

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5113813号
(P5113813)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int. Cl. F I
 HO 1 J 35/16 (2006.01) HO 1 J 35/16
 HO 1 J 35/10 (2006.01) HO 1 J 35/10 B

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2009-202110 (P2009-202110)	(73) 特許権者	502277371
(22) 出願日	平成21年9月1日(2009.9.1)		ブルカー・エイエックスエス株式会社
(65) 公開番号	特開2011-54412 (P2011-54412A)		神奈川県横浜市神奈川区守屋町三丁目9番地
(43) 公開日	平成23年3月17日(2011.3.17)	(74) 代理人	100143959
審査請求日	平成22年10月21日(2010.10.21)		弁理士 住吉 秀一
		(74) 代理人	100167852
			弁理士 宮城 康史
		(74) 代理人	100123641
			弁理士 茜ヶ久保 公二
		(72) 発明者	川崎 勝巳
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3-9-A
			ブルカー・エイエックスエス株式会社内
		審査官	佐藤 仁美

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 X線発生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸方向の一端である前端側が真空ケース内に臨み、軸方向の他端である後端側が真空ケース外に臨むように取り付けられるハウジングと、

該ハウジングに軸方向に沿って形成された貫通孔と、

該貫通孔の内周に装備された軸受と、

前記貫通孔内に挿入され前記軸受によって回転自在に支持された中空軸部を有すると共に、該中空軸部の前端部に、前記真空ケース内に挿入されて熱電子の照射を受けることによりX線を発生する対陰極部が一体に設けられた回転対陰極と、

該回転対陰極を回転駆動する電動機と、

前記回転対陰極の内部に形成され、前記対陰極部と中空軸部とを冷却するための冷媒を流通させる冷媒流路と、

前記回転対陰極の少なくとも中空軸部の内部に同心状に挿入されて、前記冷媒流路を往路と復路に仕切るセパレータ部材と、

前記ハウジングに形成され、外部の冷媒供給管に接続されることで、前記往路に冷媒を流入させる冷媒流入口と、

前記ハウジングに形成され、外部の冷媒排出管に接続されることで、前記復路からの冷媒を外部に排出する冷媒流出口と、

前記貫通孔と回転対陰極の中空軸部の間の空間のうち、前記軸受よりも真空ケース内側に位置する箇所に配設されて、前記ハウジングと回転対陰極の間の隙間をシールする真空

シールと、

前記貫通孔と回転対陰極の中空軸部の間の空間のうち、前記軸受よりも真空ケース外側に位置する箇所配設されて、前記ハウジングと回転対陰極の間の隙間をシールする冷媒シールと、

を有するX線発生装置において、

前記ハウジングの貫通孔の後端にシールキャップが着脱可能に液密状態で嵌合されており、そのシールキャップに前記冷媒シールが取り付けられると共に、該シールキャップに、前記ハウジングに形成された冷媒流入口を前記往路に連通させる流入側連通路と、前記ハウジングに形成された冷媒流出口を前記復路に連通させる流出側連通路とが設けられていることを特徴とするX線発生装置。

10

【請求項2】

前記シールキャップの軸方向の前部に、前記冷媒シールの外周を着脱自在に嵌合するシール嵌合孔が設けられ、そのシール嵌合孔より軸方向の後側に、前記流入側連通路と流出側連通路とが互いに流路を分けて設けら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】

前記セパレータ部材は、

後端が前記シールキャップに固定されて前記回転対陰極の中空軸部の内部に同心状に挿入されることで、前記中空軸部の内部の前記冷媒流路を、前記管状軸部の内側の流路と外側の流路とに仕切り、前記内側の流路及び外側の流路のいずれか一方を前記往路とし他方を前記復路とする管状軸部を有しており、

20

前記シールキャップのシール嵌合孔より軸方向の後側に、前記管状軸部の外周の嵌まる軸部嵌合孔が設けられ、

前記軸部嵌合孔の内壁面に、前記流入側連通路と流出側連通路のうちの一方の開口が設けられ、

前記軸部嵌合孔と前記シール嵌合孔に嵌合される冷媒シールとの間に位置するシールキャップの内壁面に、前記流入側連通路と流出側連通路のうちの他方の開口が設けられていることを特徴とする請求項2に記載のX線発生装置。

【請求項4】

前記電動機が、前記ハウジングの前端部と前記対陰極部との間に配設されており、対陰極部側にロータが設けられ、前記ハウジングの前端部側に、前記ロータを回転させるためのコイルが設けられていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のX線発生装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転対陰極型のX線発生装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図11は従来回転対陰極型のX線発生装置の一例を示す側断面図、図12はその外観を一部を分解して示す斜視図である。

40

このX線発生装置は、例えば、特許文献1などにおいて知られているX線発生装置と類似のものである。

【0003】

図11に示すように、このX線発生装置は、回転対陰極301と、それを回転自在に支持するハウジング310、320とを有している。ハウジングは、軸方向の一端である前端側(図中左端側)が真空ケース内Aに臨み、軸方向の他端である後端側(図中右端側)が真空ケース外Bに臨むように真空ケースのケース壁500に取り付けられるもので、前側ハウジング310と後側ハウジング320に二分割されており、前側ハウジング310に設けたフランジ311により、真空ケースのケース壁500に取り付けられるようにな

50

っている。前側ハウジング 3 1 0 及び後側ハウジング 3 2 0 には、軸方向に沿って貫通孔 3 1 3、3 2 3 が形成されており、前側ハウジング 3 1 0 の貫通孔 3 1 3 の内周には、該貫通孔 3 1 3 の内周に嵌合された円筒状スリーブ部材 3 1 4 を介して、前後方向に相互に離間して前側軸受 3 0 6 と後側軸受 3 0 7 が装備されている。

【 0 0 0 4 】

回転対陰極 3 0 1 は、貫通孔 3 1 3、3 2 3 内に挿入されて前側軸受 3 0 6 及び後側軸受 3 0 7 により回転自在に支持された中空軸部 3 0 3 と、その中空軸部 3 0 3 の前端部に一体に設けられ、前記真空ケース内 A に挿入されて、外周の対陰極面 3 0 2 a に熱電子の照射を受けることにより X 線を発生する円筒型の対陰極部 3 0 2 とを有するものである。

【 0 0 0 5 】

この回転対陰極 3 0 1 の対陰極部 3 0 2 と前側ハウジング 3 1 0 の前端部との間には、回転対陰極 3 0 1 を回転駆動するための電動機 3 0 4 が配設されており、対陰極部 3 0 2 側に永久磁石からなるロータ 3 0 4 a が設けられ、前側ハウジング 3 1 0 の前端部側に、ロータ 3 0 4 a に回転力を与えるためのコイル 3 0 4 b が設けられている。

【 0 0 0 6 】

また、回転対陰極 3 0 1 の内部には、対陰極部 3 0 2 と中空軸部 3 0 3 とを冷却するための冷媒を流通させる冷媒流路が設けられており、その冷媒通路は、回転対陰極 3 0 1 の内部に同心状に挿入されたセパレータ部材 3 6 0 により、往路と復路の 2 つの流路に仕切られている。往路は、最も高温化する対陰極部 3 0 2 に冷媒を流入させる流入側通路 3 7 0 の一部を構成する部分、復路は、対陰極部 3 0 2 の冷媒を外部に向けて流出させる流出側通路 3 8 0 の一部を構成する部分である。

【 0 0 0 7 】

セパレータ部材 3 6 0 は、対陰極部 3 0 2 の内部を効率良く冷媒が流れるように 2 つの流路空間に仕切るディスク状部 3 6 1 を前端に有し、その後側に、ディスク状部 3 6 1 の中心部から後方に垂直に伸びる管状軸部 3 6 2 を有するものであり、管状軸部 3 6 2 の後端が後側ハウジング 3 2 0 の後端部に固定されることで、回転対陰極 3 0 1 の内部に支持されている。そして、セパレータ部材 3 6 0 の管状軸部 3 6 2 は、回転対陰極 3 0 1 の中空軸部 3 0 3 の内部に同心状に挿入されていることで、中空軸部 3 0 3 の内部の冷媒流路を、管状軸部 3 6 2 の内側の流路と外側の流路とに仕切っている。ここでは、例えば管状軸部 3 6 2 の外側の流路が往路として設定され、管状流路 3 6 2 の外側の流路が復路として設定されている。

【 0 0 0 8 】

また、後側ハウジング 3 2 0 には、外部の冷媒供給管に接続されることで、中空軸部 3 0 3 内の往路に向けて冷媒を流入させる冷媒流入口 3 7 0 A (図 1 2 参照) と、外部の冷媒排出管に接続されることで、中空軸部 3 0 3 内の復路からの冷媒を外部に排出する冷媒流出口 3 8 0 A (図 1 2 参照) とが設けられている。これらの冷媒流入口 3 7 0 A 及び冷媒流出口 3 8 0 A は、前側ハウジング 3 1 0 内及び後側ハウジング 3 2 0 内に形成された内部流路 3 2 7、3 2 8 を介して、前記中空軸部 3 0 3 内の往路及び復路にそれぞれ接続されている。

【 0 0 0 9 】

また、貫通孔 3 1 3、3 2 3 と回転対陰極 3 0 1 の中空軸部 3 0 3 の間の空間のうち、前側軸受 3 0 6 よりも真空ケース内 A 側に位置する箇所には、前側ハウジング 3 1 0 と回転対陰極 3 0 1 の間の隙間を気密シールする真空シール 3 0 5 が配設されている。真空シールとしては、磁気シールが設けられている。

【 0 0 1 0 】

また、貫通孔 3 1 3、3 2 3 と回転対陰極 3 0 1 の中空軸部 3 0 3 の間の空間のうち、後側軸受 3 0 7 よりも真空ケース外 B 側に位置する箇所には、後側ハウジング 3 2 0 と回転対陰極 3 0 1 の中空軸部 3 0 3 との間の隙間を液密シールする冷媒シール 3 5 0 が配設されている。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

また、この種の回転対陰極型 X 線発生装置においては、運転中に回転対陰極 301 に電子ビームの形で電流（管電流と呼ばれる）が流れるので、回転している回転対陰極 301 から固定側のハウジング 310、320 へと電流を逃がす必要がある。この場合、回転対陰極 301 からハウジング 310 に鋼製の軸受を經由して電流を流すと、軸受を構成している転動体（例えば鋼球）と内外輪（軌道輪）との接触部に電食現象が発生して故障の原因となる。

【0012】

そこで、この電食現象を防止するために、回転部と固定部との間に導電ブラシを配置し、導電ブラシを經由して回転部から固定部へ電流が流れるようにしている。例えば、この従来の X 線発生装置では、前側軸受 306 と後側軸受 307 の間に導電ブラシ 340 を配置し、導電ブラシ 340 の摺動面（内周面）を、回転対陰極 301 の中空軸部 303 の外周に直接または導電性スペーサ等を介して間接的に摺動接触させることにより、導電ブラシ 340 を經由して、回転対陰極 301 からハウジング 310、320 に電流を逃がすようにしている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献 1】特開 2009 - 158347 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0014】

ところで、摺動部材である冷媒シール 350 は、摩耗が進んだ場合に適当なタイミングでの交換が必要となるが、従来の X 線発生装置においては、図 12 に示すように、後側ハウジング 320 を外した上でないと、冷媒シール 350 を交換することができなかった。また、後側ハウジング 320 をばらすには、冷媒の配管類も取り外す必要があるうえ、光学系の調整も後から必要になることがあるため、交換が非常に面倒であった。

【0015】

本発明は、上記事情を考慮し、ハウジングを全くばらさずに簡単に冷媒シールの交換を行うことができるようにした X 線発生装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0016】

本発明の上記課題は、以下の構成によって達成される。

(1) 軸方向の一端である前端側が真空ケース内に臨み、軸方向の他端である後端側が真空ケース外に臨むように取り付けられるハウジングと、

該ハウジングに軸方向に沿って形成された貫通孔と、

該貫通孔の内周に装備された軸受と、

前記貫通孔内に挿入され前記軸受によって回転自在に支持された中空軸部を有すると共に、該中空軸部の前端部に、前記真空ケース内に挿入されて熱電子の照射を受けることにより X 線を発生する対陰極部が一体に設けられた回転対陰極と、

該回転対陰極を回転駆動する電動機と、

40

前記回転対陰極の内部に形成され、前記対陰極部と中空軸部とを冷却するための冷媒を流通させる冷媒流路と、

前記回転対陰極の少なくとも中空軸部の内部に同心状に挿入されて、前記冷媒流路を往路と復路に仕切るセパレータ部材と、

前記ハウジングに形成され、外部の冷媒供給管に接続されることで、前記往路に冷媒を流入させる冷媒流入口と、

前記ハウジングに形成され、外部の冷媒排出管に接続されることで、前記復路からの冷媒を外部に排出する冷媒流出口と、

前記貫通孔と回転対陰極の中空軸部の間の空間のうち、前記軸受よりも真空ケース内に位置する箇所に配設されて、前記ハウジングと回転対陰極の間の隙間をシールする真空

50

シールと、

前記貫通孔と回転対陰極の中空軸部の間の空間のうち、前記軸受よりも真空ケース外側に位置する箇所に配設されて、前記ハウジングと回転対陰極の間の隙間をシールする冷媒シールと、

を有するX線発生装置において、

前記ハウジングの貫通孔の後端にシールキャップが着脱可能に液密状態で嵌合されており、そのシールキャップに前記冷媒シールが取り付けられると共に、該シールキャップに、前記ハウジングに形成された冷媒流入口を前記往路に連通させる流入側連通路と、前記ハウジングに形成された冷媒流出口を前記復路に連通させる流出側連通路とが設けられていることを特徴とするX線発生装置。

10

(2) 上記(1)の構成において、

前記シールキャップの軸方向の前部に、前記冷媒シールの外周を着脱自在に嵌合するシール嵌合孔が設けられ、そのシール嵌合孔より軸方向の後側に、前記流入側連通路と流出側連通路とが互いに流路を分けて設けら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。

(3) 上記(2)の構成において、

前記セパレータ部材は、

後端が前記シールキャップに固定されて前記回転対陰極の中空軸部の内部に同心状に挿入されることで、前記中空軸部の内部の前記冷媒流路を、前記管状軸部の内側の流路と外側の流路とに仕切り、前記内側の流路及び外側の流路のいずれか一方を前記往路とし他方を前記復路とする管状軸部を有しており、

20

前記シールキャップのシール嵌合孔より軸方向の後側に、前記管状軸部の外周の嵌まる軸部嵌合孔が設けられ、

前記軸部嵌合孔の内壁面に、前記流入側連通路と流出側連通路のうち一方の開口が設けられ、

前記軸部嵌合孔と前記シール嵌合孔に嵌合される冷媒シールとの間に位置するシールキャップの内壁面に、前記流入側連通路と流出側連通路のうち他方の開口が設けられていることを特徴とする請求項2に記載のX線発生装置。

(4) 上記(1)~(3)のいずれかの構成において、

前記電動機が、前記ハウジングの前端部と前記対陰極部との間に配設されており、対陰極部側にロータが設けられ、前記ハウジングの前端部側に、前記ロータを回転させるためのコイルが設けられていることを特徴とする請求項1~3のいずれか1項に記載のX線発生装置。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明は、次の効果を奏する。

(1)の構成によれば、ハウジングの貫通孔の後端にシールキャップを着脱自在に嵌合させ、そのシールキャップに冷媒シールを取り付けているので、真空ケースの真空状態を保持したまま、また、ハウジングに形成してある冷媒流入口と冷媒流出口に外部の冷媒供給管や冷媒排出管を接続した状態のまま、冷媒シールを交換することができる。しかも、ハウジング自体はばらさないでよいので、簡単に且つ光学系への影響を及ぼさずに冷媒シールの交換を行うことができる。また、シールキャップに流入側連通路及び流出側連通路を設けることにより、冷媒の流路(往路と復路)の振り分け機能を持たせているので、流路の複雑な構成をシールキャップに集約することができ、他の部品の構造のシンプル化が図れる。

40

(2)の構成によれば、シールキャップに着脱自在に冷媒シールを嵌合させているので、シールキャップをハウジングから取り外すことで、冷媒シールだけを簡単に交換することができる。

(3)の構成によれば、シールキャップのシール嵌合孔に冷媒シールを嵌合させ、シールキャップの軸部嵌合孔にセパレータ部材の管状軸部を嵌合させることにより、冷媒流路の

50

往路と復路を構成する管状軸部の内側の流路と外側の流路に、シールキャップ内のそれぞれの連通路を容易に連通させることができ、組み付けの容易化が図れる。

(4)の構成によれば、ハウジングの前端部に電動機が設けられているので、ハウジングの後部の構成を単純化することができ、シールキャップの取付条件を楽に設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の実施形態のX線発生装置の一部を分解して示す斜視図である。

【図2】同X線発生装置の他の一部を分解して示す斜視図である。

【図3】同X線発生装置の軸方向後側から見た正面図である。

【図4】図3のIV-IV矢視断面図である。

【図5】図3のV-V矢視断面図である。

【図6】図5のVI-VI矢視断面図である。

【図7】(a)は図3のVIIa-VIIaの矢視断面図、(b)は(a)のVIIb-VIIbの矢視断面図である。

【図8】同X線発生装置の導電ブラシカセットの構成図で、(a)は斜視図、(b)は別の角度から見た斜視図、(c)は断面図、(d)はカセット取付状態における導電ブラシの形態を示す図である。

【図9】同X線発生装置のシールキャップの構成図で、(a)は斜視図、(b)は別の角度から見た斜視図、(c)は(a)のIXc-IXc矢視断面図、(d)は(c)のIXc-IXc矢視断面図である。

【図10】本発明の実施形態のX線発生装置の原理構成を示す断面図である。

【図11】従来のX線発生装置の断面図である。

【図12】従来のX線発生装置の一部を分解して示す外観斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の実施形態のX線発生装置を説明する。

図1～図10は本発明の実施形態のX線発生装置の説明図で、図1は同X線発生装置の一部を分解して示す斜視図、図2は同X線発生装置の他の一部を分解して示す斜視図、図3は同X線発生装置の軸方向後側から見た正面図、図4は図3のIV-IV矢視断面図、図5は図3のV-V矢視断面図、図6は図5のVI-VI矢視断面図、図7(a)は図3のVIIa-VIIaの矢視断面図、(b)は(a)のVIIb-VIIbの矢視断面図、図8は同X線発生装置の導電ブラシカセットの構成図で、(a)は斜視図、(b)は別の角度から見た斜視図、(c)は断面図、(d)はカセット取付状態における導電ブラシの形態を示す図、図9は同X線発生装置のシールキャップの構成図で、(a)は斜視図、(b)は別の角度から見た斜視図、(c)は(a)のIXc-IXc矢視断面図、(d)は(c)のIXc-IXc矢視断面図、図10は同X線発生装置の原理構成を示す断面図である。

【0020】

ここでは、図1～図9に示す具体的な構成のX線発生装置の説明に先だって、理解を容易にするために、図10を参照しながら実施形態のX線発生装置の原理構成について説明する。なお、図10中の()内の符号は、図1～図9において示す具体的な要素(後述)と対応していることを示している。

【0021】

図10に示すように、このX線発生装置Mは、軸方向の一端である前端側(F)が真空ケース内Aに臨み、軸方向の他端である後端側(B)が真空ケース外Bに臨むように取り付けられるハウジング1000と、ハウジング1000に軸方向に沿って形成された貫通孔1002と、この貫通孔1002の内周に装備された軸受1004と、前記貫通孔1002内に挿入され、軸受1004によって回転自在に支持された中空軸部1006を有すると共に、中空軸部1006の前端部に、真空ケース内Aに挿入されて熱電子の照射を受

10

20

30

40

50

けることによりX線を発生する対陰極部1008が一体に設けられた回転対陰極1010と、回転対陰極1010を回転駆動する電動機(図示略)と、回転対陰極1010の内部に形成され、対陰極部1010と中空軸部1006とを冷却するための冷媒を流通させる冷媒流路1012と、回転対陰極1010の少なくとも中空軸部1006の内部に同心状に挿入されて、冷媒流路1012を往路1014と復路1016に仕切るセパレータ部材1018と、ハウジング1000に形成され、外部の冷媒供給管に接続されることで、往路1014に冷媒を流入させる冷媒流入口1020と、ハウジング1000に形成され、外部の冷媒排出管に接続されることで、復路1016からの冷媒を外部に排出する冷媒流出口1022と、ハウジング1000内の貫通孔1002と回転対陰極1010の中空軸部1006の間の空間のうち、軸受1004よりも真空ケース内A側に位置する箇所に配設されて、ハウジング1000と回転対陰極1010の間の隙間をシールする真空シール1024と、貫通孔1002と回転対陰極1010の中空軸部1006の間の空間のうち、軸受1004よりも真空ケース外B側に位置する箇所に配設されて、ハウジング1000と回転対陰極1010の間の隙間をシールする冷媒シール1026と、回転対陰極1010の外周に摺動接触することで、回転対陰極1010からハウジング1000に電流を逃がす導電ブラシ1028と、を有している。

10

【0022】

この場合、本実施形態の第1の特徴的な点として、ハウジング1000の胴部には、ハウジング1000の外表面から貫通孔1002の内部に臨むブラシ取付窓1030が設けられており、そのブラシ取付窓1030に、複数の導電ブラシ1028を一体に具備した導電ブラシカセット1032が着脱自在に装着されている。

20

【0023】

また、第2の特徴的な点として、ハウジング1000の貫通孔1002の後端にはシールキャップ1036が着脱可能に液密状態で嵌合されており、そのシールキャップ1036に冷媒シール1026が取り付けられると共に、シールキャップ1036に、ハウジング1000に形成された冷媒流入口1020を往路1014に連通させる流入側連通路1038と、ハウジング1000に形成された冷媒流出口1022を復路1016に連通させる流出側連通路1040とが設けられている。

【0024】

次に、そのような原理構成を盛り込んだ具体的な構成のX線発生装置Mの詳細について図1～図9を参照しながら説明する。

30

【0025】

このX線発生装置Mは、回転対陰極1と、それを回転自在に支持するハウジング10、20とを有している。ハウジングは、軸方向の一端である前端側(図中左端側)が真空ケース内Aに臨み、軸方向の他端である後端側(図中右端側)が真空ケース外Bに臨むように真空ケースのケース壁500に取り付けられるもので、前側ハウジング10と後側ハウジング20に二分割されており、前側ハウジング10に設けたフランジ11により、真空ケースのケース壁500に取り付けられるようになっている。

【0026】

図4に示すように、前側ハウジング10及び後側ハウジング20には、それぞれ軸方向に沿って貫通孔13、23が形成されており、前側ハウジング10の貫通孔13の内周には、該貫通孔13の内周に嵌合された円筒状スリーブ部材14を介して、前後方向に相互に離間して前側軸受6と後側軸受7が装備されている。円筒状スリーブ部材14を介在させる理由は、円筒状スリーブ部材14の外周面と前側ハウジング10の貫通孔13の内周面との間に、冷媒の流れる環状流路73(後述)を確保するためである。

40

【0027】

また、前側軸受6及び後側軸受7としては、例えば、内輪と外輪と転動体の少なくともいずれかの部品が絶縁材料(セラミック等)で構成された絶縁ベアリングが使用されている。なお、前側軸受6と後側軸受7の間には、それらの相互間隔を保つための外周側及び内周側の各スペーサ8、9が配置されている。

50

【 0 0 2 8 】

前側ハウジング 1 0 と後側ハウジング 2 0 は、前側ハウジング 1 0 の後端の合わせ面 1 5 と後側ハウジング 2 0 の前端の合わせ面 2 5 をパッキン 1 8 を介して互いに合わせ、その状態で図示しないボルトにより結合されることで一体化されている。

【 0 0 2 9 】

回転対陰極 1 は、貫通孔 1 3、2 3 内に挿入されて前側軸受 6 及び後側軸受 7 により回転自在に支持された中空軸部 3 と、その中空軸部 3 の前端部に一体に設けられ、真空ケース内 A に挿入されて、外周の対陰極面 2 a に電子銃 5 1 0 から発せられた熱電子 5 1 2 の照射を受けることにより X 線 5 1 4 を発生する円筒型の対陰極部 2 とを有するものである。

10

【 0 0 3 0 】

この回転対陰極 1 の対陰極部 2 と前側ハウジング 1 0 の前端部との間には、回転対陰極 1 を回転駆動するための電動機 4 が配設されており、対陰極部 2 側に永久磁石からなるロータ 4 a が設けられ、前側ハウジング 1 0 の前端部側に、ロータ 4 a に回転力を与えるためのコイル 4 b が設けられている。

【 0 0 3 1 】

また、回転対陰極 2 の内部には、対陰極部 2 と中空軸部 3 とを冷却するための冷媒を流通させる冷媒流路が設けられ、その冷媒通路は、回転対陰極 1 の内部に同心状に挿入されたセパレータ部材 6 0 により、往路 7 7 と復路 8 1 の 2 つの流路に仕切られている。往路 7 7 は、最も高温化する対陰極部 2 に冷媒を流入させる流入側通路 7 0 の一部を構成する部分、復路 8 1 は、対陰極部 2 の冷媒を外部に向けて流出させる流出側通路 8 0 の一部を構成する部分である。

20

【 0 0 3 2 】

セパレータ部材 6 0 は、対陰極部 1 の内部を効率良く冷媒が流れるように 2 つの流路空間に仕切るディスク状部 6 1 を前端に有し、その後側に、ディスク状部 6 1 の中心部から後方に垂直に延びる管状軸部 6 2 を有するものであり、管状軸部 6 2 の後端が後側ハウジング 2 0 の後端部に固定されることで、回転対陰極 1 の内部に支持されている。そして、セパレータ部材 6 0 の管状軸部 6 2 は、回転対陰極 1 の中空軸部 3 の内部に同心状に挿入されていることで、中空軸部 3 の内部の冷媒流路を、管状軸部 6 2 の内側の流路と外側の流路とに仕切っている。ここでは、管状軸部 6 2 の外側の流路が往路 7 7 として設定され、管状流路 6 2 の外側の流路が復路 8 1 として設定されている。

30

【 0 0 3 3 】

また、後側ハウジング 2 0 には、外部の冷媒供給管に接続されることで、中空軸部 3 内の往路 7 7 に向けて冷媒を流入させる冷媒流入口 7 0 A と、外部の冷媒排出管に接続されることで、中空軸部 3 内の復路からの冷媒を外部に排出する冷媒流出口 8 0 A とが設けられている。これらの冷媒流入口 7 0 A 及び冷媒流出口 8 0 A は、前側ハウジング 1 0 内及び後側ハウジング 2 0 内に形成された内部流路 7 1 ~ 7 5、8 3 を介して、中空軸部 3 内の往路 7 7 及び復路 8 1 にそれぞれ接続されている。この冷媒の流れる流路については、後で詳しく述べる。

【 0 0 3 4 】

また、貫通孔 1 3、2 3 と回転対陰極 1 の中空軸部 3 の間の空間のうち、前側軸受 6 よりも真空ケース内 A 側に位置する箇所には、前側ハウジング 1 0 と回転対陰極 1 の間の隙間を気密シールする真空シール 5 が配設されている。真空シール 5 としては、磁力で保持した磁性流体によりシール性能を保持する磁気シールが採用されている。

40

【 0 0 3 5 】

また、貫通孔 1 3、2 3 と回転対陰極 1 の中空軸部 3 の間の空間のうち、後側軸受 7 よりも真空ケース外 B 側に位置する箇所には、後側ハウジング 2 0 と回転対陰極 1 の中空軸部 3 との間の隙間を液密シールする冷媒シール 5 0 が配設されている。この冷媒シール 5 0 の取付の詳細については後で述べる。

【 0 0 3 6 】

50

また、図5に示すように、回転部分である回転対陰極1と固定部分であるハウジング10、20の間には、回転対陰極1側からハウジング10、20側に電流を逃がすための導電ブラシ120（例えばカーボンブラシ）が配設されている。この場合、図2に示すように、取付状態において真空ケース外Bに位置する後側ハウジング20の胴部に、導電ブラシカセット100に搭載された形で、複数の導電ブラシ120がハウジング10、20の外部から交換できるように配設されている。

【0037】

即ち、後側ハウジング20の胴部外周の周方向の1箇所にはフラット面26が形成され、そのフラット面26に一段低くして形成されたカセット取付座27にブラシ取付窓28が設けられている。このブラシ取付窓28は、後側軸受7と冷媒シール50との間に位置する後側ハウジング20の胴部に配置され、後側ハウジング20の外表面から貫通孔23の内部に臨むように設けられており、そのブラシ取付窓28に、複数の導電ブラシ120を一体に具備した導電ブラシカセット100が着脱自在に装着されている。

10

【0038】

ここで、導電ブラシ120及び冷媒シール50は、共にハウジング20側に固定された状態で、回転対陰極1の中空軸部3の外周面に対して摺接するものであるが、本実施形態では、これら導電ブラシ120及び冷媒シール50が摺接する対象の摺接面は、中空軸部3の外周面に直接確保するのではなく、中空軸部3の後端に嵌合固定した摺動対象リング部材30上に確保している。つまり、摺動対象リング部材30にシール摺動円筒部31とブラシ摺動円筒部32とを設け、それら各円筒部31、32の外周面に摺動面を確保している。特にシール摺動円筒部31の外周面には、耐摺動性を増すためにセラミックが溶射されている。

20

【0039】

次に導電ブラシカセット100について詳しく述べる。

図8に示すように、この導電ブラシカセット100は、回転対陰極1の中空軸部3の周方向に間隔をおいた少なくとも2箇所の位置（本例では、円周方向に約60°～90°離間した2位置）で、摺動対象リング部材30のブラシ摺動円筒部32の外周（中空軸部3と導通関係にある）に摺動接触するように設けられた複数（本例では2個）の導電ブラシ120と、それぞれに導電ブラシ120が先端に取り付けられ、弾性押圧力を持って、導電ブラシ120を摺動対象リング部材30のブラシ摺動円筒部32の外周に摺動接触させる複数の板バネ121と、各板バネ121の基端を支持すると共に、後側ハウジング20に対し着脱自在に設けられ、後側ハウジング20の胴部のブラシ取付窓28に外側から装着固定されることで、板バネ121を介して各導電ブラシ120を、摺動対象リング部材30のブラシ摺動円筒部32の外周（回転対陰極1の中空軸部3の外周に相当する面）に摺動接触させるカセット本体110と、から構成されている。

30

【0040】

カセット本体110は、ブラシ取付座27にネジ固定されるフランジ板111と、その前面にパッキン118を介してネジ119により固定された挿入ハウジング部112とからなる。挿入ハウジング部112は、長形状のブラシ取付窓28の中に挿入される厚肉板状体であり、後端面115がフランジ板111と合わせるために平坦面とされ、内周面113が、摺動対象リング部材30のブラシ摺動円筒部32の外周に対応させた円筒面として形成されている。そして、その円筒面よりなる内周面113の中央に、導電ブラシ120が露出する略長形状の開口114が設けられている。

40

【0041】

また、挿入ハウジング部112には、複数の板バネ取付座116、117が設けられており、それら板バネ取付座116、117に、先端に導電ブラシ120を備えた板バネ121の基端が、止めピン124及び止めネジ126により固定されている。そして、図2に示すように、ブラシ取付窓28にこの導電ブラシカセット100を固定ネジ130を用いて取り付けることにより、図8(d)に示すように、摺動対象リング部材30のブラシ摺動円筒部32の外周に、導電ブラシ120の端面を、板バネ121の付勢力をもって摺

50

動接触させることができるようになっている。

【 0 0 4 2 】

次にシールキャップ 4 0 の取付部分について述べる。

図 1 及び図 4 に示すように、後側ハウジング 2 0 の貫通孔 2 3 の後端部には、後側ハウジング 2 0 とは別体に構成されたシールキャップ 4 0 が着脱可能に液密状態で嵌合されている。冷媒シール 5 0 は、このシールキャップ 4 0 に着脱可能に取り付けられており、シールキャップ 4 0 を後側ハウジング 2 0 に適正に取り付けることにより、冷媒シール 5 0 のリップ部分が、摺動対象リング部材 3 0 のシール摺動円筒部 3 1 の外周に摺動接触するようになっている。

【 0 0 4 3 】

また、このシールキャップ 4 0 には、後側ハウジング 2 0 に形成された冷媒流入口 7 0 A を往路 7 7 に連通させる流入側連通路 4 7 と、後側ハウジング 2 0 に形成された冷媒流出口 8 0 B を復路 8 1 に連通させる流出側連通路 4 8 とが設けられている。

【 0 0 4 4 】

図 9 を用いてシールキャップ 4 0 の詳細について述べると、シールキャップ 4 0 の軸方向の前部には、冷媒シール 5 0 の外周を着脱自在に嵌合するシール嵌合孔 4 1 が設けられている。また、そのシール嵌合孔 4 1 より軸方向の後側には、流入側連通路 4 7 と流出側連通路 4 8 とが互いに流路を分けて設けられている。

【 0 0 4 5 】

即ち、シールキャップ 4 0 のシール嵌合孔 4 1 より軸方向の後側には、図 4 に示すように、セパレータ部材 6 0 の管状軸部 6 2 の外周に嵌まる軸部嵌合孔 4 2 が設けられており、軸部嵌合孔 4 2 の内壁面には、流出側連通路 4 8 の開口が設けられている。そして、シールキャップ 4 0 を後側ハウジング 2 0 の貫通孔 2 3 に適正に装着して、シールキャップ 4 0 の軸部嵌合孔 4 2 をセパレータ部材 6 0 の管状軸部 6 2 の後端に嵌合させることにより、シールキャップ 4 0 内の流出側連通路 4 8 とセパレータ部材 6 0 の管状軸部 6 2 の内部通路（復路 8 1）とが、管状軸部 6 2 の連通孔 6 3 を介して連通し、同時に、シールキャップ 4 0 内の流出側連通路 4 8 と後側ハウジング 2 0 の冷媒流出口 8 0 A とが連通するようになっている。

【 0 0 4 6 】

また、軸部嵌合孔 4 2 と、シール嵌合孔 4 1 に嵌合される冷媒シール 5 0 との間に位置するシールキャップ 4 0 の内壁面には、流入側連通路 4 7 の開口が設けられている。そして、冷媒シール 5 0 をシール嵌合孔 4 1 に嵌め込み、止めリング 5 2 で冷媒シール 5 0 を抜け止め固定した状態のシールキャップ 4 0 を後側ハウジング 2 0 の貫通孔 2 3 に適正に装着することにより、シールキャップ 4 0 内の流入側連通路 4 7 とセパレータ部材 6 0 の管状軸部 6 2 の外部通路（往路 7 7）とが連通し、同時に、シールキャップ 4 0 内の流入側連通路 4 7 と後側ハウジング 2 0 の冷媒流入口 7 0 A とが連通するようになっている。

【 0 0 4 7 】

このような連通関係を保つためには、シールキャップ 4 0 を周方向に位置決めしながら後側ハウジング 2 0 の貫通孔 2 3 に嵌合しなければならないし、セパレータ部材 6 0 の環状軸部 6 2 の後端に嵌合しなければならない。そこで、シールキャップ 4 0 には、図 1、図 9 に示すように、位置決め用の切欠 4 4 が形成されたフランジ 4 3 が設けられており、フランジ 4 3 には、シールキャップ取付ネジ 6 9 でハウジング 2 0 に固定するための耳部 4 3 a が設けられている。また、シールキャップ 4 0 の後端開口には、フランジ 4 3 の切欠 4 4 に嵌まる位置決め凸部 6 5 a と、セパレータ部材 6 0 の管状軸部 6 2 の後端の切欠 6 2 a に嵌まる位置決め突片 6 5 b とを有した位置決め板 6 5 が、エンドプレート 6 6 を用いて固定されている。

【 0 0 4 8 】

そして、フランジ 4 3 の耳部 4 3 a でシールキャップ 4 0 をハウジング 2 0 に固定し、フランジ 4 3 の切欠 4 4 に位置決め板 6 5 の位置決め凸部 6 5 a を係合し、位置決め板 6 5 の位置決め突片 6 5 b をセパレータ部材 6 0 の管状軸部 6 2 の切欠 6 2 a に係合した状

10

20

30

40

50

態で、位置決め板 65 をエンドプレート 66 で固定することにより、ハウジング 20 に対するシールキャップ 40 の周方向の位置と、シールキャップ 40 とセパレータ部材 60 の管状軸部 62 の周方向の位置が決まるようになっている。

【0049】

このように組み立てることで、X線発生装置 M の内部には、冷媒流入口 70 A から導入した冷媒を装置内で流通させた上で冷媒流出口 80 A から外部に排出させる一連の冷却ジャケットが形成されている。

【0050】

そして、図 4 及び図 7 中に矢印で示すように、この冷却ジャケットのうち、主に流入側として区分される流路 70 を流れる冷媒は、後側ハウジング 20 の冷媒流入口 70 A 後側ハウジング 20 の一方の内部流路 71 前側ハウジング 10 の一方の内部流路 72 円筒状スリーブ部材 14 の外周に確保された環状流路 73 前側ハウジング 10 の他方の内部流路 74 後側ハウジング 20 の他方の内部流路 75 シールキャップ 40 内の流路 76 (流入側連通路 47) 回転対陰極 1 の中空軸部 3 の内周とセパレータ部材 60 の管状軸部 62 の外周間の流路 (往路) 77 の順に通過して、対陰極部 2 内の流路 78、79 に到達し、この間に中区軸部 3 や軸受 6、7 の周辺や対陰極部 2 などを冷却する。

【0051】

また、対陰極 2 に到達した冷媒は、主に流出側として区分される流路 80、即ち、セパレータ部材 60 の管状軸部 62 の内部流路 (復路) 81 シールキャップ 40 内の流路 82 (流出側連通路 48) 後側ハウジング 20 の内部流路 83 後側ハウジング 20 の冷媒流出口 80 A を順に通過して外部に出て行く。図において、IN は、冷媒がそこから入ってくることを示し、OUT は、冷媒がそこから出ていくことを示している。

【0052】

なお、冷媒としては、通常の水を利用することができるが、電気伝導率の低い純水またはイオン交換水を利用すれば、電食現象をより効果的に防ぐことができる。

【0053】

本実施形態の X 線発生装置によれば、次の効果を奏することができる。

【0054】

(1) 後側ハウジング 20 の胴部の外側から、ブラシ取付窓 28 に対して導電ブラシカセット 100 を着脱することができるので、それにより、ハウジング 10、20 はもとより、その内部の構造を全くばらすことなく、簡単に複数の導電ブラシ 120 を同時に 1 回の操作で交換することができる。従って、導電ブラシ 120 の交換作業の容易化が図れる。

【0055】

(2) 真空ケース外 B に位置する外側ハウジング 20 の胴部にブラシ取付窓 28 を配置しているので、真空ケース内 A の真空状態を保持したまま (つまり、真空を破らずに)、導電ブラシ 120 を交換することができる。従って、運転環境をほとんど損わずに済む。

【0056】

(3) 後側軸受 7 と冷媒シール 50 の間に位置する後側ハウジング 20 の胴部にブラシ取付窓 28 を配置しているので、冷媒流路に冷媒を流したまま、導電ブラシ 120 を交換することができる。つまり、冷媒系統を全くばらさずに導電ブラシ 120 の交換ができる。

【0057】

(4) 導電ブラシ 120 が回転対陰極 1 の中空軸部 3 の周方向に間隔をおいた少なくとも 2 箇所の位置で、中空軸部 3 の外周 (摺動対象リング部材 30 のブラシ摺動円筒部 32 の外周) に摺動接触するように設けられているので、いずれかの導電ブラシ 120 がたとえ接触不良を起こしても、他の導電ブラシ 120 が接触状態を保っていることにより、回転対陰極 1 からハウジング 10、20 に電流を逃がすことができ、信頼性を高めることができる。

【0058】

10

20

30

40

50

(5) 前側ハウジング10の前端部に電動機4が設けられているので、ハウジング10、20の後部の構成を単純化することができ、導電ブラシカセット100やシールキャップ40の取付条件を楽に設定することができる。

【0059】

(6) 後側ハウジング20の貫通孔23の後端にシールキャップ40を着脱自在に嵌合させ、そのシールキャップ40に冷媒シール50を取り付けているので、真空ケースの真空状態を保持したまま、また、後側ハウジング20に形成してある冷媒流入口70Aと冷媒流出口80Aに外部の冷媒供給管や冷媒排出管を接続した状態のまま、冷媒シール50を交換することができる。しかも、ハウジング10、20自体はばらさないでよいので、簡単に且つ光学系への影響を及ぼさずに冷媒シール50の交換を行うことができる。また、シールキャップ40に流入側連通路47及び流出側連通路48を設けることにより、冷媒の流路(往路と復路)の振り分け機能を持たせているので、流路の複雑な構成をシールキャップ40に集約することができ、他の部品の構造のシンプル化が図れる。

10

【0060】

(7) シールキャップ40に着脱自在に冷媒シール50を嵌合させているので、シールキャップ40をハウジング20から取り外すことで、冷媒シール50だけを簡単に交換することができる。

【0061】

(8) シールキャップ40のシール嵌合孔41に冷媒シール50を嵌合させ、シールキャップ40の軸部嵌合孔41にセパレータ部材60の管状軸部62を嵌合させることにより、冷媒流路の往路77と復路81を構成する管状軸部62の内側の流路と外側の流路に、シールキャップ40内のそれぞれの連通路47、48を容易に連通させることができ、組み付けの容易化が図れる。

20

【符号の説明】

【0062】

M X線発生装置

1 回転対陰極

2 対陰極部

2a 対陰極面

3 中空軸部

4 電動機

4a ロータ磁石

4b コイル

5 真空シール

6 前側軸受

7 後側軸受

10 前側ハウジング

13 貫通孔

20 後側ハウジング

23 貫通孔

40 シールキャップ

41 シール嵌合孔

42 軸部嵌合孔

47 流入側連通路

48 流出側連通路

50 冷媒シール

60 セパレータ部材

62 管状軸部

70A 冷媒流入口

77 往路

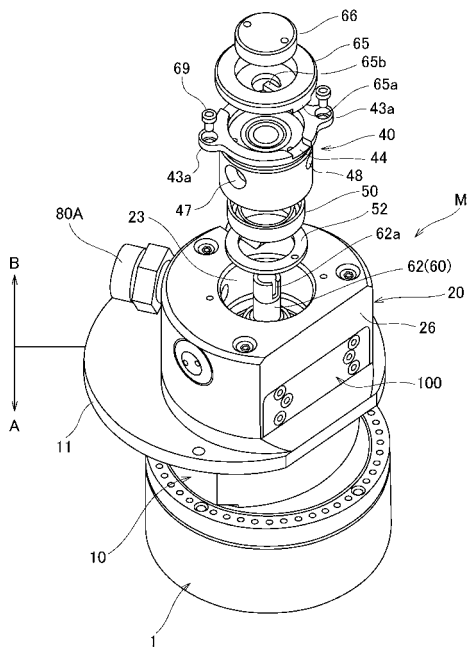
30

40

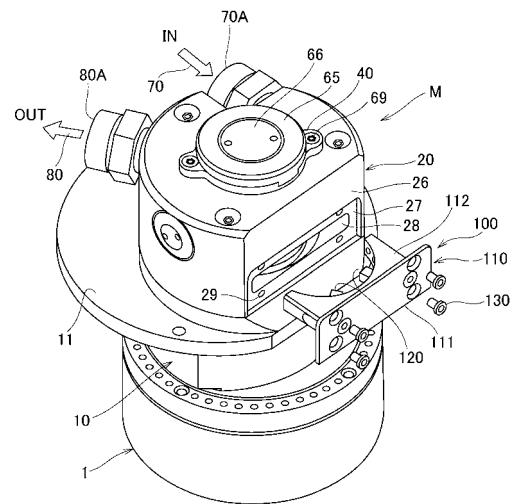
50

- 8 0 A 冷媒流出口
- 8 1 復路
- A 真空ケース内
- B 真空ケース外
- 5 1 2 熱電子
- 5 1 4 X線

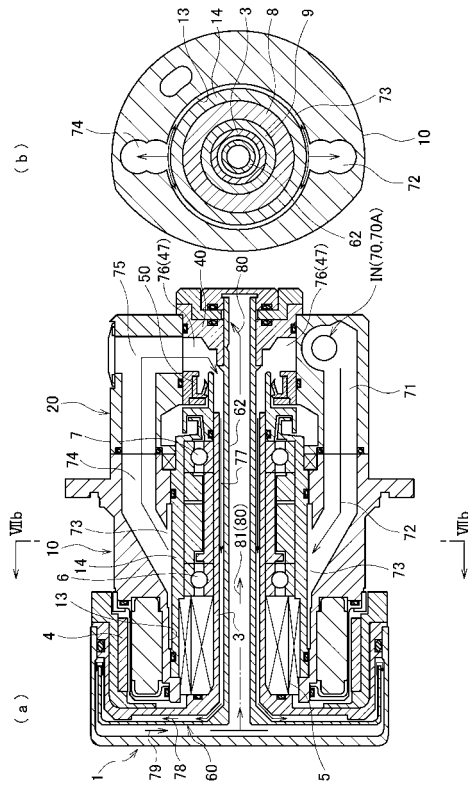
【図1】



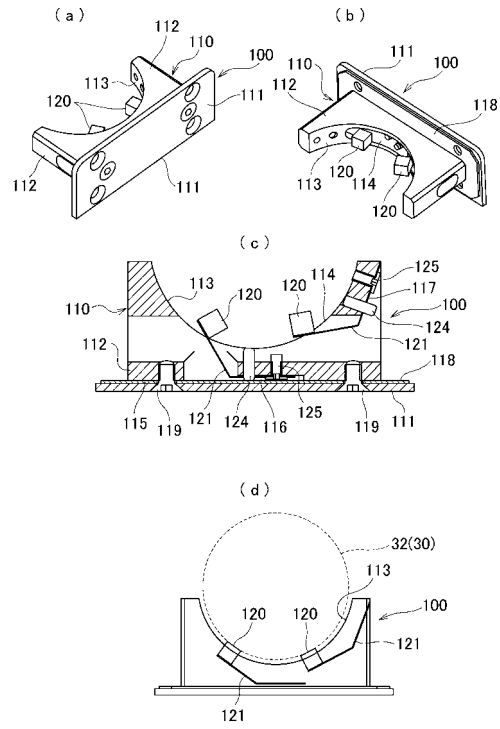
【図2】



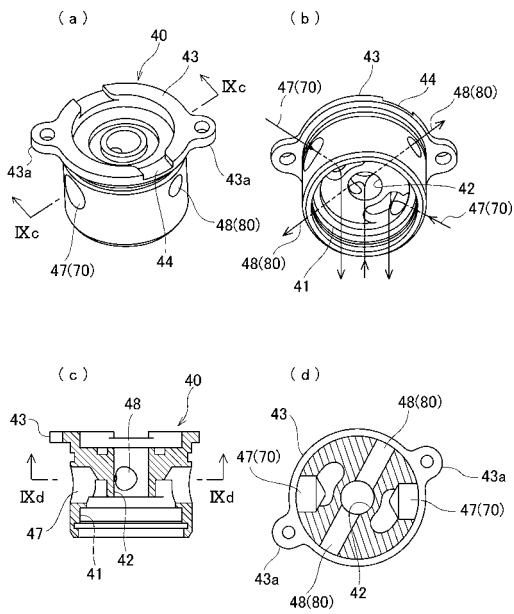
【図7】



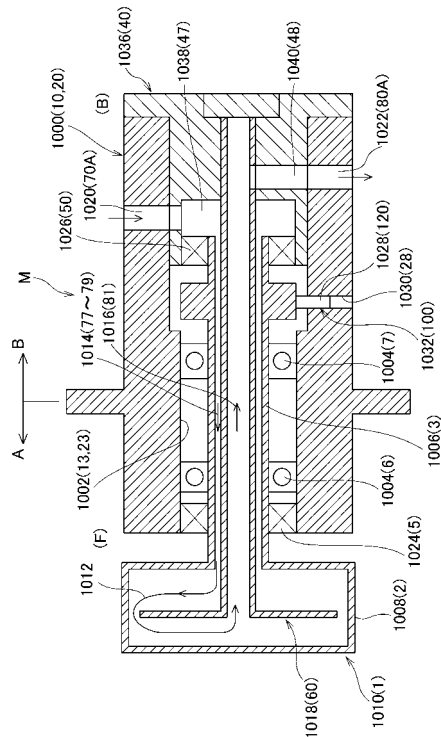
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-032099(JP,A)
特開平08-236051(JP,A)
特開2009-158347(JP,A)
特開平07-220667(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 35/00 - 35/32、
H02K 13/00 - 13/14、
H05G 1/00 - 2/00