

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4986220号
(P4986220)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 J 35/32 (2006. 01)

H O 1 J 35/32

H O 1 J 35/20 (2006. 01)

H O 1 J 35/20

H O 1 J 35/08 (2006. 01)

H O 1 J 35/08

B

G 2 1 K 5/08 (2006. 01)

H O 1 J 35/08

C

H O 1 J 35/08

F

請求項の数 26 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-503802 (P2006-503802)
 (86) (22) 出願日 平成16年2月23日 (2004. 2. 23)
 (65) 公表番号 特表2006-518921 (P2006-518921A)
 (43) 公表日 平成18年8月17日 (2006. 8. 17)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/005302
 (87) 国際公開番号 W02004/077481
 (87) 国際公開日 平成16年9月10日 (2004. 9. 10)
 審査請求日 平成19年2月14日 (2007. 2. 14)
 (31) 優先権主張番号 10/371, 401
 (32) 優先日 平成15年2月21日 (2003. 2. 21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 505314354
 ゴフト マイクロチューブ インコーポレ
 ーテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 538 フリーモント ミルモント ドラ
 イブ 49000
 (74) 代理人 100065651
 弁理士 小沢 慶之輔
 (72) 発明者 ラッシュ, トーマス ダブリュ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 054 サンタクララ ナンタケット サ
 ークル 1610

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線管のための陽極アセンブリー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X線管アセンブリーであって、該X線管アセンブリーは、
 X線管の一部を画定する内部空洞を有する管フレームと；
 電子を放出するための、該管フレームの一端に存する陰極アセンブリーと；
 該管フレームの反対側端部に存する陽極アセンブリーと、ここで該陽極アセンブリーは
 内部空洞を有する陽極本体を含んでおり、該陽極本体の第1の端部は該管フレームの反対
 側端部と共に密封されて完全なX線管空洞を形成し、該陽極本体の第2の端部には該管フ
 レームとほぼ同軸の円錐形内表面が形成されており；および
 該円錐形内表面にはコーティングされたX線発生薄膜ターゲットとを含んでおり、ここ
 で該陽極本体が、X線を透過し、該陽極本体の第2の端部から放射されるX線に関しては
 広範囲な分布を与え、かつ該陽極本体の外側と冷媒が接触することによって効率良く冷却
 されるように、該陽極本体の第2の端部は、その外側が丸いか或いは弾丸形に形成され、
 またその内側は該円錐形内表面およびその上にコーティングされたターゲットが丸いか或
 いは弾丸形に形成された外表面に近接するように形成されており、またその円錐形内表面
 から外側にかけては所望のX線透過性および所望の熱伝導性を有する材料で構成されてい
 る、X線管アセンブリー。

【請求項 2】

該陽極本体は、ベリリウム、酸化ベリリウム、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、窒化ケ
 イ素、ダイヤモンド、酸化アルミニウム、及びこれらの複合物のうちのいずれかから形成

10

20

される、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 3】

該陽極本体は、アルミニウム又はベリリウムと合金化された材料から形成される、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 4】

該ターゲット・コーティングの厚さは 0 . 5 ないし 5 ミクロンである、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 5】

該ターゲット材料は、19 より大きな原子番号を有する 1 つ以上の材料を含む、請求項 4 の X 線管アセンブリー。

10

【請求項 6】

該陽極アセンブリーの外表面は、表面積を増やして該アセンブリーの冷却を良くするために、隆起のある渦巻状である、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 7】

該陽極アセンブリーは、該陽極本体に配置された少なくとも 1 つの排気ポートを含む、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 8】

1 つ以上の成分を含むプラグによって気密シールが該排気ポート内に形成されている、請求項 7 の X 線管アセンブリー。

【請求項 9】

20

該排気ポートに相対して密封されたチューブレーションを含む、請求項 7 の X 線管アセンブリー。

【請求項 10】

該陽極本体は該 X 線管空洞と流体連通した内部ゲッター・スペースを含み、該スペース及びチューブレーションは共同してゲッター材料を包含するゲッター・エンクロージャーを形成し、該チューブレーションは、該ゲッター・エンクロージャー及び X 線管空洞の中に真空を含むように気密に封じられた外側端部を有する、請求項 9 の X 線管アセンブリー。

【請求項 11】

該陽極本体は、中間材料を用いて該管フレームに結合される、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

30

【請求項 12】

該中間結合材料は、コパール、モリブデン及びタンタルのうちの 1 つの材料を含む、請求項 11 の X 線管アセンブリー。

【請求項 13】

該陽極アセンブリーは少なくとも 1 つの排気ポートを含んでおり、該排気ポートの一部は中にゲッター材料が含まれるゲッター空洞を形成する、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 14】

該陽極本体内の円錐形内表面は、閉じた頂点を有する実質的に完全な円錐を含む、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

40

【請求項 15】

該陽極本体は、該円錐形内表面と該管フレームとの間に、拡大された内径の環状凹所を含んでおり、該環状凹所の中に環状に形成されたゲッター材料がはめ込まれている、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 16】

該陽極本体は、該円錐形内表面とほぼ同軸で該 X 線管空洞と連通しているゲッター・スペースを更に含んでおり、該ゲッター・スペースの中にゲッター材料が置かれており、該ゲッター材料はほぼ円筒形であり且つ該円錐形内表面とほぼ同軸に整列している、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

50

【請求項 17】

該陽極本体は、該陽極本体内に位置する少なくとも 1 つの排気ポートを含む、請求項 16 の X 線管アセンブリー。

【請求項 18】

該 X 線管アセンブリーは、該排気ポートに相対して密封されたチューブレーションを含み、該チューブレーションは、該ゲッター材料を含む該ゲッター・スペースの一部を形成する、請求項 17 の X 線管アセンブリー。

【請求項 19】

該ゲッター材料は、該管軸に沿って X 線を顕著に減衰させるために大きなサイズである、請求項 16 の X 線管アセンブリー。

10

【請求項 20】

該アセンブリーは排気ポートもチューブレーションも持っていないくて、高真空下で処理され密封される、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 21】

該陽極本体は、勾配のある組成から形成され、該陽極本体内で位置により特性が変化する、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 22】

X 線放射パターンを整形するために、該陽極アセンブリーの外表面の一部は 10 以上の原子番号を有する 1 つ以上の材料でコーティングされている、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

20

【請求項 23】

該管空洞の内表面の一部にデポジットされたゲッター材料を含む、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 24】

該ターゲットは電導性材料から成っていて該陽極として作用する、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 25】

該陽極本体は電導性材料であって、該円錐形内表面は陽極を含む、請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【請求項 26】

30

該陽極本体内の円錐形内表面の頂点円錐角は 60 度である請求項 1 の X 線管アセンブリー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X 線管のための、特に小型 X 線管のための陽極アセンブリーに関する。

【背景技術】

【0002】

X 線管は特許第 4,143,275 号、特許第 5,153,900 号、特許第 5,428,658 号、特許第 5,422,926 号、特許第 5,422,678 号、特許第 5,452,720 号、特許第 5,621,780 号、再発行特許第 34,421 号、及び特許第 6,319,188 号に記載されており、これらのうちの幾つかは小型 X 線管に関する。本書で使われる小型 X 線管という用語は、特に、治療及び診断の医療目的に、また材料分析に有益な約 10 mm 以下の直径の X 線管を意味するように意図されている。

40

【0003】

X 線管の陽極は非常に重要な要素である。幾つかのアプリケーションでは、陽極は自分を通して X 線を伝導して、X 線をほぼ半径方向のみに放射するのではなくて該管から X 線の放射に広い角度範囲を提供するべきである。

【0004】

エックスオフトマイクロチューブ (X o f t m i c r o T u b e) の、上で引用され

50

た特許第6,319,188号は、陽極が概して平らであって、いろいろな実施態様で種々の角度範囲を通してX線放射が行われるようになっている小型X線管を記述している。

【0005】

本発明に何らかの関連のある他の特許は、特許第3,584,219号、特許第5,369,679号、特許第5,528,652号、特許第5,566,221号、再発行特許第35,383号、特許第6,095,966号、特許第6,134,300号及び国際公報WO097/07740を含む。

【0006】

本発明の目的は、X線管の陽極アセンブリの形状寸法及び構造を改善して、X線出力、シールの完全性或いは効率を犠牲にせずに広い放射角を提供すると共に管の耐用寿命のために必要なゲッターの効率的配置を提供することである。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の好ましい実施態様では、X線管は、管フレームと、陰極アセンブリと陽極アセンブリとを有し、該陽極アセンブリは、該管又はフレームと同軸の円錐形ターゲットを伴う透過陽極を含む。陰極から電子ビームを受け取る該円錐形ターゲットの凹面側は該管の反対側端部に位置する。低原子番号（低-Z）、高熱伝導率の材料から形成されて、陽極はX線放射に関して高度に透過性であって、約0.5ないし5ミクロンの厚さの薄いターゲット膜を支持する。

【0008】

一実施態様では、陽極は、陰極から最も遠い端部に頂点を有する完全な円錐体である。陽極ハウジングは外側が丸いか或いは弾丸形であり、該円錐体は陽極本体の内面として形成され、陽極本体が電気伝導性である場合には陽極自体を含む。好ましくは薄膜を含むターゲットは円錐面上にデポジットされる。陽極本体が電気伝導性でなければ、ターゲットは、伝導性材料でなければならず、陽極本体の外面に至る伝導路を持っていなければならない。

【0009】

ゲッターは陽極アセンブリに収容されうるのが有利である。この目的のために、陽極アセンブリ内側の、該円錐体の基部に近い環状の拡大された領域又は凹部は円柱状のゲッターを包含することができる。該X線管の真空排気は、真空チャンバー内で該管の処理及び最終密封を行うことにより、或いは該管アセンブリ上の他の場所に位置する真空排気ポートによって行われうる。

【0010】

陽極本体材料はベリリウム、ダイヤモンド、窒化アルミニウム、シリコン又は他の低-Zで高熱伝導性の材料であって良く、陽極薄膜ターゲット材料は白金、金、タングステンなどであって良い。更に、これらの材料は電子管両立性で密封可能である。低-Z本体と円錐形状とは、所望ならば、軸方向を含む、陽極のドーム型端部の周囲における実際上全方向へのX線の放射のための備えである。

【0011】

第2実施態様では陽極アセンブリは円錐形内壁を有するが、その円錐の頂点があるところに、ゲッター材料のための空洞と真空排気ポートとに通じる軸穴を有する。この構成の1つの形では、陽極アセンブリは基部側の端部に、該管フレームの内部空洞の残部への結合のための円柱状空洞を有し、陽極アセンブリの円柱状空洞は先細端部に至る、すなわち、該円錐が陽極として役立つ。該円錐の穴から少し末端側に、ゲッター材料のための空洞又はチャンバーに通じる通路がある。この実施態様においてチューブレーションが陽極本体の端部に相対して密封され、このチューブレーション自体はゲッター・チャンバーの延長部を形成することができる。このチューブレーションの末端部は、真空排気後に挟みつぶされる。

【0012】

第3の実施態様では、円錐形内面を有する陽極と管フレームとは、X線管製造プロセス中に陽極とフレームとを結合させる必要をなくする一体のアセンブリとして形成される。この一体化された陽極及びフレームの構造は、ゲッター材料のための内部空洞を包含することができ、或いは、ゲッター・チャンバーの延長部を形成するチューブレーションを有する真空排気ポートを持つことができる。この実施態様のX線管の真空排気は、真空チャンバー内で該管を組み立てることにより、或いは該アセンブリに位置する排気ポートを通して、実行されうる。

【0013】

第4の実施態様では、排気を提供するためのチューブレーション・アセンブリは、一端では管フレームと、反対側の端では円錐形内面を有する陽極と互いに密封され、これにより完成したX線管空洞を提供する。このチューブレーション・アセンブリは、ゲッター材料のための内部空洞を提供することもできる。この実施態様のX線管の真空排気は、チューブレーション・アセンブリに配置された排気ポートを通して実行されうる。

【0014】

ゲッターが効率的に包含されていて陽極構造が該アセンブリの末端からの殆ど全方向へのX線放射を許すX線管の、特に小型X線管の効率的陽極構造を提供することが本発明の主要な目的のうちの1つである。本発明のこれらの、及びその他の目的、利点及び特徴は、好ましい実施態様についての以下の記述を図面と共に検討することから明らかとなるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

図面において、図1は、本発明による陽極端部12を含むX線管アセンブリ10の一部を示す。陽極アセンブリ12は、この実施態様では、低-Z、高熱伝導率材料を含む陽極本体16により形成された弾丸状、ドーム状又は概して半球形又は丸い末端部14を有する。例は、ベリリウム、酸化ベリリウム、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、ダイヤモンド又は酸化アルミニウムである。他の望ましい材料は、アルミニウム或いはベリリウムの合金、或いはその組み合わせである。このような材料は、X線放射に対しては非常に僅かな障壁となるだけであり、一方、陽極アセンブリ及びX線管から熱を効率よく伝導除去することを可能にする。本体材料はX線に対して殆ど透明である。

【0016】

この陽極本体16は、円錐形又は本質的に円錐形で、電子により衝撃が与えられたときにX線を生じさせるための薄膜ターゲット20でコーティングされている内面18を有する。円錐形状は、半球形状と比べると、電子ビーム22の全ての部分が陽極表面に本質的に同じ角度で衝突するという利点を有する。これは、管軸から電子ビームまでの距離が異なれば入射角が顕著に変化する半球形又はその他の形状と比べて、より再現可能なX線出力を生じさせる。円錐形陽極は、電子ビーム形状の変化に対して同様に鈍感である。本書で使われている“円錐形”は、頂点を有する実質的に完全な円錐と、円錐台との両方を含む。45 kVの電子ビーム・エネルギーで動作する好ましい実施態様では、円錐の頂点円錐角は60度である。円錐角は、特定の電子ビーム・エネルギー、又は例えば20ないし50 keVなどの或る範囲の電子ビーム・エネルギーでの動作に合うように最適化される。

【0017】

陽極上の薄膜ターゲット20は、円錐形内面18上にコーティング又はデポジットされた材料から構成される。その様な薄膜材料は、白金、金、タングステンなどの、電子衝撃に応答してX線を放射すると良く知られている高-Z材料であって良い。薄膜ターゲットは、特定のX線スペクトル分布を必要とする特殊なX線管アプリケーションのためにチタン、クロム、銅などの低-Z材料であっても良い。薄膜ターゲットの厚さは、ターゲット材料、電子ビーム・エネルギー及び所望のX線スペクトル分布及び空間分布により約1ないし5ミクロンの範囲内にあって良く、より好ましくは、約0.5ないし5ミクロンであ

って良い。１つの好ましい実施態様では、薄膜ターゲットは約２ミクロンの厚さの白金を含む。他の特定の実施態様では、ターゲット薄膜は、０．１ミクロンの厚さのチタン及びタングステンの第１層（付着のためのベース層）と、１ミクロンの厚さの金の第２層とを含む。一般的に、薄膜ターゲットは１９より大きな原子番号を有する１つ以上の物質を含む。陽極円錐角と、いろいろな厚さ及び組成の２ないし５つの層を含む薄膜ターゲットとの選択は、２０ないし７０ｋｅＶなどの電子ビーム・エネルギーの１つの範囲にわたる動作のためにＸ線空間分布及びエネルギーを調整することを可能にする。

【００１８】

もし陽極本体１６が電導性でなければ、薄膜ターゲット２０が伝導性陽極として役立つ。薄膜ターゲット２０との電氣的接続は電導性陽極－フレーム間シール２３と陽極本体内の内部コーティングとを介して行われて良く、或いは内面１８から外部への導体で満たされた穴を通して行われても良い。これは、全ての実施態様に当てはまることである。

【００１９】

陽極アセンブリー１２の構成は、内面１８が円錐形であってもなくても、有意な能動的体積を持つゲッター２４をＸ線管内に配置するための効率的な場所を提供する。図１は、図示されているように陽極本体内の凹所として形成された陽極本体内の円筒状或いは環状の凹所２６に収容された円筒環状部材としてゲッター２４を示している。リング状のゲッター２４は、管内の中央のスペース又はその他のスペースを占める固形のゲッター・ペレットと比べて面積及び体積の両方において比較的に大きくてよい。本発明のＸ線管は好ましくは小型Ｘ線管であり、付加的なゲッター面積及び体積は、管内圧力を低下させることによりＸ線管の寿命を改善するための重要な考慮事項であり得る。

【００２０】

図２Ａは、陽極アセンブリー１２の末端部１４の軸方向図であり、この端部は滑らかな外面を有する。図２Ｂは、熱伝達効率を改善するために表面積が大きくされている代わりの末端部１４の軸方向図である。表面積は、図２Ｂに示されているように実質的に半球状の端部形状に真っ直ぐな溝又は渦巻き２８を付け加え、或いは図２Ｃに示されているように螺旋形のみぞ又は渦巻き３０を付け加えることによって大きくされ得る。熱伝達効率をなお高めながら溝又は渦巻きの数及び形状を大幅に変化させることができる。

【００２１】

図３は、異なる陽極アセンブリー３４を有するけれども、円錐の一部分を画定する内面３６をなお包含しているＸ線管アセンブリー３２の一部分を示す。この陽極アセンブリーでは、薄膜ターゲット３８は円錐形内面３６から端部窓４０を横断して広がっている。この構成の目的は、好ましくは小型Ｘ線管であるＸ線管からのＸ線フラックスを増大させることである。陽極は本質的に細長く、端部には端部窓４０がある。円錐形内面３６と端部窓４０との上の薄膜ターゲット３８で発生したＸ線は、所望の場合には軸方向を含む広い角度範囲にわたって放射され得る。この切頭円錐構造は、材料の単一の部材から製造された陽極本体でも達成され得る。

【００２２】

図４は、本発明の他の重要な実施態様を含むＸ線管アセンブリー４２の一部分を横断面図で示す。本発明のこの形は好ましくは約１ｍｍ程度の外径を有する小型Ｘ線管で具体化されるけれども、同様の構造をより大きな管に適用することができる。陽極アセンブリー４４は、Ｘ線管の末端部に示されていて、端部には真空排気ポート４６と、図面では摘み切られて示されている好ましくは銅を含むチューブレーション４８とがある。該陽極アセンブリーの主要な構成要素は陽極本体５０であり、これは、ベリリウム、酸化ベリリウム、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、ダイヤモンド、酸化アルミニウム、或いはアルミニウム－ベリリウム合金などの低－Ｚ、高熱伝導率材料から形成されていて、図示されているように軸方向穴を有する。窒化アルミニウムは、効率的製造と、容認しうるＸ線透過率及び熱伝導率とに配慮して、使用されている。多くのアプリケーションについての１つの付加的な利点は、窒化アルミニウムがベリリウム或いはダイヤモンドなどの材料より大きな低エネルギーＸ線吸収を提供することであり、このことは、放射照射量が

高エネルギー X 線のみに関して最良に管理される場合に望ましい。管フレーム 5 8 は、陽極 - フレーム間シール 6 0 の箇所で陽極アセンブリー 4 4 に相対して密封される。このシールは、好ましい実施態様では、銅 - 銀・活性金属ろう付け合金であるクシルエービーエー (C u s i l A B A) などの材料を用いるろう付けにより達成される。その代わりとして、陽極本体 5 0 及び管フレーム 5 8 のその中間の熱膨張特性を有するコパール、モリブデン又はタンタルなどの中間材を用いることができる。陽極 - フレーム間シール 6 0 は、これら 2 つの構成部分の間に高完全性のシールを作るためにろう付け温度に熱せられるろう付け材料に加えてコパール、モリブデン又はタンタルのワッシャーを含むことができる。

【 0 0 2 3 】

10

この陽極本体は、より小さな直径まで先細にされ、或いは図 4 に示されているように末端部を丸くされても良い。陽極本体 5 0 の末端部はチューブレーション・シール 5 2 の箇所でチューブレーション 4 8 と接し、それは、もしチューブレーション 4 8 が銅から形成されるのであれば、銅 - 銀・活性金属合金結合材であって良い。図示されているように、この実施態様では、陽極アセンブリー 4 4 はチューブレーション 4 8 と共に、ゲッター 5 6 を包含するゲッター空洞 5 4 を形成する。このゲッター 5 6 は、図 4 に示されているようにペレットの形であって良く、或いはストリップ又はリングであってても良い。

【 0 0 2 4 】

図 1 , 3 及び 4 において組み立てられている構成部分の全ては軸対称である。しかし、チューブレーション 4 8 は、陽極本体上の他の場所に置かれても良い。

20

【 0 0 2 5 】

図 4 において、陽極アセンブリー 4 4 は、真空排気ポート 4 6 で終わる円錐台状の内面 6 2 を有する。円錐形内面 6 2 にコーティングされている薄膜ターゲット 2 0 は陽極自体を含む。真空排気ポート 4 6 は、図示されている実施態様においてより大きな直径の通路 6 4 に開いて、チューブレーション 4 8 と共同してゲッター空洞 5 4 を形成する。

【 0 0 2 6 】

該ゲッター位置は、血管又は他の管腔における X 線治療などの一定のアプリケーションのために追加の利点を提供することができる。管の末端 6 6 からの軸方向 6 8 に沿っての X 線の伝導を妨げることが重要であることが良くある。図 5 A に示されているように、ゲッター 5 6 とチューブレーション 4 8 とは厳密な軸方向への X 線放射を或る程度妨げる。ゲッター 5 6 とチューブレーション 4 8 とは、最小限の軸方向遮断が望ましければ、最小限の直径を持つことができ、遮断された領域 7 0 は軸に沿う細い円錐として示されている。X 線は、ターゲットの全ての部分から放射される。放射される X 線の分布は、アプリケーションの必要に応じて、より等方性であるように或いはより特殊化するように、調整され得る。末端の、軸方向に組み込まれたゲッターは、該ゲッターの半径方向及び軸方向の大きさを調整することによって、前方への放射分布を大幅に変化させることができる。図 5 B は、薄膜ターゲット 2 0 を支持する円錐形内面 6 2 a の角度を大きくし、またチューブレーション 4 8 及びゲッター 5 6 の直径を大きくすることによって、放射の前方分布が大きく広く減少させられることが示されている。

30

【 0 0 2 7 】

40

図 6 は、X 線管の処理の後に真空排気ポート 4 6 を密封するように陽極本体 1 6 に直接組み込まれた陽極シール 7 2 を含む他の実施態様を示す。陽極シール 7 2 はインジウム又は金などの単一の材料から形成され得るけれども、図 6 に示されているように 2 つの材料から形成されても良い。2 つの材料を用いれば、陽極からの X 線放射パターンをより柔軟に形成することが可能になる。金などの高 - Z 陽極プラグ 7 4 は管軸に沿っての X 線伝導を阻止することができ、インジウムなどの別の材料は気密シール 7 6 を提供することができる。陽極本体 1 6 が酸化ベリリウム、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、ダイヤモンド又は酸化アルミニウムなどの非伝導性材料を含むならば、高 - Z 陽極プラグ 7 4 と気密シール 7 6 とは薄膜ターゲット 2 0 との電気接続のためにも使用され得る。

【 0 0 2 8 】

50

不均一な組成を有する陽極本体を製造することにより、1つ以上の利点を得られる。第1に、より高いZの元素の割合を陽極本体における位置と共に変化させることによってX線放射の空間分布及び/又はエネルギー分布を変化させることができる。第2に、陽極本体の組成を変化させることによって熱膨張係数を変化させ、これにより陽極を異種のフレーム材料およびチューブレーション材料に結合させる能力を高めることができる。第3に、陽極の熱伝導率を組成で調整してより効率的な熱伝達プロフィールを提供することができる。その様な段階的組成を達成するために、窒化アルミニウムをいろいろな濃度の、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化サマリウム又は他の希土類酸化物などの焼結材料と組み合わせることができる。

【0029】

10

図7Aは、図7Cの付随線図82で概略的に示された半径方向組成勾配で成分B80を通して分布させられた成分A78から構成された陽極本体16を示している。線図82において、原子番号が半径と共に変化するパーセンテージとして示されている。図7Aの破線は成分A78の濃度変化を表す。図7Aにおいて、成分Aの濃度は陽極表面で高く、中心軸の方に向かって低下する。このタイプの勾配は、X線分布を整形するために望ましい可能性がある。

【0030】

図7Bは、成分C84及び成分D86から構成される陽極本体16を示し、軸方向組成勾配が図7Dの付随線図88に概略的に示されている。線図88において、原子番号が軸方向位置と共に変化するパーセンテージとして示されている。図7Aの破線は、成分D86の濃度変化を表す。この軸方向組成勾配は、たとえば、物理蒸着法或いは化学蒸着法により、或いは溶融物或いはスラリーからのシーケンシャルなデポジションにより得られる。成分C84の濃度は陽極本体の基端部で高く、末端部に向かって低下する。このタイプの勾配は、熱膨張係数又は熱伝導率、またX線分布を変化させるために望ましい可能性がある。

20

【0031】

図7A及び7Bの例は2つの成分に言及しているけれども、これらの構想は3種類以上の元素で実現され得る。

【0032】

図7A - 7Dに示されている勾配の代わりとして、陽極本体の外面の選択的コーティングによってX線放射パターンの整形及び平均X線放射エネルギーを達成することができる。例えば、窒化アルミニウムのような低-Z元素と19以上のZを有する銀などの1つ以上の元素との物理蒸着或いは化学蒸着により、この目的を達成することができる。

30

【0033】

構成を簡単にするために、おそらく、X線管アセンブリーの内面にゲッター材料を直接デポジットするのが望ましいであろう。この構想が図8に示されていて、薄膜ゲッター90が陽極本体16の内面18にデポジットされる。薄膜ゲッター90は、X線管の動作に影響を及ぼすことなく陽極 - フレーム間シール60を横断して管フレーム58の中に広がる可能性がある。

【0034】

40

図9は、陽極本体材料16と管フレーム58とがX線管本体92を形成する一体部材である実施態様を示す。この実施態様の利点は、前の図に示されている陽極アセンブリーとフレームとの間の陽極 - フレーム間シール60が削除されてX線管アセンブリーが簡単化されていることである。この実施態様では、陽極シール72が幾つかの機能を実行する。X線管本体92が酸化ベリリウム、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、ダイヤモンド或いは酸化アルミニウムなどの絶縁材料から製造されるならば、高Z陽極プラグ74と、陽極シール72を構成する気密シール76とは薄膜ターゲット20との電気的接触を提供する。高Z陽極プラグ74は、また、軸方向68に沿ってのX線放射を遮る。管軸に沿ってより多くのX線透過が望まれるならば、低Z導体を使用することができる。気密シール76だけで有効な陽極シール72を達成することができる。

50

【 0 0 3 5 】

図 9 に示されている一体の X 線管本体 9 2 は、図 1 に示されているゲッター 2 4、図 8 に示されているデポジットされた薄膜ゲッター 9 0、或いはその他の、前述された小型 X 線源構造の特徴物を含むように構成され得る。

【 0 0 3 6 】

図 1 0 A 及び 1 0 B は、本発明の重要な実施態様を含む X 線管の 2 つの横断面を示す。本発明のこの形は、好ましくは、約 1 mm 程度の外径を有する小型 X 線管で具体化されるが、同様の構成をより大きな管に適用することができる。図 1 0 A は、X 線管の末端部に薄膜ターゲット 2 0 を有する陽極本体 1 6 と、陽極 - フレーム間シール 6 0 と、該管の基端部に近い陰極アセンブリー 9 6 及び陰極 - フレーム間シール 9 8 を有する X 線管フレーム 5 8 とを含む X 線管アセンブリー 9 4 の横断面を示す。管フレーム 5 8 は該管の全長の主要な部分を画定する。真空排気された管は、おおよそ図に示されているポイント A ' 及び B ' の間に延在する。

10

【 0 0 3 7 】

図 1 0 B は、X 線管の末端部に存する薄膜ターゲット 2 0 を有する一体の X 線管フレーム 9 2 と、該管の基端部に近い陰極アセンブリー 9 6 及び陰極シール 9 8 とを含む X 線管アセンブリー 1 0 0 の横断面を示す。該管は、図 1 0 A の場合と同様に X 線管アセンブリー 1 0 0 の全長にわたって延在する。

【 0 0 3 8 】

図 1 1 は、本発明の他の重要な実施態様を含む X 線管アセンブリー 4 2 の一部を横断面図で示す。陽極アセンブリー 4 4 は X 線管の末端部に示されて、チューブレーション・アセンブリー 1 0 2 に相対して密封されており、該チューブレーション・アセンブリーは、真空排気ポート 1 0 6 を有するチューブレーション・カラー 1 0 4 と、図面においては摘み切られて図示されている好ましくは銅を含むチューブレーション 1 0 8 とを含む。陽極アセンブリー 4 4 は、陽極 - チューブレーション・アセンブリー間シール 1 1 0 においてチューブレーション・アセンブリー 1 0 2 に相対して密封されている。陽極 - チューブレーション間シール 1 1 0 は 1 つの好ましい実施態様では銅 - 銀活性金属ろう付け合金を含む。管フレーム 5 8 は、フレーム - チューブレーション・アセンブリー間シール 1 1 2 においてチューブレーション・アセンブリー 1 0 2 の反対側端部に相対して密封されている。これらのシールは、1 つの好ましい実施態様では、クシル (C u s i l) などの材料を用いてろう付けにより達成される。チューブレーション・カラー 1 0 4 は、コパール、モリブデン又はタンタルなどの材料を含むことができる。チューブレーション・カラー 1 0 4 は、チューブレーション・シール 1 1 4 を介してチューブレーション 1 0 8 に相対して密封されている。チューブレーション・シール 1 1 4 は、1 つの好ましい実施態様では、クシル又は 5 0 % 銅 - 5 0 % 金合金から成る。この実施態様に示されているように、チューブレーション・アセンブリー 1 0 2 はゲッター 1 1 8 を包含するゲッター空洞 1 1 6 を形成する。ゲッター 1 1 8 は、1 つの好ましい実施態様では、ストリップ又はリングであって良い。或いは、ゲッター 1 1 8 は、図 1 1 B に示されているようにチューブレーション 1 0 8 の中に置かれても良い。

20

30

【 0 0 3 9 】

上記のように、これらの好ましい実施態様における X 線管アセンブリー 9 4 又は 1 0 0 のサイズは非常に小さい。該管の外部直径は約 1 mm 程度であって良く、該管の陰極から陽極までの長さは約 8 或いは 9 mm であって良い。これは、治療のための非常に局所化された X 線線量を管理するために身体の管腔その他の空洞で使用され得る小型の切り替え可能な X 線源を提供する。

40

【 0 0 4 0 】

上記の好ましい実施態様は、本発明の原理を具体的に説明するように意図されているが、その範囲を限定するように意図されてはいない。他の実施態様と、この好ましい実施態様に対する変更とは、当業者にとっては明白であって、次に述べる請求項において定義されている発明の範囲から逸脱することなく行われ得る。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 1 】

【図 1】 X線管アセンブリーの陽極端部の一部分を示す横断面側面図である。

【図 2 A . 2 B . 2 C】 3つの代替表面外形を示す、陽極末端部の軸方向図である。

【図 3】 陽極端部を含む、他の実施態様のX線管の一部分を示す立面横断面図である。

【図 4】 陽極端部を示す、X線管の別の実施態様を示す横断面側面図である。

【図 5 A . 5 B】 2つの別々の構成でのX線放射ブロックageを示す図 4 の実施態様の側面横断面図である。

【図 6】 軸方向陽極シールを有するX線管の別の実施態様を示す側面横断面図である。

【図 7 A . 7 B . 7 C . 7 D】 図 7 A 及び 7 B は、陽極本体における組成勾配を示す側面横断面図である。 図 7 C 及び 7 D は、夫々図 7 A 及び 7 B における組成勾配を示す添付グラフである。

【図 8】 薄膜ゲッターと、陽極本体におけるその閉じ込めとを示す側面横断面図である。

【図 9】 本発明のX線管における一体化された管及び陽極本体を示す側面横断面図である。

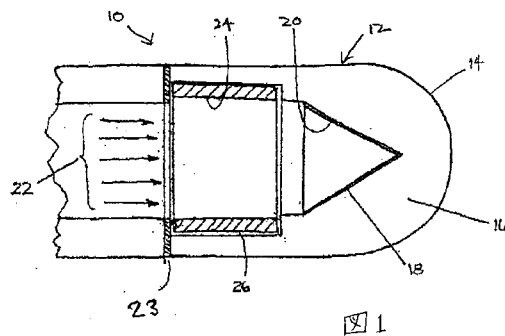
。

【図 1 0 A . 1 0 B】 本書に記載されている陽極アセンブリーと陰極アセンブリーとを各々含む本発明のX線管の実施態様を示す側面横断面図である。

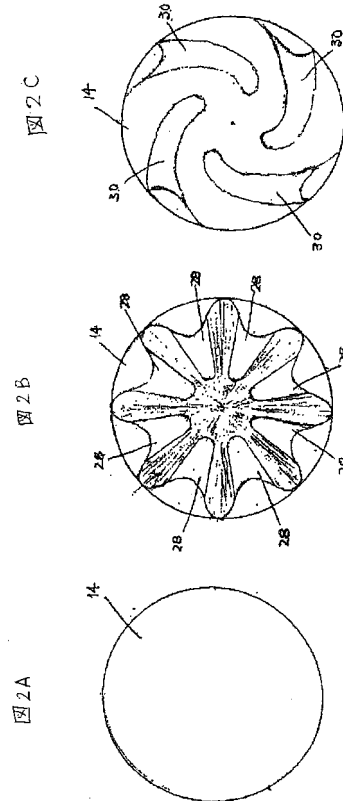
【図 1 1 A】 チューブレーション・アセンブリーを含む他の実施態様のX線管アセンブリーの一部分を示す横断面側面図である。

【図 1 1 B】 ゲッター配置に関して部分的に変更された実施態様を示す、図 1 1 A に類似する図である。

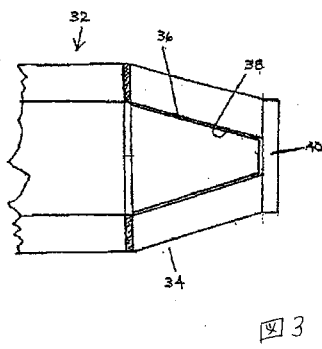
【図 1】



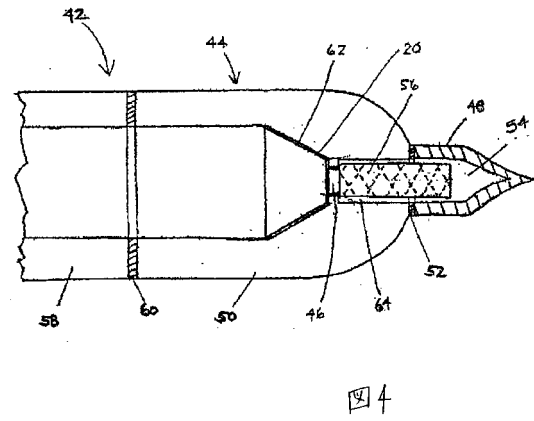
【図 2 A . 2 B . 2 C】



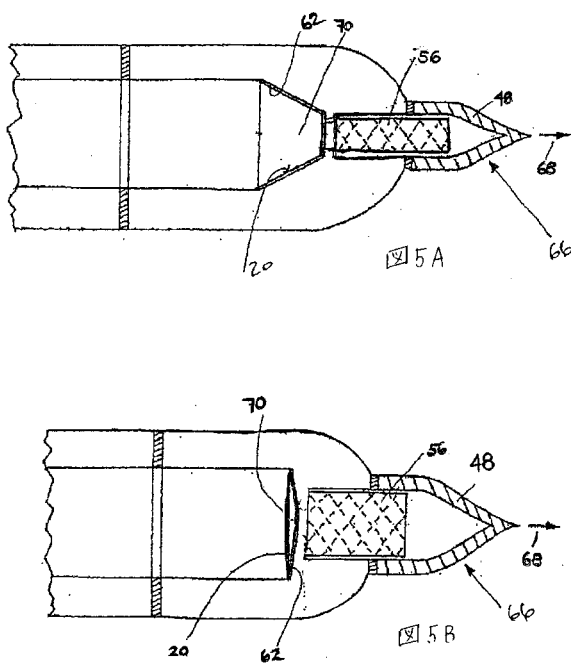
【図 3】



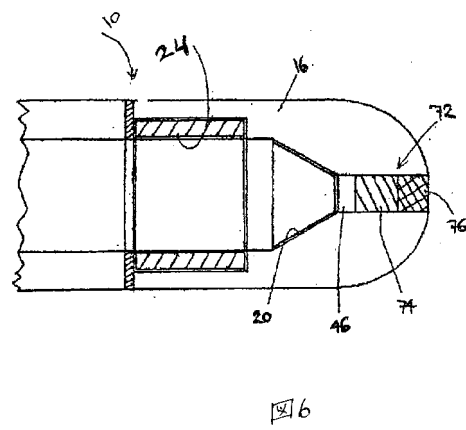
【図 4】



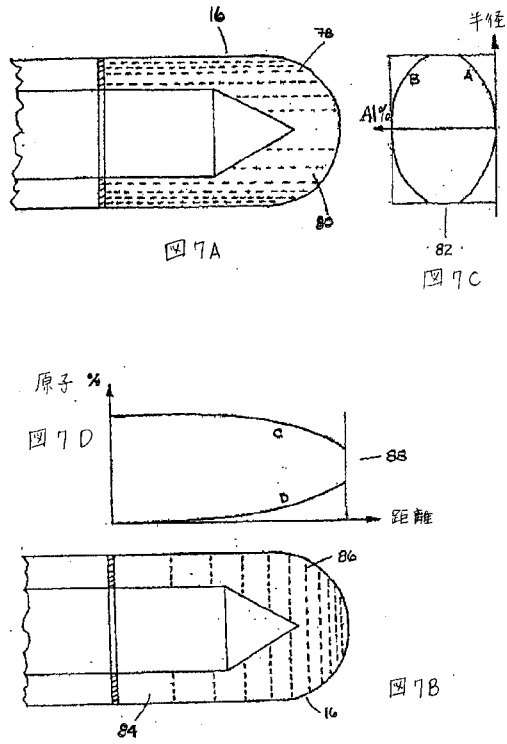
【図 5 A . 5 B】



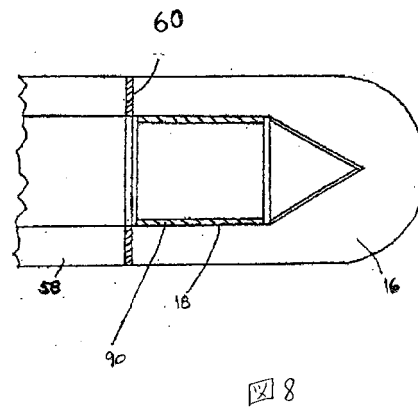
【図 6】



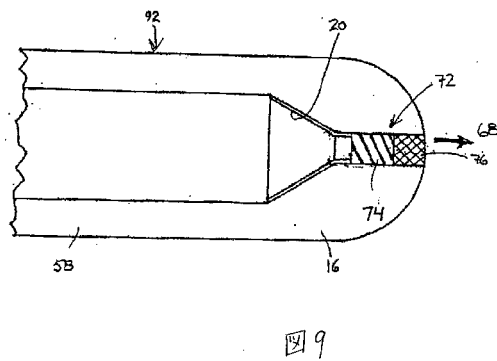
【図7A. 7B. 7C. 7D】



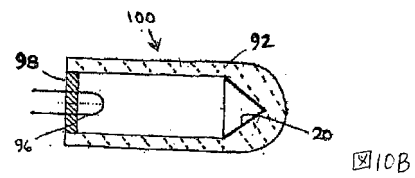
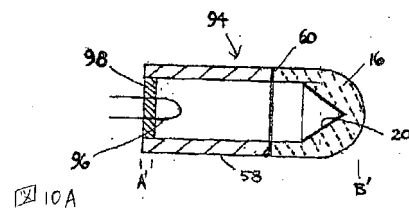
【図8】



【図9】



【図10A. 10B】



【図 11 A】

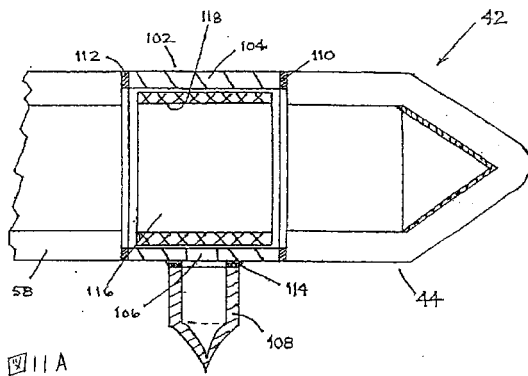


図 11 A

【図 11 B】

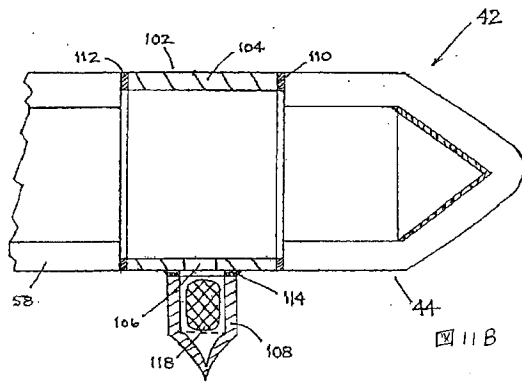


図 11 B

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 2 1 K 5/08 X

(72)発明者 スミス, ピーター シー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 0 1 9 ハーフムーンベイ サウスキャブリロ ハイウ
エイ 2 4 1 1

(72)発明者 ハンセン, スティーブン ディ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 1 3 1 サンノゼ シーダーレイク コート 1 7 2 9

(72)発明者 ロヴォル, ポール エイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 5 0 7 0 サラトガ デハビランド ドライブ 1 9 1 5
2

(72)発明者 ペリネン, ドナルド ジー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4 5 5 0 リバーモア アスティ コート 1 2 0 8

審査官 河原 英雄

(56)参考文献 特開平 0 9 - 1 7 1 7 8 8 (J P , A)
特表平 0 9 - 5 0 5 6 8 6 (J P , A)
米国特許第 0 4 1 5 9 4 3 7 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H01J 35/00 - 35/32