

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第4309273号  
(P4309273)

(45) 発行日 平成21年8月5日(2009.8.5)

(24) 登録日 平成21年5月15日(2009.5.15)

(51) Int.Cl.

HO 1 J 35/10 (2006.01)

F I

HO 1 J 35/10 B

HO 1 J 35/10 M

HO 1 J 35/10 N

請求項の数 18 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-545083 (P2003-545083)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成14年11月12日 (2002.11.12)		コーニンクレッカ フィリップス エレク
(65) 公表番号	特表2005-527067 (P2005-527067A)		トロニクス エヌ ヴィ
(43) 公表日	平成17年9月8日 (2005.9.8)		オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アイン
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/036111		ドーフエン フルーネヴァウツウェッハ
(87) 国際公開番号	W02003/043389		1
(87) 国際公開日	平成15年5月22日 (2003.5.22)		
審査請求日	平成17年11月9日 (2005.11.9)		
(31) 優先権主張番号	09/992, 274		
(32) 優先日	平成13年11月14日 (2001.11.14)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転する陽極X線管ヒートバリア

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

真空チャンバーを囲むエンベロープ、  
電子源を備えるために前記チャンバー内に備えられた陰極、及び  
前記電子により衝突され、X線を発生するように位置付けられた前記チャンバー内に備えられた陽極、  
を有するX線管であって、  
前記陽極により取り囲まれたベアリングアッセンブリであって、静止部分と回転可能部分とを有し、前記回転可能部分は、前記陽極に接続され、前記X線管の動作中、前記静止部分に対して前記陽極と共に回転する、ベアリングアッセンブリ；及び  
ベアリングアッセンブリと、前記陽極から前記ベアリングアッセンブリへの熱の放出伝達を低減する前記陽極との間のヒートシールドであって、前記陽極の標的部分を前記ベアリングアッセンブリから間隔を置いている中空管を有する、ヒートシールドであり、前記静止部分は、エンベロープの外側のヒートシンクに熱的に接続されていて、前記ヒートシールドは前記ヒートシンクに接続され、それ故、前記陽極から前記ヒートシールドに放出される熱は、前記ヒートシンクの方に前記ヒートシールドを介して且つ前記ベアリングアッセンブリから遠ざかるように伝導される、ヒートシールド；  
を有することを特徴とするX線管。

【請求項 2】

前記ヒートシールドは、真空ギャップにより互いに間隔を置いている2つの中空管を有

することをさらに特徴とする請求項 1 に記載の X 線管。

【請求項 3】

前記中空管は、前記ベアリングアッセムブリの周囲に同心状に備えられていることをさらに特徴とする請求項 2 に記載の X 線管。

【請求項 4】

前記中空管は、前記陽極の標的部分から、真空ギャップにより間隔を置いていることをさらに特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の X 線管。

【請求項 5】

前記中空管の外側表面は、前記真空ギャップを介して前記陽極により放出された熱を反射することをさらに特徴とする請求項 4 に記載の X 線管。

10

【請求項 6】

前記陽極に最も近接する前記中空管は、前記陽極の隣接する表面のプロファイルに倣うように輪郭付けられていることをさらに特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれか一項に記載の X 線管。

【請求項 7】

前記中空管の外側表面上の放射コーティングは、前記陽極から前記中空管に放出された熱を吸収することをさらに特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の X 線管。

【請求項 8】

前記放射コーティングはカーボンブラックを有することをさらに特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の X 線管。

20

【請求項 9】

前記中空管は、前記陽極に最も近接した熱耐性材料の第 1 層と、前記陽極から最も遠い熱伝導性材料の第 2 層とを有することをさらに特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の X 線管。

【請求項 10】

前記熱耐性材料はモリブデンを有し、前記熱伝導性材料は銅を含むことをさらに特徴とする請求項 9 に記載の X 線管。

【請求項 11】

前記ヒートシールドは、前記ヒートシールドから前記ベアリングアッセムブリへ熱伝導が最小化されるように、前記ヒートシンクにより前記ベアリングアッセムブリの前記静止部分から間隔を置いていることをさらに特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の X 線管。

30

【請求項 12】

第 2 ヒートシールドは、前記ヒートシンクに取り付けられており、前記第 2 ヒートシールドは、前記第 1 ヒートシールドと同心であり、前記第 1 ヒートシールドと間隔を置いて、前記陽極と前記第 1 ヒートシールドとの間に備えられていることをさらに特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の X 線管。

【請求項 13】

前記陽極は、前記ベアリングアッセムブリを囲むように取り付けられ；前記第 2 ヒートシールドは、前記陽極の内側表面に倣って輪郭付けられ、前記ヒートシンクに隣接する厚さを増加させている；

40

ことをさらに特徴とする請求項 12 に記載の X 線管。

【請求項 14】

前記第 2 ヒートシールドの外側表面上のコーティングは前記陽極に対向していることをさらに特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の X 線管。

【請求項 15】

前記ヒートシンクはコールドプレートを有することをさらに特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか一項に記載の X 線管。

【請求項 16】

回転する前記アノードは、前記標的部分の重心が前記ベアリングアッセムブリにあるよう

50

に、バランスを取られている前記ベアリングにおいて支持されていることをさらに特徴とする請求項 1 乃至 15 のいずれか一項に記載の X 線管。

【請求項 17】

ベアリングアッセンブリにおいて回転する陽極がバランスを取って支持される段階であって、前記ベアリングアッセンブリが、陽極の重心の前方及び後方に延びるように、前記陽極における中心開口部を介して受け入れられる、段階；

前記陽極と前記ベアリングアッセンブリとの間にヒートシールドを挿入する段階；  
前記陽極が X 線を発生し、前記ベアリングアッセンブリの方に熱を放出するように、前記 X 線管を制御する段階；

前記陽極から放出される熱の一部を前記ヒートシールドにより遮る段階；並びに  
前記ヒートシールドからヒートシンクに前記遮られた熱の一部を伝導する段階；  
を有することを特徴とする X 線管の作動方法。

10

【請求項 18】

前記遮られた熱の一部を前記陽極の方に反射する段階をさらに有することを特徴とする請求項 17 に記載の X 線管の作動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、真空管技術に関し、特に、X 線管用のヒートバリアに関する。本発明については、CT スキャナー用の回転する陽極 X 線管に関連する特定のアプリケーションに関し、特にそのアプリケーションを参照して説明している。しかしながら、本発明はまた、放射線の生成及び他のアプリケーションのための真空管においてもアプリケーションをもたらすことが理解できる。

20

【0002】

X 線を使用する従来の診断は、X 線フィルム又は電子撮像、X 線透視時に患者のシャドウグラフィック投影画像を有し、視覚可能なリアルタイムのシャドウグラフィック画像が、患者を透過した後の蛍光スクリーン上に画像化される低強度の X 線、及び多くの方向からの投影画像がボリューム再構成に対して電子的に再構成されるコンピューター断層撮影 (CT) により生成される。高いパワーの X 線管は、投影画像を生成するように高速で患者の体の周囲で回転される。

30

【0003】

高パワーの X 線管は、典型的には、熱陰極及び陽極を有し、真空引きされたエンベロープ内に収容されている。通常、2 乃至 5 アンペアのオーダーの加熱電流は、周囲の電子雲を生成するようにフィラメント又は薄い層を介して適用される。100 乃至 200 kV のオーダーの高電位が、その電子雲から陽極の方に電子を加速するように、陰極と陽極との間に印加される。電子は、X 線を生成するのに十分なエネルギーにより、陽極の小さい領域又は標的領域に衝突する電子ビームにフォーカシングされる。X 線放射は、陽極から射出され、典型的には、ベリリウムウィンドウを介して、ビームにフォーカシングされる。

【0004】

電子の加速は、5 乃至 200 mA のオーダーの管電流又は陽極電流をもたらす。電子ビームのエネルギーの小さい部分のみが X 線に変換され、そのエネルギーの大部分は、陽極を白色の熱い状態に加熱する熱に変換される。

40

【0005】

高エネルギーの X 線管において、陽極は、広い範囲に亘って熱エネルギーを行き渡らせて、標的領域を過熱しないように、X 線の発生中に高速度で陰極に対して回転している。陽極の回転のために、電子ビームは、熱変形をもたらすのに十分に長く陽極の小さい衝突スポットに滞留しない。陽極の直径は十分に大きく、陽極の一回転において、電子ビームにより過熱された陽極における各々のスポットが電子ビームにより再加熱されるように戻る前に十分に冷却されるようになっている。

【0006】

50

陽極は、典型的に、誘導モーターにより回転される。この誘導モーターは駆動コイルを有し、真空エンベロープの外部に配置され、ローターは、エンベロープ内でベアリングアッセンブリにより支持され、陽極に接続されている。モーターが電力供給される場合、駆動コイルは、ローターを回転させるローターにおける電流及び磁場を誘起する。

【0007】

陽極の温度は、1,400 程度であってもよい。熱の一部は、放射により真空を介して移行される。熱の一部は、ローター及びベアリングアッセンブリへと伝導することにより移行される。熱は、ベアリングシャフトを介して、ベアリングレースへと伝わり、レースにおける潤滑ベアリングボールへと移行される。ベアリングボール上のこの潤滑剤は、典型的には、鉛や銀であり、熱を帯び、蒸発する傾向にある。

10

【0008】

ベアリングの温度を低下させる一つの方法は、ベアリングの潤滑剤を標的の熱から隔離するように熱ブロックを備えることである。陽極からベアリングシャフトへの熱の伝導を低減するように、種々の熱ブロックが開発されてきた。一つの低パワーのデザインにおいて、ローターステムは、スチール製のローターボディーライナーに螺付けされており、ベアリングシャフトにネジで取り付けられている。このことは、僅かに耐熱性の経路を与える。

【0009】

当該産業において使用されてきた他の熱ブロックは、トップハットデザイン (top hat design) として知られている。ハステロイ (Hastelloy) やインコネル (Inconel) などの低い熱伝導性材料のトップハット形状のものは、X線ベアリングシャフトのハブにおいてネジで取り付けられる。このローター本体は、その場合、スクリー、ウェルド又はその他の締め付け手段にてトップハットのブリム (brim) に接続される。ローター本体からベアリングへの熱伝導経路は、トップハットの長さだけ長くなっている。トップハットデザインが使用された場合、前面のベアリングレースにて、20から50 の温度の低下が達成されることが可能であることを、分析結果は示している。他の熱ブロックは、ベアリングアッセンブリを有する標的に結合されたステムに固定された高い反射表面を有する薄いモリブデンコーンを用いている。このコーンは、標的の輪郭に倣い、ベアリングアッセンブリからの標的についての視野を遮断している。コーンは、標的から放射される熱を反射し、ベアリングアッセンブリへの熱の移行の放射モードを低減させる。

20

30

【0010】

熱伝導を低減する他の方法は、スパイラル状の溝ベアリングシャフトを使用することである。このスパイラル状の溝ベアリングは、比較的複雑で大きなベアリングであって、熱を伝達するようにガリウム合金を使用している。このベアリングシャフトは、約60Hzの回転速度に制限されている。これは、X線管の制御パワーを制限している。

【0011】

X線写真術におけるより短くなるX線曝露時間に関する傾向は、より大きな放射強度を有し、それ故、より高い電流を有することに重点が置かれてきた。強度の増加は、X線管陽極の過熱を惹き起こす可能性がある。かかるより高いパワーのX線管が開発されるにつれ、回転する陽極の直径は大きくなり、その重量は重くなり続けている。さらに、X線管が、従来のCTスキャナーと組み合わされた場合、X線管を保持するガントリー (gantry) は、患者の完全な画像を得るように、患者の体部の周囲を回転される。今日、典型的なCTスキャナーは、1分当たり60乃至120回転 (RPM) の範囲内の速度で、患者の体の周囲において、X線管を回転させている。この増加された回転速度は、ローターステム及びベアリングシャフトにおいて応力の増加をもたらす。適切にX線管を動作させるように、陽極は、それ自身の回転の効果により、場合によっては、患者の体の周囲にてX線管の回転によりもたらされる遠心力により、支持され且つ安定化される必要がある。

40

【0012】

50

非臨界レベルに対するこれらの応力を低下させる一つの方法は、断面積が増加する一方で、ローターステムの長さを減少させることである。しかしながら、このことは、標的からベアリングシャフトへの熱伝導経路を短くし、幅広くし、高い熱伝達性をもたらすことになる。最近、例えば、米国特許第5,798,477号明細書にて公知であるように、陽極がベアリングシャフトを取り巻くX線管が開発されている。しかしながら、コーンが取り付けられることが可能であるステムは存在しないため、コーンデザインなどの、多くの従来のタイプの熱放射ブロックは、かかる構成において使用するのに適していない。

【0013】

本発明は、新規で改善されたX線管及び上述の及びその他の問題を克服する方法を提供する。

【0014】

(本発明の概略)

本発明の一特徴に従って、X線管が設けられている。このX線管は、真空チャンバーを囲むエンベロープを有する。チャンバー内に備えられた陽極は、電子源を備えている。チャンバー内に備えられた陽極は、電子が衝突し、X線を発生するように位置付けられている。ベアリングアッセンブリは、この陽極に取り囲まれ、ベアリングアッセンブリは、固定部分及び回転部分を有している。この回転部分は陽極に接続され、X線管の動作中、固定部分に対して陽極を回転させる。ベアリングアッセンブリと陽極との間のヒートシールドは、陽極からベアリングアッセンブリへの熱の放射性伝達を減少させる。

【0015】

本発明の他の特徴に従って、X線管の動作方法が提供される。この方法は、ベアリングアッセンブリにおいて回転している陽極を支持する段階を有する。このベアリングアッセンブリは、ベアリングアッセンブリが陽極の重心の前方及び後方に延びるように、陽極における中央開口部を介して受け入れられている。本方法は、さらに、陰極とベアリングアッセンブリとの間にヒートシールドを挿入し、陽極がX線を生成し、ベアリングアッセンブリに向かって熱を放射するように、X線管を動作させ、且つ、陰極から放射された熱の一部をヒートシールドにより遮る段階を有する。

【0016】

本発明の他の特徴に従って、X線管が設けられている。このX線管は、真空エンベロープ及びこのエンベロープに取り付けられたコールドプレートとを有する。中空ベアリングアッセンブリはこのコールドプレートに取り付けられている。陽極は、エンベロープに対して回転するように、ベアリングアッセンブリに取り付けられている。第1の中空ヒートシールドはこのコールドプレートに取り付けられている。この第1ヒートシールドは、陽極とベアリングアッセンブリとの間に広がり、陽極及びベアリングアッセンブリから間隔を置いて、陽極からベアリングアッセンブリへと向かって進む放射熱エネルギーを遮っている。陰極は、陽極に対して反対側のエンベロープ内に備えられている。

【0017】

本発明の少なくとも一つの実施例における一つの利点は、陽極の標的からX線管のベアリングアッセンブリへの放射熱伝達が減少されることである。

【0018】

本発明における少なくとも一つの実施例における別の利点は、X線管のベアリングアッセンブリ上の標的の引力の中心を中心化することである。

【0019】

本発明の少なくとも一つの実施例における他の利点は、ベアリングの寿命が長くなることである。

【0020】

本発明のさらに他の利点については、好適な実施例に関する以下の詳細な説明を読むことにより、当業者に理解されるであろう。

【0021】

(図面の簡単な説明)

本発明は、種々の構成要素及び構成要素の構成を取ってもよく、且つ、種々のステップ及びステップの構成をとってもよい。図面は、好適な実施例を単に例示することを目的としていて、本発明を限定するものとして解釈されるべきではない。

#### 【 0 0 2 2 】

( 好適実施例に関する詳細な記載 )

図 1 を参照すると、C T スキャナーなどの医療用診断システムに使用するタイプの、X 線放射ビームを供給するための、回転する X 線管 1 が示されている。この X 線管は、エンベロープ又はフレーム 1 4 であって、典型的には、ガラス、セラミック又は金属のフレームにより規定される、真空チャンバー 1 2 に回転可能であるように取り付けられた陽極 1 0 を有する。エンベロープ内の加熱要素陰極アッセンブリ 1 8 は、電子ビーム A を供給し、フォーカシングする。この陰極は、電子ビームが陽極の方に流れ、陽極の標的領域 2 0 に衝突するように、陽極に対してバイアスされている。この標的領域に衝突するビームの一部は X 線 B に変換され、X 線管からエンベロープ内のウィンドウ 2 2 を介して放射される。熱伝達及び電気絶縁性流体を囲んでいる。

10

#### 【 0 0 2 3 】

陽極 1 0 は、モリブデン合金から成るフロントプレート又はディスク 4 0 と、グラファイトから成る背面熱放射プレート 4 2 とを有するとして示されている。陽極のフロントプレート 4 0 は、標的領域 2 0 を規定する環状部分を有し、X 線の生成を支援するように、タングステン及びレニウム複合材料を有する。しかしながら、何れかの適した物質から成る、他の単独の又は複数の他の陽極構成が代替として用いられることが可能であることが理解できるであろう。陽極は、中心ボア 4 4 を伴った環状の形状にある。中空の長いネック部分 5 0 は、以下に詳述するように、フロントプレートの前面 5 2 の前方に延びている(「前方」及び「後方」又はこれに類する用語は、ここでは、それぞれ、陰極に近接している及び陰極から距離を置いているアイテムを示すように用いられる)。好ましくは、このネック部分は、制限された熱伝導性を有する。

20

#### 【 0 0 2 4 】

陰極アッセンブリは、陽極フォーカシングカップ 5 6 内に取り付けられた陰極フィラメント 5 4 を有し、診断画像化、治療処置及びこれに類する行為のために X 線を生成するように、陽極アッセンブリ 1 0 に向かって加速される電子を放射するように電力供給される。陽極フォーカシングカップ 5 6 は、陰極フィラメント 5 4 から陽極標的領域における焦点 5 8 の方に出射された電子をフォーカシングする役割を果たしている。好適な実施例においては、陽極フォーカシングカップ 5 6 は、接地に対して約 - 7 5 , 0 0 0 ボルトの電位にあり、陽極アッセンブリ 1 0 は、接地に対して約 + 7 5 , 0 0 0 ボルトの電位にあり、これら二つの構成要素の電位差は約 1 5 0 , 0 0 0 ボルトである。陰極フィラメント 5 4 から標的領域への電子の衝突は、陽極アッセンブリ 1 0 を約 1 1 0 0 乃至 1 4 0 0 の範囲内に加熱するようにする。

30

#### 【 0 0 2 5 】

X 線管陽極アッセンブリ 1 0 は、参照番号 6 2 で一般に示しているベアリングアッセンブリを介して軸 6 0 の周囲で回転するように取り付けられている。さらに特に、この陽極アッセンブリのフロントプレート 4 0 は、長いネック部分 5 0 を介してシャフト 7 0 及びローター 7 4 に強固に結合されている。ローター 7 4 は、軸 6 0 の周囲でシャフト及び陽極アッセンブリを回転する誘導モーター 8 0 に結合されている。この誘導モーターは、エンベロープの外側のステーター 8 1 を有し、ローター 7 4 を、それ故、シャフトを回転する。陽極は、X 線管の動作中、高速で回転される。また、本発明においては、固定陽極 X 線管、回転陰極管、及び他の電極真空管にも適用可能であることが理解できるであろう。

40

#### 【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、シャフト 7 0 は、好ましくは、中空であって、後方端部 8 4 からシャフトへと延びる軸ボア 8 2 を規定している。しかしながら、このシャフトは、代替的に、図 2 に示すように柱体であってもよく、又は、より高い熱伝導性材料のコアを含んでもよい。

50

## 【 0 0 2 7 】

ここで、図 3 及び図 4 を参照するに、シャフト 7 0 は、シャフトの軸ボア 8 2 に隣接する内部ベアリングレース 8 6、8 8 の対を規定している。複数のボール又は他のベアリングメンバー 9 0 は、外部ベアリングメンバー 9 4 により規定された前方内部ベアリングレース 8 6 と前方外部ベアリングレース 9 2 との間に受け入れられている。同様に、複数のボール又は他のベアリングメンバー 9 6 は、外部ベアリングメンバー 1 0 0 により規定される後方内部ベアリングレース 8 8 と後方外部ベアリングレース 9 8 との間に受け入れられる。ベアリングメンバー 9 0、9 6 は、軸 6 0 の周囲での陽極アッセブリの回転を与えている。

## 【 0 0 2 8 】

10

図 4 に示すように、シャフト 7 0 は、フロントプレート 5 2 の前方に延び、且つ後方に延びていて、又は、陽極のリアプレート 4 2 の後方表面 1 0 2 とほぼ同じレベルにある。このように、陽極 1 0 の重量は、前方ベアリングメンバー 9 0 と後方ベアリングメンバー 9 6 との間の軸 6 0 に位置している陽極の重心 C G により、ベアリングアッセブリ 6 2 についてバランスが取られている。ベアリングアッセブリ 6 2 は、陽極におけるボア 4 4 内を通り、ベアリングアッセブリの一部は、陽極の重心の後方に位置し、他の一部は、陽極の重心の前方に位置している。

## 【 0 0 2 9 】

外部ベアリングメンバー 9 4、1 0 0 は、中空であり、スペーサー 1 0 6 により互いから距離を置いている。外部ベアリングメンバー 9 4、1 0 0 及びスペーサー 1 0 6 は、ベアリングハウジング 1 1 0 により規定されたキャビティー 1 0 8 内に配置付けられている。このベアリングハウジングは、その後方端部において、柱体ベース部分 1 1 4 を有する中空の管状部分 1 1 2 を有する。ベアリングハウジングは、銅、モリブデンなどの金属、アルミナやベリリア ( b e r y l l i a ) などのセラミックセラミックを有することが可能である。

20

## 【 0 0 3 0 】

保持スプリング 1 1 6 は、ベアリングハウジング 1 1 0 の柱体ベース部分 1 1 4 に隣接するキャビティー 1 0 8 内に位置付けられ、スナップスプリング 1 1 8 は、キャビティー 1 0 8 の反対端部において、ベアリングハウジング 1 1 0 に強固に固定されている。保持スプリング 1 1 6 及びスナップスプリング 1 1 8 は、キャビティー 1 0 8 内で外部ベアリングメンバー 9 4、1 0 0 及びスペーサー 1 0 6 を、摩擦するようにサンドイッチして、固定する役割を果たす。狭い真空ギャップ 1 2 0 は、シャフト 7 0 と外部ベアリングメンバー 9 4、1 0 0 との間に空間を開けている。

30

## 【 0 0 3 1 】

ベアリングハウジング 1 1 0、外部ベアリングメンバー 9 4、1 0 0、及びスペーサー 1 0 6 は、好ましくは、銅から成るが、他の適切な材料を代替的に使用してもよい。

## 【 0 0 3 2 】

陽極は、ヒートシールド 1 3 0 だけベアリングハウジング 1 1 0 から間隔を置いている。従って、真空を介して、陽極によりベアリングの方に放出される熱は、このヒートシールドにより大部分は又はかなり遮られる。図 3 及び図 4 に示すように、この X 線管の陽極はベアリングアッセブリを取り囲んでいる。特に、標的領域 2 0 は、前方ベアリング 9 0 と後方ベアリング 9 6 との間の長手方向のほぼ中間に位置している。陽極から内部に放出された熱は、ヒートシールド 1 3 0 に関してではない場合、ベアリングハウジング 1 1 0 の方に直線的に進むことが可能である。従って、ヒートシールドは、少なくとも陽極の標的領域 2 0 とベアリングアッセブリとの間に空間を開けており、好ましくは、陽極の全体は、ベアリングハウジングからの直接の視野から、特に、フロントプレート 4 0 及びバックプレート 4 2 から遮蔽されている。

40

## 【 0 0 3 3 】

ヒートシールドは、好ましくは、一つ以上の同心中空管又はシリンダー 1 3 2、1 3 4 を有する。二つのシリンダー 1 3 2、1 3 4 は、図 3 及び図 4 に示されているが、何れか

50

の数のシリンダーを使用してもよいことが理解できるであろう。さらに、それらのシリンダーは、X線管の軸60に中心を置く円形断面を有するように示されているが、例えば、楕円形、八角形又はその他の断面を有する他の構成が代替的に使用されてもよい。さらに別の実施例においては、外部管132の直径は、後方端部136に隣接した大きな直径から前方端部のより小さな直径へと傾斜しており、図5に示すように、標的とヒートシールドとの間のビューファクターの値 (value

of view

factor)を増加している。好ましくは、管132は、陽極の内部表面の境界線に倣っている。図5は、外部管132の厚さを示し、後方端部136に向かって増加しているが、この外部管は、全長に亘って同様の厚みを有してもよいことが理解できるであろう。

10

#### 【0034】

真空ギャップ138は、内部シリンダー132と外部シリンダー134とを分離しており、それらのシリンダー間の何れかの熱の流れは、最初は、伝導よりもむしろ真空を介する放出によるものである。同様に、真空ギャップ142は、外部シリンダー132から陽極10を分離し、真空ギャップ144は、ベアリングハウジング110から内部シリンダー134を分離している。シリンダー132、134を組み合わせた3つのギャップ138、142、144は、それ故、ヒートシールド及び熱除去システムとして機能し、ベアリングハウジングへの及び最終的にはベアリングへの熱の移動を減少している。また、そのことは、図4の矢印Fにて示しているように、伝導により陽極から陽極ネック50を介してシャフト70に沿ってベアリングに流れる熱も減少させる。

20

#### 【0035】

最外のシールドシリンダー132(即ち、陽極に対して最も近接したシールドシリンダー)は、モリブデン、タングステン、又はその他の耐熱性材料により好ましく形成されている。「耐熱性」とは、材料がかなりの変形を伴うことなく、約800乃至1000の範囲内の高温に耐えることができることを意味する。内部シリンダー又は何れかの後続のシリンダーは、一般に、それ程高くない熱の影響下に置かれ、従って、熱に対する耐性が高くない材料で形成されてもよく、銅又は銅-ベリリウム合金などの銅の合金などのより高い熱伝導性を有してもよく、モリブデンは全てのシリンダーに使用されてもよい。代替的に、一つ以上のシリンダー132、134の表面は、図6に示すように、耐熱性材料にてコーティング又はラミネート加工されてもよい。例えば、外部シリンダー132は、モリブデンなどの耐熱性材料の外側層140、及び銅又は銅-ベリリウム合金などの熱伝導性材料の内側層142を有する。「耐熱性」とは、この材料は、周囲の真空に比べて実質的により多く熱伝導する熱経路を構成することを意味する。

30

#### 【0036】

図6に示す一つの好適な実施例においては、外部シリンダーの少なくとも外側表面144は、矢印Dに示すように、熱が少なくとも部分的にベアリングから反射されるように、反射性を有している(例えば研磨された金属など)。

#### 【0037】

図4に示す別の好適な実施例においては、標的とシリンダーとの間の熱伝達を増加するように、シリンダー132、134又は外部シリンダー132のみの表面に放出コーティング146が形成されている。この放出コーティングは、陽極10からヒートシールドの方に放出される熱を吸収する。この熱は、図4の矢印Eに示すように、この放出コーティングを介してシリンダーに伝導され、伝導によりシリンダーに沿って運ばれる。放出コーティングは、カーボンブラックなどの熱伝導性を有する粒状材料にて好ましく形成され、シリンダー132の外側表面上に塗装又はその他の方法により堆積される。

40

#### 【0038】

この実施例及び図5に示した実施例においては、外部シリンダー132及び任意の内部シリンダー132は、ヒートシンクとして機能し、陽極から熱を伝達する。この実施例においては、シリンダーは、銅などの熱伝導性材料にて好ましく形成されるか、又は、少なくとも一部は、熱伝導性材料により形成され、エンベロープ14の外側にてコールドブレ

50



ート、クーリングブロック 150 又はその他のヒートシンクに熱的に接続されている。モリブデンなどの比較的低い熱伝導性を有する材料であっても、ヒートシンクに接続されている場合、ベアリングアセンブリから熱を伝導するであろう。

#### 【0039】

図 4 に示すように、シリンダーは、好ましくは、このコールドプレートに直接蝋付けされ、又は、その他の方法により強固に接続されている。熱は、矢印 E に示すように、シリンダー 132、134 を介してコールドプレート 150 に、それ故、オイル又は空気などの冷却媒体 154 に伝導される。図 4 の実施例においては、それらの二つのシリンダーは、別個に溶接され、又は、他の方法により、後方端部 156、158 において、クーリングブロック 150 に熱的に接続され、従って、コールドプレートにより互いに間隔を置いて離れている。このことは、外部シリンダー 132 から内部シリンダー 134 への、且つ、内部シリンダーからベアリングアセンブリへの伝導により伝達される熱量を制限する。冷却オイルは、ブロック全体を流れ、熱をブロックから除去する。

#### 【0040】

ベアリングハウジング 110 の柱体ベース部分 114 はまた、クーリングブロックに溶接される、又はその他の方法により接続される。柱体ベース部分 114 は、クーリングブロック 150 を介する以外にシリンダー 132 からベアリングハウジングへの熱の直接的な伝導路が存在しないように、内部の同心シリンダー 134 から好ましく距離が置かれている。任意に、この柱体ベース部分 114 は、シャフトキャビティ 82 へと延びている高熱伝導性材料を有することが可能であり、この形状により間隔が置かれている。図 4 に示すように、一部の熱は、放出によりシリンダーからベアリングハウジングに到達するが、その到達する熱は、シリンダーが存在しない場合に比べて、少ない。加えて、一つ以上のシリンダーを有することにより、ベアリングハウジングに至る放出熱量は軽減する。なぜなら、両方のシリンダーはヒートシンクに接続され、各々のシリンダーは熱除去に寄与しているからである。外部シリンダー 132 により放出される熱量は、放射により外部シリンダーに到達する熱量に比べて少なく、言い換えると、内部シリンダー 134 は、外部シリンダーから受け入れるよりも少ない熱を放出し、ベアリングハウジングに到達する放出された熱量は、外部シリンダーに与えられる熱量に比べて少ない。

#### 【0041】

これら熱除去、即ち、シリンダー 132、134 に与えられる熱の第 1 部分の反射、及び冷却媒体への熱の第 2 部分の伝導に関する両方法が、同時に使用してもよいことが検討されている。従って、図 6 に示すシリンダーは、図 4 及び図 5 に示すタイプのコールドブロック 150 へも好ましく接続されることができる。

#### 【0042】

図 4 に示すように、そして上述のように、陽極アセンブリ 10 からの一部の熱は、矢印 F にて示す熱伝導経路を介して、ベアリング 90、92 へも至る。さらに特に、矢印の経路 F は、陰極フィラメントから放出される電子と衝突する陽極 10 の周縁部にて開始し、シャフト 70 の方に陰極の長いネック部分 50 に沿って進む。矢印の経路 F は、ベアリングレース 86、88 の方に、それ故、ベアリング 90、92 の方に、シャフト 70 の回転軸 60 と実質的に平行にシャフトに沿って進む。本発明の目的のために、用語「熱伝導経路」及びその派生用語は、熱が、真空、空気又はガスを介する経路以外の 2 つの点の間を伝達されるような経路を含む。

#### 【0043】

この経路を辿る熱の割合は、その経路の断面をできる限り小さくすることにより及び/又はその経路の長さをできる限り長くすることにより最小化することができる。図 4 の実施例においては、長いネック部分 50 を比較的狭い断面積にすることにより、そしてシャフト 70 を中空にすることにより減少された断面積が得られる。更に、この経路の長さは、ネック 50 から前方に延び、それ故、シャフトの長さを増加している比較的狭いカップ部分 160 を介して、ネック 50 からシャフト 70 に接続することにより増加されている。熱の一部は、ボルト 164 により第 1 カップ部分にボルト付けされているが、また、真

10

20

30

40

50

空空間 1 6 6 により第 1 カップ部分から距離を置いている第 2 カップ部分 1 6 2 により、ネック部分 5 0 から除去される。この熱は、第 2 カップ部分 1 6 2 を介してローター 7 4 に伝達され、そこから周囲の真空チャンバー 1 2 に放出される。

【 0 0 4 4 】

ヒートシールドを用いることにより、ベアリング 9 0、9 2 に掛かる熱応力は低減され、ベアリング潤滑剤の蒸発もまた低減され、これにより、ベアリングの動作寿命は長くなり、それ故、X 線管 1 の動作寿命も長くなる。

【 0 0 4 5 】

動作中、ステーター 8 1 ( 図 1 ) は、陽極 1 0 に強固に取り付けられているローター 7 4 を回転する。陽極 1 0 はまた、シャフト 7 0 に強固に取り付けられている。それ故、陽極 1 0 及びシャフト 7 0 は、ベアリングアッセンブリ 6 2 に支持されながら、軸 6 0 の周囲とともに回転される。ベアリング 9 0、9 6 は、シャフト 7 0 により内部ベアリングレースの回転を介して回転される。内部ベアリングレースの回転は、ベアリングアッセンブリ 6 2 の内部レース 8 6、8 8 ( 図 3 ) の回転を含んでいる一方、静止位置にて、外部レース 9 2、9 8 を保持している。内部レース 8 6、8 8 は、シャフト 7 0 により規定されているので、内部ベアリングレースの回転はシャフト 7 0 の回転により得られる。内部ベアリングレースの回転は、ベアリング 9 0、9 6 における摩耗に繋がる表面速度を最小化している。なぜなら、陽極 1 0 の一回転は、シャフト及び外部ベアリングの対応する外周のために、外部ベアリングレースの回転に比べてベアリングに対して少ない動きをもたらす、それ故、X 線管 1 0 の寿命を長くする。

【 0 0 4 6 】

しかしながら、図 7 に示すように、外部ベアリングレースの回転に使用する X 線管を使用することが可能であることがまた、検討されている。かかる実施例においては、中空のシャフト 7 0 は、内部静止ベアリングシャフト 1 7 0 の周囲を回転する。ベアリングシャフト 1 7 0 は、図 7 に示すように、中空であってもよいし、柱体であってもよい。このベアリングシャフト 1 7 0 は、その後方端部におけるフレームに、又はコールドプレート 1 5 0 などのヒートシンクに好ましく取り付けられている。

【 0 0 4 7 】

本発明の範囲を限定することを意図することなく、以下の実施例は、本発明のヒートシールドを用いたベアリングレースの温度において達成されることが可能である改善を示している。

【 0 0 4 8 】

( 実施例 )

ベアリングレースの温度に関する一つ以上のヒートシールドの効果は、単一のヒートシールドを有するシステムの温度プロファイル ( 図 8 A ) と、図 4 に示すタイプの二つの同心ヒートシールドを有するシステムの温度プロファイル ( 図 8 B ) と、図 5 に示すタイプの二つの同心ヒートシールドを有するシステムであって、その外側のヒートシールドが長いシステム ( 図 8 C ) の温度プロファイルとを比較して決定された。これら 3 つのシステムの温度は、有限要素分析を用いたコンピューターモデル化技術により決定された。1 2 0 0 の熱源は、この陽極の位置においてモデル化されている。放出性及び伝導性温度伝達は、数学的にモデル化されている。

【 0 0 4 9 】

図 8 A、8 B 及び 8 C を参照すると、これらの条件下にて動作されたベアリングアッセンブリの温度プロファイルは、単一のヒートシールドシリンダーを用いた場合 ( 図 8 A ) にのみ、ベアリングハウジングの中央点 ( ベアリングレース間の中央 ) において、8 7 2 K の温度を有することが示されている。二つの同心ヒートシールドを用いる場合 ( 図 8 B )、同等の温度は、5 5 5 K であって、傾斜した外部シリンダーを用いる場合 ( 図 8 C )、同等な温度は 4 7 7 K であった。従って、二つのヒートシールドは、単一ヒートシールドに対して有意な改善を提供する。傾斜したヒートシールドを用いる場合、より大きな改善さえ実現した。従って、期待可能なのは、本発明における X 線管は、潤滑剤がベアリン

グレースから蒸発してしまう前に、従来のX線管に比べて長い時間の間、動作されることが可能であることが期待できる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明による回転する陽極X線管に関する概略的な断面図である。

【図2】図1のC-Cの線でみた、ベアリングアッセンブリ、ヒートシールド及び陽極に関する断面図である。

【図3】図1のベアリングアッセンブリ、ヒートシールド、及び陽極に関するスリークウォーター等角図である。

【図4】図3の陽極及びベアリングアッセンブリを組み合わせたヒートシールドに関する側面断面図である。

10

【図5】図1の陽極、及びX線管のベアリングアッセンブリを組み合わせたヒートシールドに関する第2実施例の側面断面図である。

【図6】図1の陽極、及びX線管のベアリングアッセンブリを組み合わせたヒートシールドに関する第3実施例の側面断面図である。

【図7】本発明による、X線管用の陽極及びベアリングアッセンブリに関する第4実施例の断面図である。

【図8A】単一のヒートシールドを有するX線管におけるベアリングの温度をコンピューターで得たプロットを示している。

【図8B】二重のヒートシールドを有するX線管におけるベアリングの温度をコンピューターで得たプロットを示している。

20

【図8C】傾斜外部シールドを有するヒートシールドと傾斜していない内部シールドとを有するX線管におけるベアリングの温度をコンピューターで得たプロットを示している。

【図1】

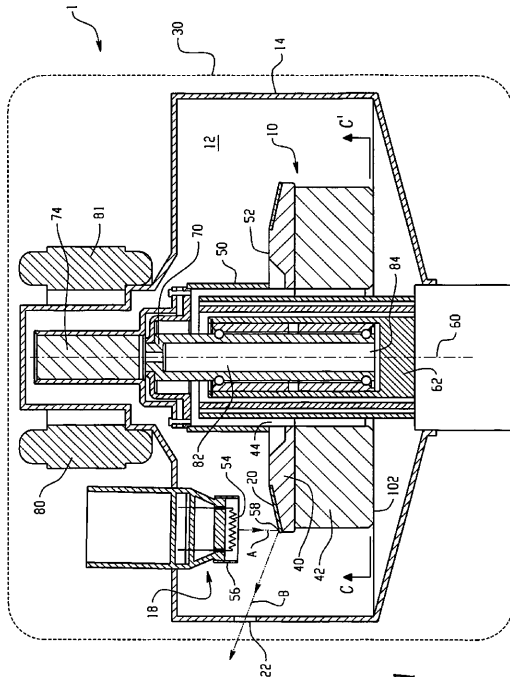


Fig. 1

【図2】

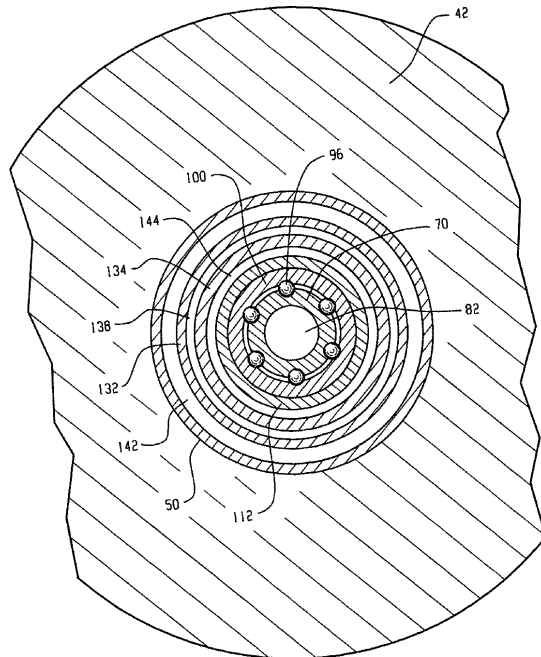


Fig. 2

【図 3】

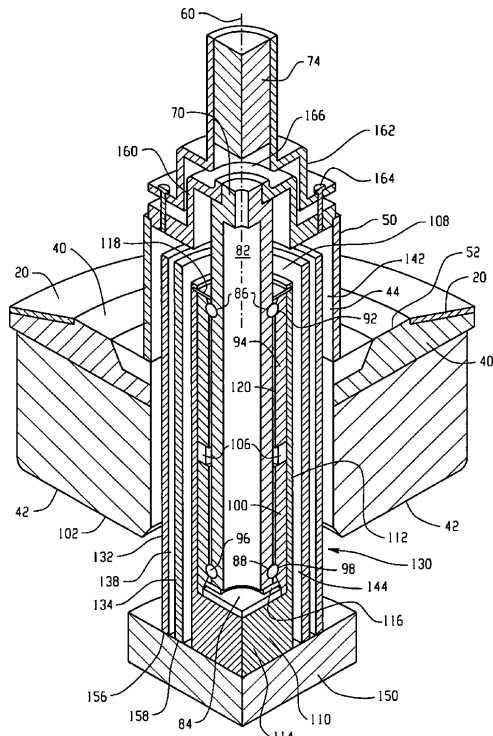


Fig. 3

【図 4】

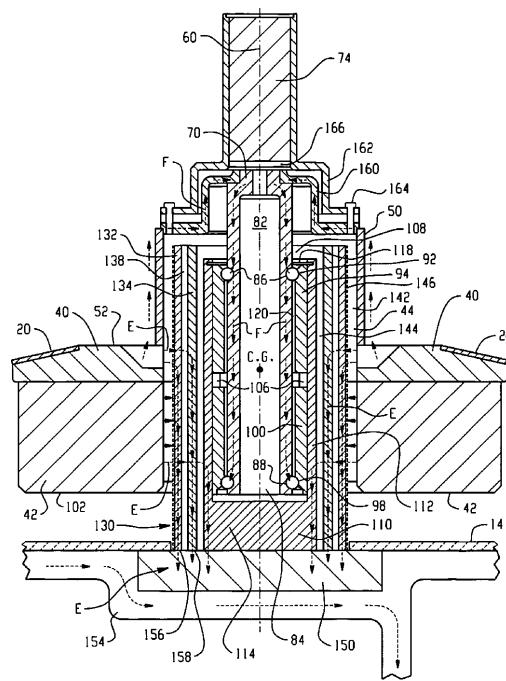


Fig. 4

【図 5】

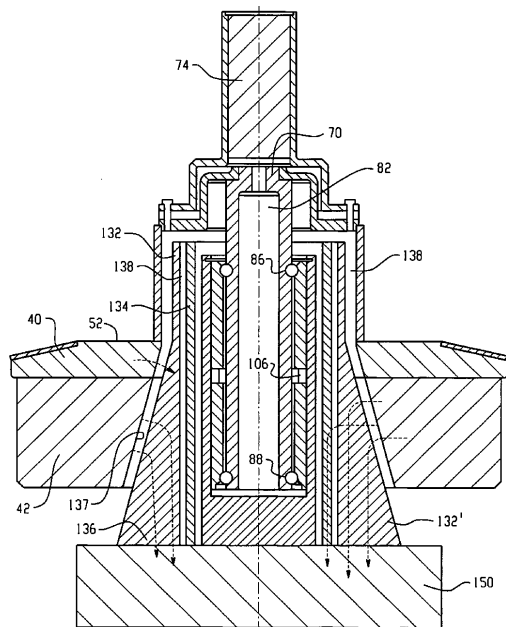


Fig. 5

【図 6】

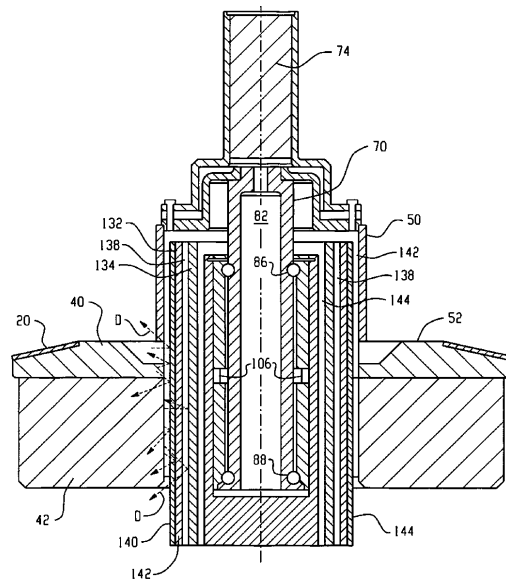


Fig. 6

【図 7】

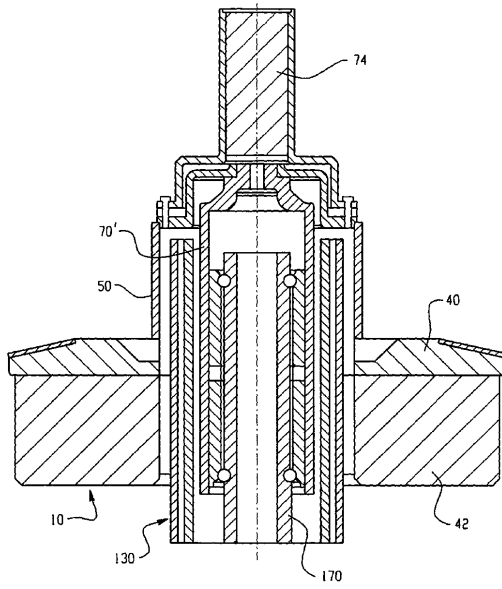
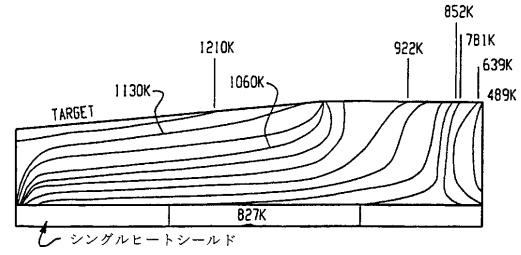
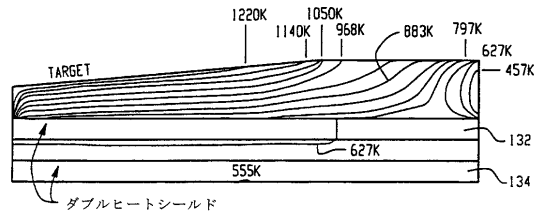


Fig. 7

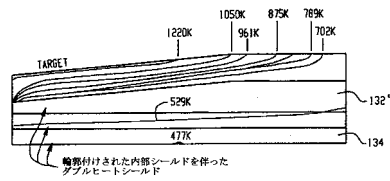
【図 8 A】



【図 8 B】



【図 8 C】



## フロントページの続き

(73)特許権者 391027631

フィリップス メディカル システムズ(クリーヴランド) インコーポレイテッド  
Philips Medical Systems(Cleveland), Inc.  
アメリカ合衆国 オハイオ州 44143 クリーヴランド マイナー ロード 595  
595 Miner Road, Cleveland, Ohio 44143, U.S.A.

(74)代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(72)発明者 ビットナー, トッド アール

アメリカ合衆国 イリノイ州 60625 シカゴ ダブリュ・サニーサイド・アヴェニュー 30  
11

(72)発明者 ルウ, チン ケイ

アメリカ合衆国 イリノイ州 60504 オーロラ シャールメイン・ドライヴ 3413

(72)発明者 シュ, ボール エム

アメリカ合衆国 イリノイ州 60543 オスウィーゴ ノース フォックス・チェイス・ドラ  
イヴ 259

審査官 松岡 智也

(56)参考文献 特開平11-224627(JP, A)

実開平03-015454(JP, U)

特開平02-132740(JP, A)

特開平02-094236(JP, A)

特開2000-057981(JP, A)

実開昭56-129061(JP, U)

米国特許第06002745(US, A)

特開平07-296753(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 35/00-35/32

H05G 1/00