

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6184299号
(P6184299)

(45) 発行日 平成29年8月23日(2017.8.23)

(24) 登録日 平成29年8月4日(2017.8.4)

(51) Int.Cl.

F 1

F 16 C 17/06	(2006.01)	F 16 C 17/06
F 16 C 33/10	(2006.01)	F 16 C 33/10
F 01 D 25/16	(2006.01)	F 01 D 25/16
F 01 D 25/00	(2006.01)	F 01 D 25/16
		F 01 D 25/00

Z
A
G
F

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号

特願2013-232028 (P2013-232028)

(22) 出願日

平成25年11月8日 (2013.11.8)

(65) 公開番号

特開2015-94373 (P2015-94373A)

(43) 公開日

平成27年5月18日 (2015.5.18)

審査請求日

平成28年9月15日 (2016.9.15)

(73) 特許権者 514030104

三菱日立パワーシステムズ株式会社

神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
番1号

(74) 代理人 110001829

特許業務法人開知国際特許事務所

(74) 代理人 110000350

ポレール特許業務法人

(72) 発明者 辺見 真

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所
内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ティルティングパッド式スラスト軸受及びこれを備えた回転機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転軸の外周側に固定されたスラストカラーを介して、前記回転軸の軸方向荷重を受けるティルティングパッド式スラスト軸受において、

前記スラストカラーに対向するように前記回転軸の外周側に配置され、振動可能に設けられた複数のパッドと、

前記複数のパッドの間若しくは前記複数のパッドの摺動面の前縁部に設けられた複数の給油口と、

前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも内周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された流出案内溝と、

前記流出案内溝とは独立して、前記給油口より径方向内側に位置するように前記パッドの摺動面の前縁部に形成された流入案内溝とを有し、

前記流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、

前記流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向外側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口したことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

【請求項 2】

請求項 1 記載のティルティングパッド式スラスト軸受において、

10

20

前記流入案内溝より径方向外側に位置する前記給油口は、前記パッドの幅方向中心又は揺動中心より径方向外側だけでなく径方向内側にも配置されたことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

【請求項 3】

請求項 1 記載のティルティングパッド式スラスト軸受において、

前記流入案内溝は、径方向内側の壁面が周方向下流側に向かって径方向外側に傾斜するように形成されたことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

【請求項 4】

回転軸の外周側に固定されたスラストカラーを介して、前記回転軸の軸方向荷重を受けるティルティングパッド式スラスト軸受において、

10

前記スラストカラーに対向するように前記回転軸の外周側に配置され、揺動可能に設けられた複数のパッドと、

前記複数のパッドの間若しくは前記複数のパッドの摺動面の前縁部に設けられた複数の給油口と、

前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも外周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された流出案内溝と、

前記給油口より径方向外側に位置し、前記流出案内溝とは独立して前記パッドの摺動面の前縁部に形成された流入案内溝とを有し、

前記流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、

前記流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向内側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口したことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

20

【請求項 5】

請求項 4 記載のティルティングパッド式スラスト軸受において、

前記流入案内溝より径方向内側に位置する前記給油口は、前記パッドの幅方向中心又は揺動中心より径方向内側だけでなく径方向外側にも配置されたことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

【請求項 6】

30

請求項 4 記載のティルティングパッド式スラスト軸受において、

前記流入案内溝は、径方向外側の壁面が周方向下流側に向かって径方向内側に傾斜するように形成されたことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

【請求項 7】

回転軸の外周側に固定されたスラストカラーを介して、前記回転軸の軸方向荷重を受けるティルティングパッド式スラスト軸受において、

前記スラストカラーに対向するように前記回転軸の外周側に配置され、揺動可能に設けられた複数のパッドと、

前記複数のパッドの間若しくは前記複数のパッドの摺動面の前縁部に設けられた複数の給油口と、

40

前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも内周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された第 1 の流出案内溝と、

前記給油口より径方向内側に位置し、前記第 1 の流出案内溝とは独立して前記パッドの摺動面の前縁部に形成された第 1 の流入案内溝と、

前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも外周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された第 2 の流出案内溝と、

前記給油口より径方向外側に位置し、前記第 2 の流出案内溝とは独立して前記パッドの摺動面の前縁部に形成された第 2 の流入案内溝とを有し、

前記第 1 の流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、

前記第 1 の流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記第 1 の流出案内溝の開口と

50

同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記第1の流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向外側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口し、

前記第2の流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、

前記第2の流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記第2の流出案内溝の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記第2の流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向内側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口したことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

【請求項8】

10

請求項7記載のティルティングパッド式スラスト軸受において、

前記第1の流入案内溝より径方向外側に位置し、且つ前記第2の流入案内溝より径方向外側に位置する前記給油口は、前記パッドの幅方向中心又は揺動中心より径方向外側だけでなく径方向内側にも配置されたことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

【請求項9】

請求項7記載のティルティングパッド式スラスト軸受において、

前記第1の流入案内溝は、径方向内側の壁面が周方向下流側に向かって径方向外側に傾斜するように形成され、

前記第2の流入案内溝は、径方向外側の壁面が周方向下流側に向かって径方向内側に傾斜するように形成されたことを特徴とするティルティングパッド式スラスト軸受。

20

【請求項10】

請求項1～9のいずれか1項記載のティルティングパッド式スラスト軸受を備えたことを特徴とする回転機械。

【請求項11】

請求項10記載の回転機械は、蒸気タービンであることを特徴とする回転機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ティルティングパッド式スラスト軸受及びこれを備えた回転機械に関する。

30

【背景技術】

【0002】

一般に、火力発電設備等で用いられる蒸気タービンは、回転軸を介して発電機と連結されている。この回転軸は、水平方向へ延在するように設置されており、その回転軸の自重を含む径方向荷重を受ける複数のジャーナル軸受が設けられている。また、蒸気タービンにおいては、回転軸の回転速度や負荷状態によって流体力が変動しており、この流体力によって回転軸の軸方向荷重も生じる。そのため、この回転軸の軸方向荷重を受けるとともに回転軸の軸方向変位を抑えるスラスト軸受が設けられている。

【0003】

負荷能力が高いスラスト軸受として、ティルティングパッド式スラスト軸受が知られている（例えば特許文献1参照）。特許文献1に記載のティルティングパッド式スラスト軸受は、スラストカラーに対向するように回転軸の外周側に配置され、揺動可能に設けられた複数のパッドと、複数のパッドの間に設けられた複数の給油片とを備えている。そして、給油片の給油孔から供給された潤滑油は、スラストカラーの回転に伴い、スラストカラーとパッドの摺動面の間に流入して油膜を形成する。この油膜により、軸方向荷重を支持するようになっている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-117608号公報

50

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

しかしながら、上記従来技術には次のような改善の余地がある。すなわち、特許文献1には明確に記載されていないものの、スラストカラーとパッドの摺動面の間に供給された潤滑油は、パッドの後端（言い換えれば、周方向下流側）からだけでなく、パッドの外周端（言い換えれば、径方向外側）及び内周端（言い換えれば、径方向内側）からも流出する。そして、パッドの外周端及び内周端から流出した潤滑油が、軸受の外部へ排出される。そのため、そのぶん潤滑油を供給する必要があり、給油量の点で改善の余地があった。

【0006】

本発明の目的は、給油量を低減できるティルティングパッド式スラスト軸受及びこれを備えた回転機械を提供することにある。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

上記目的を達成するために、第1の発明は、回転軸の外周側に固定されたスラストカラーを介して、前記回転軸の軸方向荷重を受けるティルティングパッド式スラスト軸受において、前記スラストカラーに対向するように前記回転軸の外周側に配置され、振動可能に設けられた複数のパッドと、前記複数のパッドの間若しくは前記複数のパッドの摺動面の前縁部に設けられた複数の給油口と、前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも内周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された流出案内溝と、前記流出案内溝とは独立して、前記給油口より径方向内側に位置するように前記パッドの摺動面の前縁部に形成された流入案内溝とを有し、前記流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、前記流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向外側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口する。

【0008】

第1の発明においては、流出案内溝によって、パッドの内周端からの潤滑油の排出を抑止でき、さらに、その潤滑油を後端側（すなわち、下流側パッドの前端側）に流出させることができる。そして、下流側パッドの流入案内溝によって、上流側パッドの流出案内溝から流出した比較的低温な潤滑油を、下流側パッドの摺動面に供給することができる。したがって、給油量を低減できる。

【0009】

上記目的を達成するために、第2の発明は、回転軸の外周側に固定されたスラストカラーを介して、前記回転軸の軸方向荷重を受けるティルティングパッド式スラスト軸受において、前記スラストカラーに対向するように前記回転軸の外周側に配置され、振動可能に設けられた複数のパッドと、前記複数のパッドの間若しくは前記複数のパッドの摺動面の前縁側に形成された複数の給油口と、前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも外周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された流出案内溝と、前記給油口より径方向外側に位置し、前記流出案内溝とは独立して前記パッドの摺動面の前縁側に形成された流入案内溝とを有し、前記流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、前記流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向内側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口する。

【0010】

第2の発明においては、流出案内溝によって、パッドの外周端からの潤滑油の排出を抑止でき、さらに、その潤滑油を後端側（すなわち、下流側パッドの前端側）に流出させることができる。そして、下流側パッドの流入案内溝によって、上流側パッドの流出案内溝から流出した比較的低温な潤滑油を、下流側パッドの摺動面に供給することができる。し

10

20

30

40

50

たがって、給油量を低減できる。

【0011】

上記目的を達成するために、第3の発明は、回転軸の外周側に固定されたスラストカラーを介して、前記回転軸の軸方向荷重を受けるティルティングパッド式スラスト軸受において、前記スラストカラーに対向するように前記回転軸の外周側に配置され、揺動可能に設けられた複数のパッドと、前記複数のパッドの間若しくは前記複数のパッドの摺動面の前縁側に形成された複数の給油口と、前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも内周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された第1の流出案内溝と、前記給油口より径方向内側に位置し、前記第1の流出案内溝とは独立して前記パッドの摺動面の前縁側に形成された第1の流入案内溝と、前記パッドの摺動面における幅方向中心よりも外周縁に近づけられた位置で周方向に延在するように形成された第2の流出案内溝と、前記給油口より径方向外側に位置し、前記第2の流出案内溝とは独立して前記パッドの摺動面の前縁側に形成された第2の流入案内溝とを有し、前記第1の流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、前記第1の流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記第1の流出案内溝の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記第1の流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向外側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口し、前記第2の流出案内溝は、前記パッドの摺動面及び後端面に開口し、前記第2の流入案内溝は、前記パッドの後端面における前記第2の流出案内溝の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、前記パッドの前端面に開口し、且つ、前記パッドの摺動面における前記第2の流出案内溝の開口と同じ径方向位置より径方向内側の領域を含む開口を形成するように、前記パッドの摺動面に開口する。
10

【0012】

第3の発明においては、第1及び第2の流出案内溝によって、パッドの内周端及び外周端からの潤滑油の排出を抑止でき、さらに、その潤滑油を後端側（すなわち、下流側パッドの前端側）に流出させることができる。そして、下流側パッドの第1及び第2の流入案内溝によって、上流側パッドの第1及び第2の流出案内溝から流出した比較的低温な潤滑油を、下流側パッドの摺動面に供給することができる。したがって、給油量を低減できる。
20

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、給油量を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の第1の実施形態におけるティルティングパッド式スラスト軸受の構造を表す軸方向断面図である。

【図2】本発明の第1の実施形態におけるパッドの構造を表す図である。

【図3】本発明の第1の実施形態におけるパッドの摺動面上の油膜の圧力と潤滑油の流れを示す図である。

【図4】従来技術における給油量を説明するための図である。

【図5】本発明の第1の実施形態における給油量を説明するための図である。

【図6】本発明の第2の実施形態におけるパッドの構造を表す図である。

【図7】本発明の第3の実施形態におけるパッドの構造を表す図である。

【図8】本発明の第1の実施形態の一変形例におけるパッドの構造を表す図である。

【図9】本発明の第2の実施形態の一変形例におけるパッドの構造を表す図である。

【図10】本発明の第3の実施形態の一変形例におけるパッドの構造を表す図である。

【図11】本発明の第1の実施形態の他の変形例におけるパッドの構造を表す図である。

【図12】本発明の第2の実施形態の他の変形例におけるパッドの構造を表す図である。

【図13】本発明の第3の実施形態の他の変形例におけるパッドの構造を表す図である。

【図14】本発明のティルティングパッド式スラスト軸受を採用した蒸気タービンの構成
40

30

50

を表す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の第1の実施形態を、図面を参照しつつ説明する。

【0016】

図1は、本実施形態におけるティルティングパッド式スラスト軸受の構造を表す軸方向断面図である。図2は、図1におけるII-II断面矢視図であって、本実施形態におけるパッドの構造を表す図である（便宜上、2つのパッドのみ示すものである）。図3は、本実施形態におけるパッドの摺動面上の油膜の圧力と潤滑油の流れを示す図である。

【0017】

図1で示すように、回転軸1は、水平方向（図中左右方向）に延在するように設置されている。回転軸1の外周側には一対のスラストカラー2が固定されており、回転軸1とスラストカラー2が一体となって回転するようになっている。ティルティングパッド式スラスト軸受100は、一対のスラストカラー2を介して回転軸1の軸方向荷重を受けるように構成されている。

【0018】

スラスト軸受100は、ペデスタル3で固定された略円環状の軸受ハウジング4と、この軸受ハウジング4の内側で且つ軸方向一方側（図1中右側）及び他方側（図1中左側）にそれぞれ固定された略円環状の軸受ベース5と、一方側のスラストカラー2に対向するように一方側の軸受ベース5の周方向に沿って（言い換えれば、回転軸1の外周側に）配置された複数（本実施形態では8つ）のパッド6と、他方側のスラストカラー2に対向するように他方側の軸受ベース5の周方向に沿って（言い換えれば、回転軸1の外周側に）配置された複数（本実施形態では8つ）のパッド6とを備えている。パッド6は、その背面側（図1中左側）にピボット7が設けられており、このピボット7がピボット受8と接触している。これにより、パッド6が摺動可能に支持されている。

【0019】

図2で示すように、複数のパッド6の間には、複数の給油管9が設けられている。各給油管9は、回転軸1の径方向に離間して形成された複数（本実施形態では3つ）の給油口10（ノズル孔）を有している。なお、給油管9は、パッド6の前端側かつ径方向内側に設けられた前端突出部11と干渉しないように、その径方向外側に配置されている。最外側の給油口10は、パッド6の幅方向中心又は摺動中心（言い換えれば、ピボット7の中心）Oより径方向外側に位置している。最内側の給油口10は、パッド6の幅方向中心又は摺動中心Oより径方向内側に位置している（すなわち、図中、R1 < Ra < Rb）。

【0020】

給油管9は、軸受ハウジング4に形成された給油路（図示せず）等を介してポンプ（図示せず）に接続されている。ポンプで昇圧された潤滑油は、給油管9の給油口10からスラストカラー2に向けて噴出される。そして、スラストカラー2の回転に伴い、スラストカラー2とパッド6の摺動面（言い換えれば、スラストカラー2に対向する対向面）との間に流入する。このとき、パッド6が摺動し、パッド6の摺動面とスラストカラー2との隙間が回転方向に徐々に小さくなるので、くさび効果により動圧が発生し、油膜を形成する。図3中の二点鎖線は油膜圧力の等圧力線を示しているが、パッド6の摺動中心Oにて最大圧力となる圧力分布が生じる。この油膜により、スラストカラー2の回転（ひいては、回転軸1の回転）を阻害することなく、スラストカラー2を介して回転軸1の軸方向荷重を支持するようになっている。

【0021】

ところで、給油管9の給油口10からパッド6の摺動面に供給された潤滑油は、上述した油膜圧力により、その一部がパッド6の外周側及び内周側に押し流される傾向にある。

【0022】

そこで、本実施形態では、パッド6の摺動面の内周縁の近傍（すなわち、パッド6の摺

10

20

30

40

50

動面における幅方向中心 C よりも内周縁に近づけられた位置) に、周方向に延在するよう に流出案内溝 12 が形成されている。この流出案内溝 12 は、パッド 6 の摺動面及び後端面に開口している。また、流出案内溝 12 とは独立して、給油管 9 の給油口 10 より径方向内側に位置するよう に、パッド 6 の前端突出部 11 (言い換えれば、パッド 6 の摺動面の前縁部) に流入案内溝 13 が形成されている。この流入案内溝 13 は、パッド 6 の後端面における流出案内溝 12 の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するよう に、パッド 6 の前端面に開口している。また、流入案内溝 13 は、パッド 6 の摺動面における流出案内溝 12 の開口と同じ径方向位置より径方向外側の領域を含む開口を形成するよう に、パッド 6 の摺動面に開口している。

【 0023 】

これにより、潤滑油の流れは、図 3 中矢印 a, b, c, d, e で示すよう になる。具体的に説明すると、矢印 a で示すよう に、パッド 6 の摺動面に供給された潤滑油の一部は、パッド 6 の外周側に押し流され、パッド 6 の外周端から流出する。矢印 b で示すよう に、パッド 6 の摺動面に供給された潤滑油の一部は、パッド 6 の外周側に若干押し流されるもの、パッド 6 の後端から流出する。矢印 c で示すよう に、パッド 6 の摺動面に供給された潤滑油の一部は、パッド 6 の内周側に若干押し流されるもの、パッド 6 の後端から流出する。矢印 d で示すよう に、パッド 6 の摺動面に供給された潤滑油の一部は、パッド 6 の内周側に押し流されるもの、流出案内溝 12 を経由して、パッド 6 の後端から流出する。流出案内溝 12 から流出する潤滑油は、比較的低温である。そして、矢印 e で示すよう に、上流側パッド 6 の流出案内溝 12 から流出した潤滑油は、下流側パッド 6 の流入案内溝 13 を経由して、下流側パッド 6 の摺動面に供給されるよう なっている。

【 0024 】

本実施形態の作用効果を、図 4 及び図 5 を用いて説明する。図 4 は、従来技術 (すなわち、流出案内溝 12 及び流入案内溝 13 を有しない場合) における給油量を説明するための図であり、図 5 は、本実施形態における給油量を説明するための図である。

【 0025 】

従来技術においては、パッドの摺動面に供給された潤滑油は、パッドの後端からだけではなく、パッドの外周端及び内周端からも流出する。パッドの後端から流出した潤滑油は、一部がキャリーオーバーとして下流側パッドに供給され、残りが軸受の外部へ排出される。図 4 中の斜線部分はキャリーオーバーの油量であり、白抜部分は排油量 Q_t である。パッドの外周端から流出した潤滑油は、軸受の外部へ排出されており、排油量 Q_o である。パッドの内周端から流出した潤滑油は、軸受の外部へ排出されており、排油量 Q_i (但し、一般的に、 $Q_i < Q_o$) である。したがって、全排油量 ($Q_t + Q_o + Q_i$) となるため、給油量 ($Q_t + Q_o + Q_i$) が必要となる。

【 0026 】

一方、本実施形態においては、流出案内溝 12 によって、パッド 6 の内周端からの潤滑油の排出を抑止でき、さらに、その潤滑油を後端側 (すなわち、下流側パッド 6 の前端側) に流出させることができる。そして、下流側パッド 6 の流入案内溝 13 によって、上流側パッド 6 の流出案内溝 12 から流出した比較的低温な潤滑油を、下流側パッド 6 の摺動面に供給することができる。したがって、パッド 6 の内周端からの排油量 Q_i を実質的になくすことができる。その結果、給油量 ($Q_t + Q_o$) に低減することができる。

【 0027 】

本発明の第 2 の実施形態を、図 6 により説明する。図 6 は、本施形態におけるパッドの構造を表す図である。なお、本実施形態において、上記第 1 の実施形態と同等の部分は同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【 0028 】

本実施形態では、給油管 9A は、パッド 6A の前端側かつ径方向外側に設けられた前端突出部 14 と干渉しないよう に、その径方向内側に配置されている。最内側の給油口 10 は、パッド 6 の幅方向中心 L 又は摺動中心 O より径方向内側に位置している。最外側の給油口 10 は、パッド 6 の幅方向中心 L 又は摺動中心 O より径方向外側に位置している (す

10

20

30

40

50

なわち、図中、 $R_a < R_b < R_2$)。

【 0 0 2 9 】

そして、パッド 6 A の摺動面の外周縁の近傍 (すなわち、パッド 6 A の摺動面における幅方向中心 C よりも外周縁に近づけられた位置) に、周方向に延在するように流出案内溝 15 が形成されている。この流出案内溝 15 は、パッド 6 A の摺動面及び後端面に開口している。また、流出案内溝 15 とは独立して、給油管 9 A の給油口 10 より径方向外側に位置するように、パッド 6 A の前端突出部 14 (言い換えれば、パッド 6 A の摺動面の前縁部) に流入案内溝 16 が形成されている。この流入案内溝 16 は、パッド 6 A の後端面における流出案内溝 15 の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、パッド 6 A の前端面に開口している。また、流入案内溝 16 は、パッド 6 A の摺動面における流出案内溝 15 の開口と同じ径方向位置より径方向内側の領域を含む開口を形成するように、パッド 6 A の摺動面に開口している。
10

【 0 0 3 0 】

これにより、パッド 6 A の摺動面に供給された潤滑油の一部は、パッド 6 A の外周側に押し流されるものの、流出案内溝 15 を経由して、パッド 6 A の後端から流出する。流出案内溝 15 から流出する潤滑油は、比較的低温である。そして、上流側パッド 6 A の流出案内溝 15 から流出した潤滑油は、下流側パッド 6 A の流入案内溝 16 を経由して、下流側パッド 6 A の摺動面に供給されるようになっている。

【 0 0 3 1 】

このような本実施形態においては、流出案内溝 15 によって、パッド 6 A の外周端からの潤滑油の排出を抑止でき、さらに、その潤滑油を後端側 (すなわち、下流側パッド 6 A の前端側) に流出させることができる。そして、下流側パッド 6 A の流入案内溝 16 によって、上流側パッド 6 A の流出案内溝 15 から流出した比較的低温な潤滑油を、下流側パッド 6 A の摺動面に供給することができる。したがって、パッド 6 A の外周端からの排油量 Q_o を実質的になくすことができる。その結果、給油量を ($Q_t + Q_i$) に低減することができる。
20

【 0 0 3 2 】

本発明の第 3 の実施形態を、図 7 により説明する。図 7 は、本施形態におけるパッドの構造を表す図である。なお、本実施形態において、上記第 1 及び第 2 の実施形態と同等の部分は同一の符号を付し、適宜説明を省略する。
30

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、給油管 9 B は、パッド 6 B の前端突出部 11, 14 と干渉しないように、それらの間に配置されている。外側の給油口 10 は、パッド 6 B の幅方向中心又は揺動中心より径方向外側に位置し、内側の給油口 10 は、パッド 6 B の幅方向中心又は揺動中心より径方向内側に位置している。

【 0 0 3 4 】

そして、パッド 6 B の摺動面の内周縁の近傍に、周方向に延在するように流出案内溝 12 が形成されている。この流出案内溝 12 は、パッド 6 B の摺動面及び後端面に開口している。また、流出案内溝 12 とは独立して、給油管 9 B の給油口 10 より径方向内側に位置するように、パッド 6 B の前端突出部 11 に流入案内溝 13 が形成されている。この流入案内溝 13 は、パッド 6 B の後端面における流出案内溝 12 の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、パッド 6 B の前端面に開口している。また、流入案内溝 13 は、パッド 6 B の摺動面における流出案内溝 12 の開口と同じ径方向位置より径方向外側の領域を含む開口を形成するように、パッド 6 B の摺動面に開口している。
40

【 0 0 3 5 】

これにより、パッド 6 B の摺動面に供給された潤滑油の一部は、パッド 6 B の内周側に押し流されるものの、流出案内溝 12 を経由して、パッド 6 B の後端から流出する。流出案内溝 12 から流出する潤滑油は、比較的低温である。そして、上流側パッド 6 B の流出案内溝 12 から流出した潤滑油は、下流側パッド 6 B の流入案内溝 13 を経由して、下流側パッド 6 B の摺動面に供給されるようになっている。
50

【0036】

また、パッド6Bの摺動面の外周縁の近傍に、周方向に延在するように流出案内溝15が形成されている。この流出案内溝15は、パッド6Bの摺動面及び後端面に開口している。また、流出案内溝15とは独立して、給油管9Bの給油口10より径方向外側に位置するように、パッド6Bの前端突出部14に流入案内溝16が形成されている。この流入案内溝16は、パッド6Bの後端面における流出案内溝15の開口と同じ径方向位置を含む開口を形成するように、パッド6Bの前端面に開口している。また、流入案内溝16は、パッド6Bの摺動面における流出案内溝15の開口と同じ径方向位置より径方向内側の領域を含む開口を形成するように、パッド6Bの摺動面に開口している。

【0037】

10

これにより、パッド6Bの摺動面に供給された潤滑油の一部は、パッド6Bの外周側に押し流されるものの、流出案内溝15を経由して、パッド6Bの後端から流出する。流出案内溝15から流出する潤滑油は、比較的低温である。そして、上流側パッド6Bの流出案内溝15から流出した潤滑油は、下流側パッド6Bの流入案内溝16を経由して、下流側パッド6Bの摺動面に供給されるようになっている。

【0038】

20

このような本実施形態においては、流出案内溝12, 15によって、パッド6Bの内周端及び外周端からの潤滑油の排出を抑止でき、さらに、その潤滑油を後端側（すなわち、下流側パッド6Bの前端側）に流出させることができる。そして、下流側パッド6Bの流入案内溝13, 16によって、上流側パッド6Bの流出案内溝12, 15から流出した比較的低温な潤滑油を、下流側パッド6Bの摺動面に供給することができる。したがって、パッド6Bの内周端からの排油量Q_i及び外周端からの排油量Q_oを実質的になくすことができる。その結果、給油量をQ_tに低減することができる。

【0039】

なお、上記第1及び第3の実施形態においては、図示のように、流入案内溝13は、径方向内側の壁面が周方向に延在するように形成された場合を例にとり、上記第2及び第3の実施形態においては、図示のように、流入案内溝16は、径方向外側の壁面が周方向に延在するように形成された場合を例にとって説明したが、これに限られず、本発明の趣旨及び技術思想を逸脱しない範囲内で変形が可能である。すなわち、図8で示す第1の実施形態の一変形例及び図10で示す第3の実施形態の一変形例のように、パッド6の流入案内溝13Aは、径方向内側の壁面が周方向下流側に向かって径方向外側に傾斜するように形成されてもよい。あるいは、図9で示す第2の実施形態の一変形例及び図10で示す第3の実施形態の一変形例のように、パッド6Aの流入案内溝16Aは、径方向外側の壁面が周方向下流側に向かって径方向内側に傾斜するように形成されてもよい。これらの変形例においては、上記実施形態と比べ、流入案内溝からパッドの摺動面への供給量を増加させることができる。したがって、給油量をさらに低減することができる。

30

【0040】

40

また、上記第1～第3の実施形態においては、複数のパッドの間に複数の給油管を設けた場合を例にとって説明したが、これに限られず、本発明の趣旨及び技術思想を逸脱しない範囲内で変形が可能である。すなわち、図11で示す第1の実施形態の他の変形例のように、パッド6Cの摺動面の前縁部で径方向外側に位置するように給油口17が形成されてもよい。この給油口17の径方向内側側壁は、パッド6Cの幅方向中心L又は揺動中心Oより径方向内側に位置している（すなわち、図中、R₃ < R_a < R_b）。そして、流入案内溝13は、給油口17より径方向内側に位置するように、パッド6Cの摺動面の前縁部に形成されればよい。あるいは、図12で示す第2の実施形態の他の変形例のように、パッド6Dの摺動面の前縁部で径方向内側に位置するように給油口17Aが形成されてもよい。この給油口17Aの径方向外側側壁は、パッド6Dの幅方向中心L又は揺動中心Oより径方向外側に位置している（すなわち、図中、R_a < R_b < R₄）。そして、流入案内溝16は、給油口17Aより径方向外側に位置するように、パッド6Dの摺動面の前縁部に形成されればよい。あるいは、図13で示す第3の実施形態の他の変形例のように、

50

パッド 6 E の摺動面の前縁部で幅方向中央に位置するように給油口 17 B が形成されてもよい。この給油口 17 B の径方向内側側壁は、パッド 6 E の幅方向中心又は摺動中心より径方向内側に位置し、径方向外側側壁は、パッド 6 E の幅方向中心又は摺動中心より径方向外側に位置している。そして、流入案内溝 13 は、給油口 17 B より径方向内側に位置するように、パッド 6 E の摺動面の前縁部に形成されればよい。また、流入案内溝 16 は、給油口 17 B より径方向外側に位置するように、パッド 6 E の摺動面の前縁部に形成されればよい。これらの変形例においても、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0041】

次に、上述したティルティングパッド式スラスト軸受 100 を備えた回転機械の一例を 10 、図 14 を用いて説明する。図 14 は、上述したティルティングパッド式スラスト軸受 100 を備えた蒸気タービンの構成を表す図である。

【0042】

図 14 で示すように、蒸気タービンは、蒸気圧力にそれぞれ対応した高圧タービン 20 、中圧タービン 21 、及び低圧タービン 22 で構成されており、これらタービン 20 , 21 , 22 と発電機 23 が回転軸 1 を介して連結されている。そして、回転軸 1 の径方向荷重を受ける複数のジャーナル軸受 24 と、回転軸 1 の軸方向荷重を受けるスラスト軸受 100 が設けられている。

【0043】

このような蒸気タービンにおいては、スラスト軸受 100 への給油量の低減により、給油のための補機や付属品（詳細には、ポンプや配管など）を小型化することができる。そのため、蒸気タービンのコンパクト化を図ることができる。 20

【0044】

なお、以上においては、回転軸 1 が水平方向に延在するように設置されており、ティルティングパッド式スラスト軸受 100 が一対のスラストカラー 2 を介して回転軸 1 の軸方向荷重を受けるような構成を例にとって説明したが、これに限られず、本発明の趣旨及び技術思想を逸脱しない範囲内で変形が可能である。すなわち、例えば、回転軸が鉛直方向に延在するように設置されており、ティルティングパッド式スラスト軸受が 1 つのスラストカラーを介して回転軸の軸方向荷重を受けるような構成であってもよい。この場合も、上記同様の効果を得ることができる。 30

【符号の説明】

【0045】

- 1 回転軸
- 2 スラストカラー
- 6 , 6 A , 6 B , 6 C , 6 D , 6 E パッド
- 10 給油口
- 12 流出案内溝
- 13 , 13 A 流入案内溝
- 15 流出案内溝
- 16 , 16 A 流入案内溝
- 17 給油口
- 100 ティルティングパッド式スラスト軸受

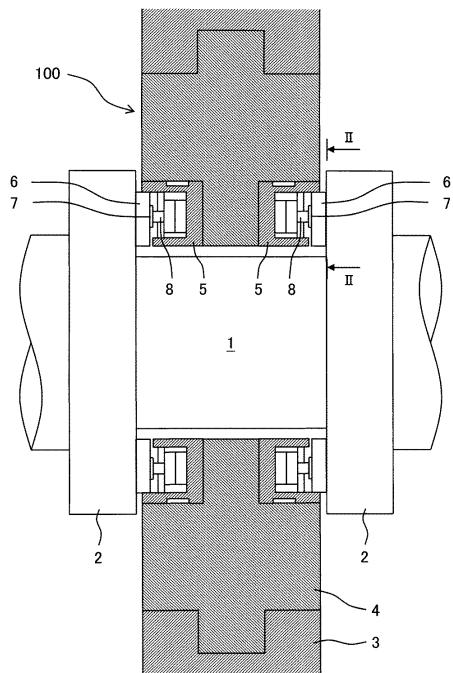
10

20

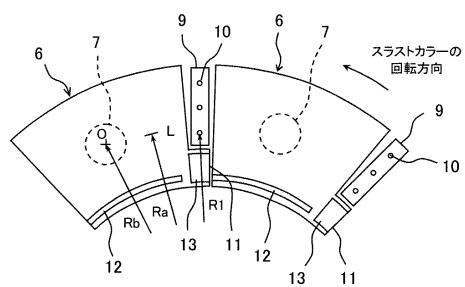
30

40

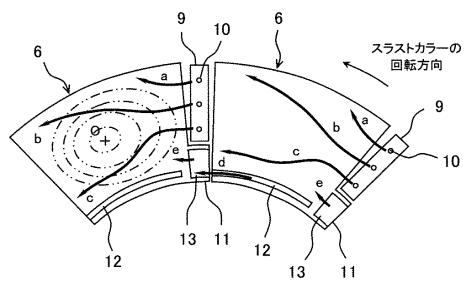
【図1】



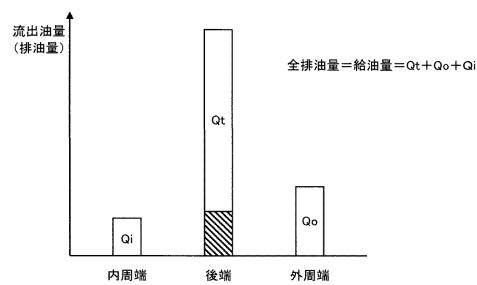
【図2】



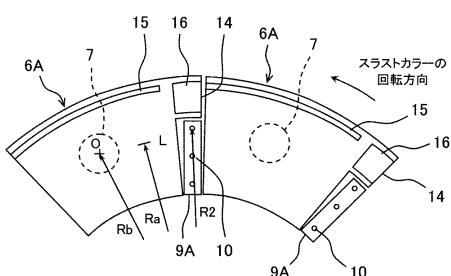
【図3】



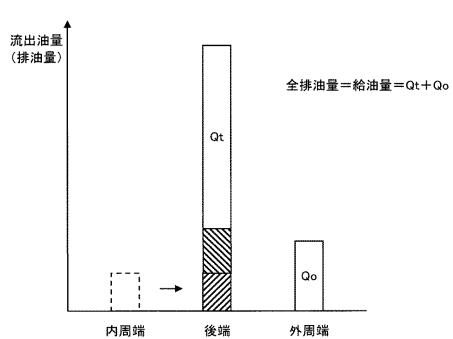
【図4】



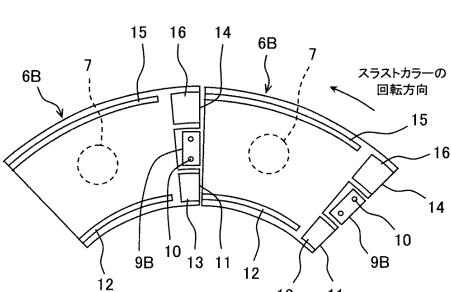
【図6】



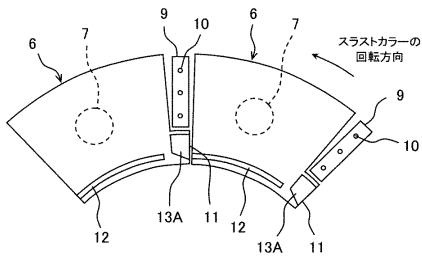
【図5】



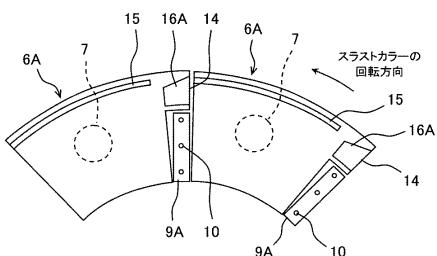
【図7】



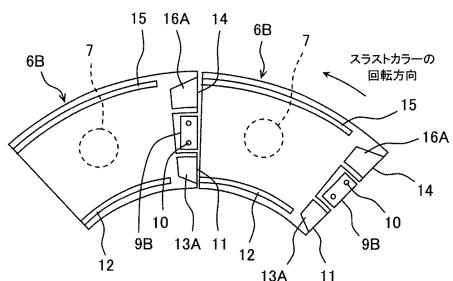
【 図 8 】



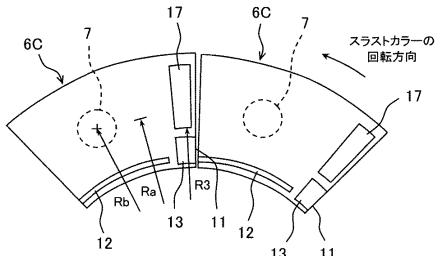
【図9】



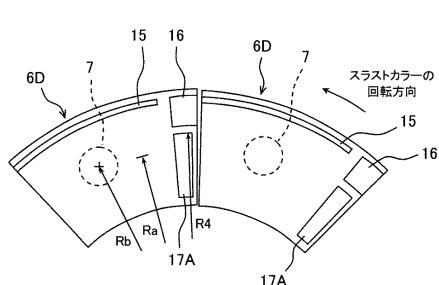
【 図 1 0 】



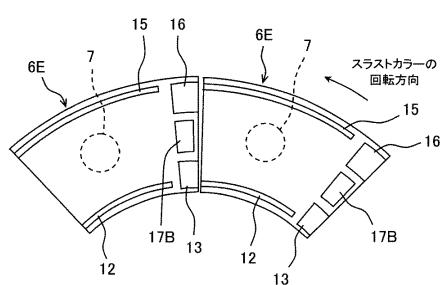
【 図 1 1 】



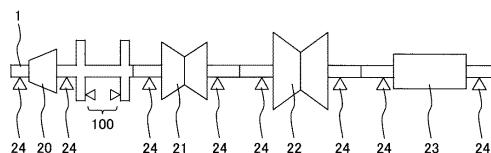
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 村田 健一

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号

株式会社日立製作所内

(72)発明者 鈴木 健太

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号

株式会社日立製作所内

審査官 渡邊 義之

(56)参考文献 実開昭 62 - 95455 (JP, U)

特開平 7 - 113422 (JP, A)

特開平 8 - 145052 (JP, A)

特開 2000 - 356222 (JP, A)

特開 2012 - 117608 (JP, A)

実開昭 59 - 4817 (JP, U)

米国特許第 4077682 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 C 17 / 00 - 17 / 26

F 16 C 33 / 28