】

前記放射線発生管が、透過型放射線発生管であることを特徴とする請求項 1 乃至 1 4 のいずれか一項に記載の放射線発生ユニット。

10

【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 5 のいずれか一項に記載の放射線発生ユニットと、
前記放射線発生ユニットから放出され、被検体を透過した放射線を検出する放射線検出装置と、

前記放射線発生装置と前記放射線検出装置とを連携制御する制御装置とを備えることを特徴とする放射線撮影システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば X 線源として使用される放射線発生ユニット及び医療機器分野及び産業機器分野における非破壊 X 線撮影等に用いられる放射線撮影システムに関する。

20

【背景技術】

【0002】

一般に、放射線発生ユニットは放射線発生管内に設置されたカソード（陰極）とアノード（陽極）との間に高電圧を印加することにより、カソードから放出される電子をアノードに照射し、X 線等の放射線を発生させている。このような放射線発生ユニットでは、高電圧に対する耐圧性を確保するためと放射線発生管を冷却するために、放射線発生管および駆動回路部を絶縁性液体が充填された容器内に収納した構造がとられている。

【0003】

放射線発生ユニットにおいて、カソードから放出された電子がアノードに入射した際には、放射線の発生効率が悪いため、入射したエネルギーのほとんどが熱に変換される。アノードで発生した熱は、放射線発生管壁を伝導したのち絶縁性液体に伝わり、最終的に絶縁性液体から収納容器を介して外部の大気中に放熱される。

30

【0004】

しかしながら、アノード近傍を十分に冷却し、かつアノードで発生した熱が収納容器を介して外部へ放熱するためには、絶縁性液体が広範囲で流動し高温部の熱を低温部へ効果的に輸送することが重要である。

【0005】

また、放射線発生管の両極には 70 ~ 150 kV 程度の高電圧が印加されている。従って、絶縁性液体で満たされた状態であっても稀に放射線発生管の周囲部分で沿面放電が発生することがあり、この放電が駆動回路部まで達してしまい、回路が損傷してしまうことがあった。このような故障を防止するために放射線発生管の周囲を絶縁材料で覆う構造が用いられることもある。

40

【0006】

例えば、特許文献 1 に示されるように、多数の孔を設けた絶縁性の外筒管内に、周囲に絶縁性液体が自由に流動できる程度の空隙をあけて放射線発生管を配置する。そして絶縁性液体による放射線発生管の冷却を維持しつつ、放射線発生管の沿面放電が周辺の高電圧回路等に及ぶのを防ぐことが提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 2 - 2 8 0 9 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

しかし、上述した放射線発生ユニットでは、放射線発生管を絶縁材料で覆っているため周囲の様々な回路基板に対して沿面放電を防ぐ効果は期待できるが、放射線発生管の表面付近に発生する高電圧電極間の電界方向での微小な沿面放電抑制の効果は無かった。そのため、放射線発生管のトラッキングが進行してしまい、放射線発生管の破損原因となっていた。

10

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明の目的は、放射線発生ユニットにおいて、放射線発生管を取り囲む絶縁性の容器の構造によって沿面放電の抑制と放射線発生管の冷却とを両立させることを目的とする。また、本発明は、この放射線発生ユニットを備えた放射線発生装置を用いた放射線撮影システムを提供することも目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

上記課題を解決するために、本発明の第 1 は、絶縁性の管状部材の両端にカソードとアノードを有する真空容器を備えた放射線発生管を、周囲に空隙をあけて絶縁性の外筒管の内部に配置した状態で、前記放射線発生管の駆動を制御する回路基板と共に、絶縁性液体

20

で満たされた収納容器内に配置した放射線発生ユニットにおいて、前記空隙を仕切る障壁が、前記真空容器のカソード側とアノード側との間の前記絶縁性液体の流れを許容し、しかも前記真空容器のカソード側とアノード側とを直線的に連通させることのない流路を前記空隙の内部に残して設けられていることを特徴とする放射線発生ユニットを提供するものである。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の第 2 は、上記本発明の第 1 に係る放射線発生ユニットと、前記放射線発生ユニットから放出され、被検体を透過した放射線を検出する放射線検出装置と、前記放射線発生装置と前記放射線検出装置とを連携制御する制御装置とを備えることを特徴とする放射線撮影システムを提供するものである。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明によれば、放射線発生管の外側を絶縁性の外筒管で覆った構造となっているので、放射線発生管の近傍で発生する放電が周囲の駆動回路などの基板に損傷を与えることを防止することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明では、外筒管と放射線発生管の間の空隙に障壁を設けている一方、真空容器のカソード側とアノード側との間の絶縁性液体の流れを許容する流路を前記空隙内に残している。このため、放射線管の表面を絶縁性液体が流動し、外筒管の内外を絶縁性液体が循環することができる。従って、放射線発生管を効率よく冷却することができるため、より高

40

出力、長時間の放射線の連続照射が可能となる。

【 0 0 1 4 】

本発明における上記流路は、真空容器のカソード側とアノード側とを直線的に連通させることのないものであることから、流路を介しての沿面放電の発生を効果的に抑制することができ、絶縁性液体の劣化や放射線発生管のトラッキングの進行も抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の放射線発生ユニットの一実施形態を示す断面模式図である。

【図 2】図 1 に示される放射線発生管の基本的構造の一例を示す図である。

【図 3】図 1 に示される外筒管と放射線発生管の組み合わせ状態を示す拡大図で、(a)

50

は断面模式図、(b)は(a)におけるB-B断面図、(c)は(a)におけるC-C断面図である。

【図4】外筒管と放射線発生管の組み合わせ状態の第2の実施形態を示す図で、(a)は断面模式図、(b)は(a)におけるB-B断面図、(c)は切欠き部を設ける位置の例を示す図である。

【図5】外筒管と放射線発生管の組み合わせ状態の第3の実施形態を示す図で、(a)は断面模式図、(b)は(a)におけるB-B断面図、(c)は(a)におけるC-C断面図である。

【図6】外筒管と放射線発生管の組み合わせ状態の第4の実施形態を示す図である。

【図7】本発明の放射線撮影システムの一実施形態を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を用いて本発明の実施形態を説明するが、本発明は下記実施形態に限定されない。なお、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。また、この実施の形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置等は、この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。以下に参照する図面において、同じ符号は同様の構成要素を示す。

【0017】

〔本発明の放射線発生ユニットの一実施形態〕

本発明の放射線発生ユニットを図1、図2および図3を用いて詳細に説明する。なお、本実施形態で用いている放射線発生管は、透過型放射線発生管であるが、本発明は、反射型放射線発生管と透過型放射線発生管のいずれを用いた放射線発生ユニットに対しても適用することができる。

20

【0018】

本発明の放射線発生ユニット1は、放射線発生管2を、周囲に空隙をあけて絶縁性の外筒管5の内部に配置した状態で、放射線発生管2の駆動を制御する駆動回路部3と共に、絶縁性液体4で満たされた収納容器11の内部に配置した構造を有している。

【0019】

放射線発生管2は、図2に示されるように、絶縁性の管状部材30の両端にカソード31とアノード32を設けて構成した真空容器25を備えている。真空容器25内には、電子放出源21が設けられており、アノード32を貫通して設けられた筒状の放射線遮蔽部材24の貫通孔の中間部に、電子放出源21と対向してターゲット23が設けられている。ターゲット23は、支持基板22bの片面に、電子放出源21から電子を照射することで放射線を発生するターゲット層22aを設けたものとなっている。

30

【0020】

真空容器25は、放射線発生管2の内部を真空に保つもので、本実施形態においてその胴部を構成する管状部材30は円筒形状であり、ガラスやセラミック材料等で構成されている。真空容器25内の真空度は、 $1 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-8}$ Pa程度であればよい。真空容器25のアノード32は開口部を有しており、その開口部には放射線遮蔽部材24が接合されている。この放射線遮蔽部材24は、真空容器25の開口部に連通する通路を有しており、その通路に支持基板23が通路を塞ぐように接合されることにより、真空容器25が密閉される。また、透過型放射線発生管であるため、ターゲット23自身が放射線を出射する放出窓の役割を果たしている。反射型放射線発生管である場合は、真空容器25にターゲット23とは別に、真空容器25内を密閉しつつ放射線を透過することができる放出窓が設けられる。

40

【0021】

真空容器25には不図示の排気管を設ける構成としても良い。排気管を設けた場合、例えば、排気管を通じて真空容器25内を真空に排気した後、排気管を封止することで、真空容器25の内部を真空にすることができる。真空容器25の内部の真空度を保つために、不図示のゲッターを配置する構成としてもよい。

50

【0022】

電子放出部21は、真空容器25内部に配置されているターゲット23に対向するように設置されている。電子放出部21には、タングステンフィラメントや、含浸型カソードのような熱陰極、又は、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。電子放出部21より放出された電子26は、放射線遮蔽部材24の通路に入り、ターゲット層22aに入射し、放射線27が発生する。

【0023】

ターゲット層22aは、支持基板22bの表面に成膜等により形成される部材であり、電子がターゲット層22aに照射されることにより放射線が発生する。支持基板22bは、真空容器25を密閉しつつ放射線を透過して放出するために、放射線遮蔽部材24の貫通孔の途中を仕切るように配置されている。ターゲット層22aの構成材料としては、放射線発生させやすいタングステン、タンタル、モリブデン等の高原子番号材料が好ましい。本実施態様のような透過型放射線発生管における支持基板22bの構成材料としては、放射線透過率が高いベリリウムやダイヤモンドのような低原子番号材料が好ましい。

10

【0024】

放射線発生管2には内部に引き出し電極28とレンズ電極29を設ける構成としても良い。これらを設けた場合、引き出し電極28によって形成される電界によって、電子放出部21から電子が放出され、放出された電子はレンズ電極29で集束され、ターゲット層22aに照射される。このとき、電子放出部21とターゲット23間に印加される電圧Vaは、放射線の使用用途によって異なるものの、概ね40~150kV程度である。

20

【0025】

駆動回路部3は、放射線発生ユニット1の内部に配置され、電子放出部2と接続されており、この実施形態ではさらに引き出し電極28およびレンズ電極29とも接続されている。駆動回路部3は、接続されている部材を制御可能とするために、制御回路が組み込まれている。さらに、駆動回路部3で発生させた40~150kVの高電圧は放射線発生管2の両極(カソード31とアノード32)に印加される。

【0026】

絶縁性液体4は、放射線発生管2の沿面耐圧を確保するための絶縁媒体としてと、放射線発生時に加熱される放射線発生管2の冷却媒体としての役割を有するものであり、放射線発生ユニット1の内部に隙間なく充填されている。絶縁性液体4には電気絶縁油を用いるのが好ましく、具体的にはシリコン油、トランス油又はフッ素系オイルを好適に用いることができる。

30

【0027】

外筒管5は、絶縁性材料で構成されており、放射線発生管2を内部に収容し、放射線発生管2からの放電から放射線発生ユニット1内に配置している駆動回路部3を守るものである。この実施形態では筒体であるが、絶縁性液体4が流動できる流路が確保されていれば箱体等の形状であってもよい。また、外筒管5に複数の孔を設けて外部への沿面放電を防止しつつ絶縁性液体4を流動しやすくする構成も考えられる。この構成採用する場合、外筒管26の厚さ方向に対して孔を斜めに形成することで、外筒管26の外部への沿面放電の発生を減少させることができる。

40

【0028】

図3に示されるように、外筒管5の内部には、周囲に絶縁性液体4(図1参照)が流動可能な空隙6をあけて放射線発生管2が配置されている。本実施形態の外筒管5は円筒形状であり、やはり円筒形をなす管状部材30の外面から外筒管5の内面に達する高さを有する障壁7が、管状部材30の周方向に間隔をあけて複数(本実施形態では3枚)直列されている。また、管状部材30の周方向に複数直列された列が、カソード31とアノード32の対向方向に間隔をあけて複数列(本実施形態では6列)設けられている。

【0029】

一つの列における障壁7の間隔と、各列間隔とは、真空容器2のカソード31側とアノード32側との間の絶縁性液体4の流れを許容する流路を構成している。また、

50

本実施形態においては、相隣接する列における障壁 7 の間の間隔の位置が重複しないように完全にずれていることによって、上記流路は、真空容器 2 のカソード 3 1 側とアノード 3 2 側とを直線的に連通させることのない流路となっている。ただし、カソード 3 1 側とアノード 3 2 側とを直線的に連通させない流路とするには、複数の障壁 7 の列うちの一つの列における障壁 7 の間の間隔が、少なくとも他のいずれか一つの列における障壁 7 の間の間隔と重複しないように位置が完全にずれていなければならない。

【0030】

障壁 7 は、カソード 3 1 とアノード 3 2 間に直線的な放電が生じないようにして沿面放電を抑制するためのもので、絶縁材料で構成されている。具体的には、アクリル樹脂またはエポキシ樹脂を好ましく用いることができる。また、障壁 7 は、成形しやすいことから、板状とすることが好ましい。この実施形態における障壁 7 は、外筒管 5 と放射線発生管 2 が円筒形状であるため扇形となっているが、外筒管 5 と放射線発生管 2 の形状などに基づいて適宜形状を選択することができる。

10

【0031】

図 1 に示すように、絶縁性液体 4 が流路入口 9 から矢印のように外筒管 5 の内部に入り、放射線発生管 2 と外筒管 5 との空隙 6 を流路出口 10 に向かい自由に流動し、設置されている放射線発生管 2 を冷却する。絶縁性液体 4 は送液装置によって流動させることもできる。しかし、放射線発生管 2 のカソード・アノード間に 40 ~ 150 kV 程度の高電圧が印加されている条件下では、電気流体力学効果により自発的に流動させることもでき、流動した絶縁性液体 4 は外筒管 5 の外部に流出して放射線発生管 2 から吸収した熱を放熱する。図に示した外筒管 5 は筒型であるが、流路が確実に設けられていれば箱型の外筒管 5 を使用することも可能である。

20

【0032】

放射線発生管 2 の表面に空隙 6 が設けられるように外筒管 5 を配置することだけでも、外筒管 5 を設けたことで周囲への放電被害の拡大を防ぐことはできる。しかし、高電圧が印加されたカソード 3 1、アノード 3 2 間で発生する微小な沿面放電の発生率を下げることはできない。微小な沿面放電といえども繰り返されることで、絶縁性液体 4 の放電分解が進行し、絶縁性液体 4 の劣化が促進される。また放射線発生管 2 の表面にトラッキングが発生することもあり、放射線発生ユニット 1 全体の耐電圧の長期的な劣化を速める可能性がある。

30

【0033】

そこで、本発明では、上述したように、絶縁性の障壁 7 を外筒管 5 の内面と放射線発生管 2 の管状部材 30 の外面間に跨って複数設けた構成とした。これにより、障壁 7 で、両極で発生する電界方向を分断することができるため、この障壁 7 によって放射線発生管 2 の表面で発生する微小放電を抑制することができる。

【0034】

さらに放射線発生管 2 を取り巻く各列の障壁 7 の間には間隔があげられており、この間隔を介して絶縁性液体 4 の流動が可能となっている。障壁 7 間にあけられる間隔の位置は、真空容器 2 のカソード 3 1 側とアノード 3 2 側とを直線的に連通させないように、障壁 7 の列によってずらされている。このような配置とすることによって、障壁 7 による沿面放電抑制作用を損なうことなく絶縁性液体 4 の流動が確保される。また、障壁 7 の列によって障壁 7 間の間隔がずれているため、絶縁性液体 4 が放射線発生管 2 の表面を満遍なく流動して放射線発生管 2 全体を冷却すること可能である。

40

【0035】

このような作用により、絶縁性液体 4 は外筒管 5 のカソード 3 1 側の入口 9 から流入し、放射線発生管 2 の表面に沿って流動した後アノード 3 2 側の出口 10 から流出する。従って、本発明を用いることによって、放射線管 2 の発熱を絶縁性液体 4 の流動による輸送によって効率よく外部へ放出することが可能となり、より高出力での連続運転が可能となる。また、微小な沿面放電の発生も抑制されるため絶縁性液体 4 の放電による分解も低減し、長期的な信頼性の向上も期待できる。

50

【 0 0 3 6 】

〔外筒管と放射線発生管の組み合わせ状態の第2の実施形態〕

図4は外筒管5と放射線発生管2の組み合わせ状態の第2の実施形態であり、この組み合わせ状態で図1の放射線発生ユニット1に配置することが可能である。

【 0 0 3 7 】

本例においても、放射線発生管2は、周囲に絶縁性液体4（図1参照）が流動可能な空隙6をあけて外筒管5の内部に配置されている。本例における障壁7は、管状部材30の外面から外筒管5の内面に達する高さで部分的な切欠部8を有しており、管状部材30の周方向に設けられた環状をなしている。また、カソード31とアノード32の対向方向に間隔をあけて複数設けられている。

10

【 0 0 3 8 】

各障壁7に設けられている切欠部8と、カソード31とアノード32の対向方向に設けられた障壁7間の間隔とは、真空容器2のカソード31側とアノード32側との間の絶縁性液体4の流れを許容する流路を構成している。また、本実施形態においては、相隣接する障壁7の切欠部8の位置が重複しないように完全にずれていることによって、上記流路は、真空容器2のカソード31側とアノード32側とを直線的に連通させることのない流路となっている。ただし、カソード31側とアノード32側とを直線的に連通させない流路とするには、複数の障壁7のうちの一つの列における障壁7の切欠部8が、少なくとも他のいずれかの障壁7の切欠部8と重複しないように位置が完全にずれていなければならない。なお、図4(c)は、図4(a)におけるB-Bライン上の障壁7と、この障壁7からアノード32側へ3枚目までの合計4枚の障壁7における切欠部8の位置を示している。

20

【 0 0 3 9 】

本例の障壁7に設けられている切欠部8は略半円形状で、障壁7の管状部材30との接触側に設けられている。切欠部8の形状、数、設ける位置に特に制限はない。外筒管5との接触側である障壁7の外周側に切欠部8を設けることもできるが、放射線発生管2を冷却しやすい絶縁性液体4の流れが得やすいことから、障壁7の管状部材30との接触側に設けることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

本例のように構成すると、接地する障壁7の数が図3の例に比して少なくすることができ、製造がしやすくなる。これに加えて、図3で説明した例と同様の効果を得ることができる。

30

【 0 0 4 1 】

〔外筒管と放射線発生管の組み合わせ状態の第3の実施形態〕

図5は外筒管5と放射線発生管2の組み合わせ状態の第3の実施形態であり、この組み合わせ状態で図1の放射線発生ユニット1に配置することが可能である。

【 0 0 4 2 】

この実施形態の放射線発生管2は、図5(a)に示す通り、管状部材30の中央部の外径が両端部に比して大きくなった壺形状となっている。障壁7は、図3の例と同様に、管状部材30の外面から外筒管5の内面に達する高さを有し、管状部材30の周方向に間隔をあけて複数直列されている。また、管状部材30の周方向に複数直列された列が、カソード31とアノード32の対向方向に間隔をあけて複数列設けられている。しかし、管状部材30の径が一定ではないことから、図5(b)、(c)に示すように、管状部材30の端部側の障壁7に比して中央部側の障壁7の高さが低くなっている。

40

【 0 0 4 3 】

このようにすると、管状部材30の外面に沿ったカソード31とアノード32の対向方向長さが図3の例よりも長くなるので、カソード31とアノード32間の沿面放電をより抑制しやすくなる。また、本例の管状部材30の形状は、図4に示される切欠部8を有する障壁7と組み合わせたり、後述する図6の螺旋状の障壁7と組み合わせることができる。

【 0 0 4 4 】

50

〔外筒管と放射線発生管の組み合わせ状態の第4の実施形態〕

図6は外筒管5と放射線発生管2の組み合わせ状態の第4の実施形態であり、この組み合わせ状態で図1の放射線発生ユニット1に配置することが可能である。

【0045】

この実施形態の障壁7は、管状部材30の外面から外筒管5の内面に達する高さを有し、管状部材30の周方向に螺旋状に設けられている。螺旋状に配置された障壁7間にあけられた間隔は、カソード31側とアノード32側との間の絶縁性液体4の流れを許容する流路を構成している。また、障壁7が螺旋状に設けられているので、上記流路は、真空容器2のカソード31側とアノード32側とを直線的に連通させることのない流路となっている。

10

【0046】

このように構成すると、図3の例のように短尺の障壁7を多数設けたり、図4の例のように障壁7に切欠部8を形成することなく流路を確保することができる。

【0047】

<放射線撮影システムの一実施形態>

図7に基づいて、本発明に係る放射線撮影システムの一例を説明する。

【0048】

本例において、既に説明した放射線発生ユニット1は、その放出窓110部分に設けられた可動絞りユニット100と共に放射線発生装置200を構成している。可動絞りユニット100は、放射線発生ユニット1から照射される放射線の照射野の広さを調整する機能を有する。また、可動絞りユニット100として、放射線の照射野を可視光により模擬表示できる機能が付加されたものを用いることもできる。

20

【0049】

システム制御装置202は、放射線発生装置200と放射線検出装置201とを連携制御する。駆動回路部3は、システム制御装置202による制御の下に、放射線発生管2に各種の制御信号を出力する。この制御信号により、放射線発生装置200から放出される放射線の放出状態が制御される。放射線発生装置200から放出された放射線は、被検体204を透過して検出器206で検出される。検出器206は、検出した放射線を画像信号に変換して信号処理部205に出力する。信号処理部205は、システム制御装置202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装置202に出力する。システム制御装置202は、処理された画像信号に基づいて、表示装置203に画像を表示させるための表示信号を表示装置203に出力する。表示装置203は、表示信号に基づく画像を、被検体204の撮影画像としてスクリーンに表示する。放射線の代表例はX線であり、本発明の放射線発生ユニット1と放射線撮影システムは、X線発生ユニットとX線撮影システムとして利用することができる。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

【実施例】

【0050】

(実施例1)

図3を用いて第1の実施例を説明する。

40

【0051】

本実施例において用いた放射線発生管2の主要部の寸法は、管直径：45mm、管の長さ：80mmであり、絶縁部にはアルミナセラミックス、カソード側の外部電極にはステンレス、アノード側外部電極はステンレスと銅を主要材料として構成されている。

【0052】

外筒管5の主要部寸法は、内部直径60mm、外筒管の長さは100mmで厚さ5mmの亚克力樹脂によって構成されている。

【0053】

放射線発生管2の外表面と外筒管5の内壁の間に設けられる障壁7は、厚さ5mmの亚克力樹脂で形成され、主要部の寸法は、高さは7.5mmで放射線発生管2の同軸の円

50

周方向で各外周列に間隙 11 を形成するため約 60 mm の間隔を開けて 3 個配置した。各列は放射線管の長さ方向に 7.5 mm の間隔を空けて 6 列配置されており、隣接する列間において間隙 11 同士が重ならないように周方向に 60 度ずつずらして配置した。

【0054】

以上のような構成の放射線発生管 2 を放射線発生ユニット 1 に取り付けて 100 kV の高電圧を印加したが、外部から放電を検出することはなかった。

【0055】

また絶縁性液体 4 として高圧絶縁油を用いた場合は、放射線発生管の表面に沿って電気流体力学効果によって流動が発生し、外筒管 5 の内外で絶縁油の循環が起きることによってより効果的な冷却を行うことが出来た。

10

【0056】

(実施例 2)

図 4 を用いて第 2 の実施例を説明する。

【0057】

本実施例において用いた放射線管 2 の主要部の寸法は、実施例 1 と同じであり、管直径：45 mm、管の長さ：80 mm である。絶縁部にはアルミナセラミックス、カソード側の外部電極にはステンレス、アノード側外部電極はステンレスと銅を主要材料として構成されている。

【0058】

外筒管 5 の寸法は実施例 1 と同じであり、主要部寸法は、内部直径 60 mm、外筒管の長さは 100 mm で厚さ 5 mm のエポキシ樹脂によって構成されている。

20

【0059】

本実施例においては、放射線発生管 2 の外表面と外筒管 5 の内壁の間に設けられる障壁を、厚さ 2 mm のエポキシ樹脂で形成された環状体となる障壁 7 とした。この障壁 7 は、等間隔に 4 か所の切欠 8 を設けた構造となっている。

【0060】

障壁 7 の高さは 7.5 mm で、放射線発生管の長さ方向に 5 mm の間隔を空けて 9 個配置した。放射線発生管の長手方向で隣接する障壁 7 においては、切欠 8 同士が同じ位置で重ならないよう周方向に 30 度ずつ回転して配置した。

【0061】

以上のような構成の放射線発生管 2 を放射線装置 1 に取り付けて 100 kV の高電圧を印加したが、外部から放電を検出することはなかった。

30

【0062】

また絶縁性液体 4 として高圧絶縁油を用いた場合は、放射線発生管の表面に沿って電気流体力学効果によって流動が発生し、外筒管 5 の内外で絶縁油の循環が起きることによってより効果的な冷却を行うことが出来た。

【0063】

(実施例 3)

図 5 を用いて第 3 の実施例を説明する。

【0064】

本実施例において用いた放射線発生管 2 は、両極が対向する方向で管直径が異なっている。このため本発明で用いる障壁 7 の構造は、障壁 7 A、7 B のように両極が対向する方向において設置される位置によって高さが異なっている。

40

【0065】

管直径は、最大直径 45 mm、最小直径 30 mm であり、管の長さを 80 mm とした。

【0066】

絶縁部にはガラス材料を、カソード側の外部電極にはステンレス、アノード側外部電極はステンレスと銅を主要材料として構成されている。

【0067】

外筒管 5 の主要部寸法は、内部直径 60 mm、外筒管の長さ 100 mm で厚さ 5 mm の

50

エポキシ樹脂によって構成されている。

【0068】

放射線発生管2の表面と外筒管5の内壁の間に設けられる障壁7は、厚さ5mmのエポキシ樹脂で形成され、図5で示すように設置する位置に応じて高さを調整している。

【0069】

実施例1と同様に放射線発生管2の同軸の円周方向で各外周列に間隙11を形成して流路を確保するため約10mmの間隔を開けて3個配置した。各列は放射線管の長手方向に7.5mmの間隔を空けて6列配置されており、隣接する列間において間隙11同士が重ならないように周方向に60度ずつずらして配置した。

【0070】

以上のような構成の放射線発生管2を放射線発生ユニット1に取り付けて100kVの高電圧を印加したが、外部から放電を検出することはなかった。

【0071】

また絶縁性液体4として高圧絶縁油を用いた場合は、放射線発生管の表面に沿って電気流体力学効果によって流動が発生し、外筒管5の内外で絶縁油の循環が起きることによってより効果的な冷却を行うことが出来た。

【0072】

(実施例4)

図6を用いて第4の実施例を説明する。

【0073】

本実施例において用いた放射線発生管2の主要部の寸法は、実施例1と同様である。

【0074】

管直径：45mm、管の長さ：80mmであり、絶縁部にはアルミナセラミックス、カソード側の外部電極にはステンレス、アノード側外部電極はステンレスと銅を主要材料として構成されている。

【0075】

外筒管5の主要部寸法は、内部直径60mm、外筒管の長さ100mmで厚さ5mmの亚克力樹脂によって構成されている。

【0076】

放射線発生管2の外表面と外筒管5の内壁の間に設けられる障壁7は、厚さ2mm、高さ7.5mmのエポキシ樹脂を各列間で約10mmの間隔を開けて螺旋状に成型して放射線発生管2の内壁に配置した構造である。

【0077】

このような構成においても電界方向での障壁と絶縁性液体の流路は確保することが出来る。

【0078】

以上のような構成の放射線発生管2を放射線発生ユニット1に取り付けて100kVの高電圧を印加したが、外部から放電を検出することはなかった。

【0079】

また絶縁性液体4として高圧絶縁油を用いた場合は、放射線発生管の表面に沿って電気流体力学効果によって流動が発生し、外筒管5の内外で絶縁油の循環が起きることによってより効果的な冷却を行うことが出来た。

【符号の説明】

【0080】

1：放射線発生ユニット、2：放射線発生管、3：駆動回路部、4：絶縁性液体、5：外筒管、6：空隙、7：障壁、8：切欠部、9：流路入口、10：流路出口、11：間隙、11：収納容器、21：電子放出源、22a：ターゲット層、22b：支持基板、23：ターゲット、23：支持基板、24：放射線遮蔽部材、25：真空容器、26：電子線、27：放射線、28：引出し電極、29：レンズ電極、30：管状部材、31：カソード、32：アノード、47：環状部材、110：放射線透過窓、100：可動絞りユニット

10

20

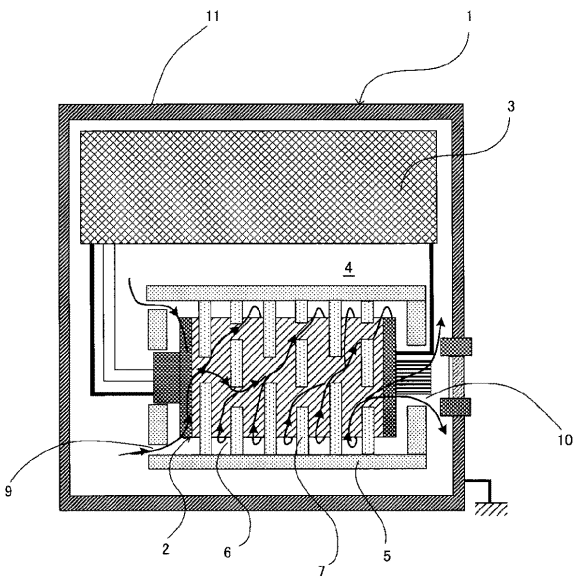
30

40

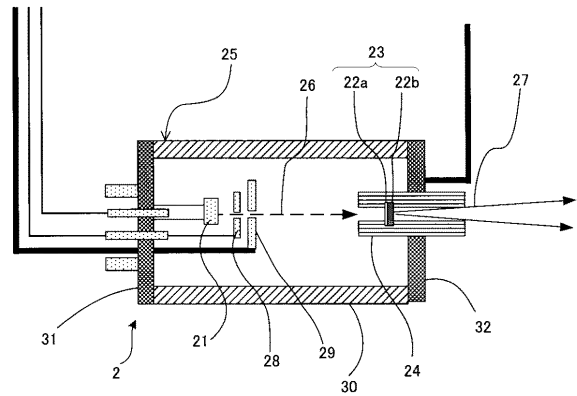
50

、 2 0 0 : 放射線発生装置、 2 0 1 : 放射線検出装置、 2 0 2 : システム制御装置、 2 0 3 : 表示装置、 2 0 4 : 被検体、 2 0 5 : 信号処理部、 2 0 6 : 検出器

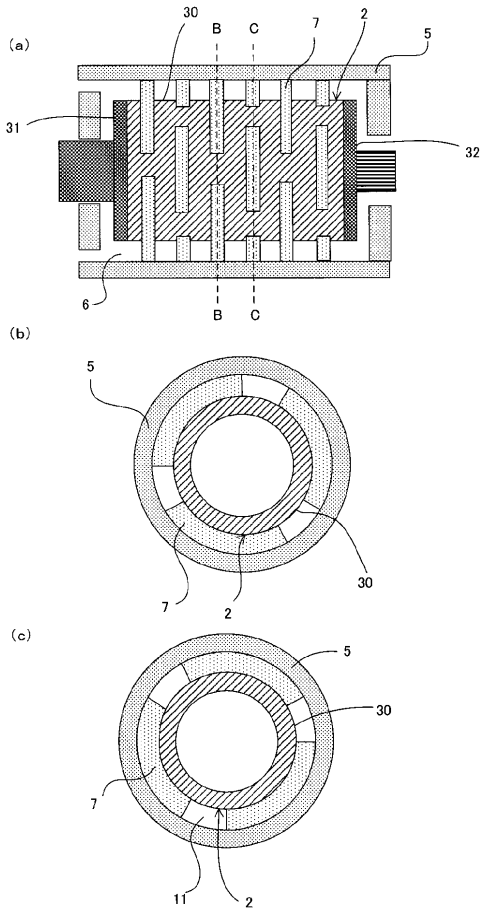
【 図 1 】



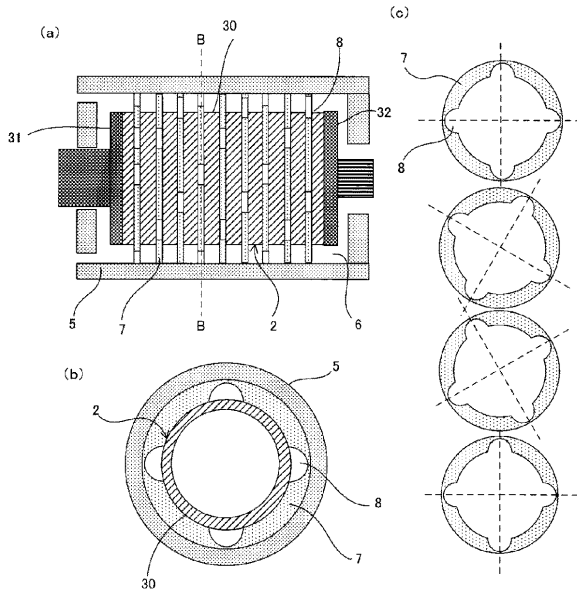
【 図 2 】



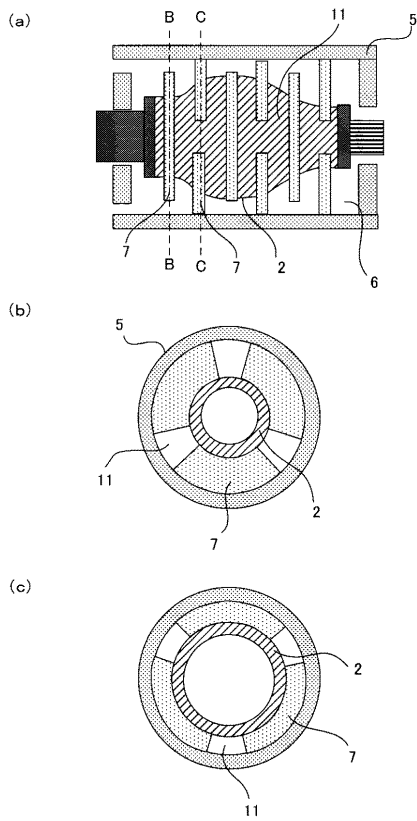
【 図 3 】



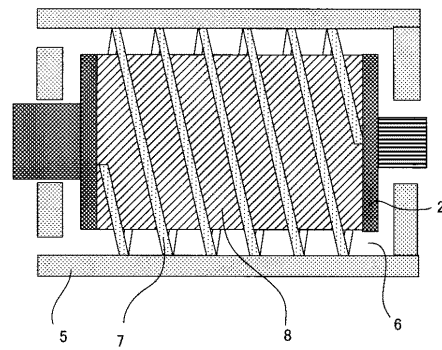
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

