

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4031699号  
(P4031699)

(45) 発行日 平成20年1月9日(2008.1.9)

(24) 登録日 平成19年10月26日(2007.10.26)

(51) Int. Cl.		F I	
FO1D 11/00	(2006.01)	FO1D 11/00	
FO2C 7/28	(2006.01)	FO2C 7/28	B
FO4D 29/10	(2006.01)	FO4D 29/10	Z
F16J 15/22	(2006.01)	F16J 15/22	

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-328012 (P2002-328012)	(73) 特許権者	000006208 三菱重工業株式会社 東京都港区港南二丁目16番5号
(22) 出願日	平成14年11月12日(2002.11.12)	(74) 代理人	100112737 弁理士 藤田 考晴
(65) 公開番号	特開2004-162569 (P2004-162569A)	(74) 代理人	100089163 弁理士 田中 重光
(43) 公開日	平成16年6月10日(2004.6.10)	(72) 発明者	上原 秀和 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内
審査請求日	平成16年5月28日(2004.5.28)	(72) 発明者	篠原 種宏 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軸シール機構及びタービン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸とケーシングとの間の環状空間に、前記回転軸の軸方向に各板幅方向を揃え且つ回転軸の周方向に互いに微小間隔をあけて多数の薄板を配列することで環状の薄板群を配設し、前記各薄板の内周側先端を回転軸の周面に対し周方向の傾きをもって鋭角に摺接させると共に、各薄板の外周側基端をケーシングに固定し、それにより前記環状の薄板群で前記回転軸とケーシングとの間の環状空間を高圧側領域と低圧側領域に分ける軸シール機構において、

圧力作用方向のガイド板として前記高圧側領域の高圧側側板と前記低圧側領域の低圧側側板とが前記環状の薄板群を挟んで配置され、かつ、前記高圧側領域に前記環状の薄板群に隣接させて、外周が前記ケーシングに固定された環状の可撓板を配設し、該可撓板の内周端を前記回転軸の周面に近接または接触させると共に、該可撓板の内周部に、それより外周側の部分よりも可撓性を増大させた可撓性増大部を設けたことを特徴とする軸シール機構。

【請求項2】

前記環状の可撓板の内周部に多数のスリットを形成することにより前記可撓性増大部を構成したことを特徴とする請求項1記載の軸シール機構。

【請求項3】

前記多数のスリットを、前記環状の可撓板の周方向に間隔的に且つ該可撓板の内周端から半径方向外方に向かって形成したことを特徴とする請求項2記載の軸シール機構。

10

20

**【請求項 4】**

前記スリットを、前記可撓板の周方向に一定の傾きをもって斜めに形成し、そのスリットの方角を前記薄板の傾きの方角と逆に設定したことを特徴とする請求項 3 記載の軸シール機構。

**【請求項 5】**

記多数のスリットを、前記環状の可撓板の周方向に長さを持たせて、可撓板の半径方向の所定の範囲に分散的に形成したことを特徴とする請求項 2 記載の軸シール機構。

**【請求項 6】**

前記スリットを形成した可撓板の内周部を、それより外周側の部分よりも薄肉に形成したことを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれかに記載の軸シール機構。

10

**【請求項 7】**

前記可撓板の内周端の、前記環状の薄板群側の角部にアール部を設けたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の軸シール機構。

**【請求項 8】**

前記可撓板の内周端を、前記環状の薄板群から離れる方向に湾曲させたことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の軸シール機構。

**【請求項 9】**

高温高压のガスをケーシングに導き、該ケーシングの内部に回転可能に支持された回転軸の動翼に吹き付けることで、前記流体の熱エネルギーを機械的な回転エネルギーに変換して動力を発生するタービンにおいて、  
請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の軸シール機構を備えたことを特徴とするタービン。

20

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ガスタービン、蒸気タービン、圧縮機、水車、冷凍機、ポンプなどの大型流体機械の回転軸等に用いて好適な軸シール機構、及び、その軸シール機構を回転軸のシール手段として備えたタービンに関する。

**【0002】****【従来の技術】**

一般にガスタービンや蒸気タービンの回転軸の周りには、高压側から低压側に流れる作動流体の漏れ量を低減するための軸シール機構が設けられている。この軸シール機構の一例として、図 1 1 に示すようなリーフシールが知られている（例えば、下記特許文献 1 参照）。

30

**【0003】**

このリーフシール 1 は、回転軸 2 の軸方向に所定の板幅寸法を有する平板状の薄板 3 を、回転軸 2 の周方向に微小間隔をあけて多層に配列して、環状の薄板群 9 を構成したものである。各薄板 3 は、その外周側基端部がろう付け部 4 を介してリーフシールリング 5 に固定され、内周側先端が、回転軸 2 の周面に対し周方向の傾きをもって所定の予圧で鋭角に摺接している。

**【0004】**

このようにしてリーフシールリング 5 に取り付けられた各薄板 3 は、回転軸 2 の外周をシールすることによって、回転軸 2 の周囲の環状空間を、高压側領域と低压側領域とに分けている。また、リーフシールリング 5 には、各薄板 3 を間に挟む高压側領域に高压側側板 7、低压側領域に低压側側板 8 がそれぞれ圧力作用方向のガイド板として配置されている。

40

**【0005】**

このように構成されたリーフシール 1 において、回転軸 2 が回転すると、回転軸 2 の回転によって生じる動圧効果により、各薄板 3 の先端が回転軸 2 の周面から浮上し、各薄板 3 の先端と回転軸 2 との接触が回避される。これにより、薄板 3 の摩耗が防止され、シール寿命が長くなる。

50

## 【 0 0 0 6 】

ところで、この種のリーフシール 1 では、高圧側側板 7 及び低圧側側板 8 と薄板 3 との間の隙間が、薄板 3 を回転軸 2 の周面から浮上させる上での重要な要素となる。例えば、高圧側領域から低圧側領域にガスが流れるとき、薄板 3 の上面と下面（ここでは、傾斜した薄板 3 の回転軸 2 に面した側が下面、その反対側が上面である）での圧力分布差により浮上力が発生するが、その圧力分布を左右する上で前記の高圧側側板 7 及び低圧側側板 8 と薄板 3 との間の隙間が重要な役割をなす。

## 【 0 0 0 7 】

そこで、下記特許文献 1 には、高圧側の隙間を調節するために高圧側に可撓板を設けることが提案されている。図 1 2 ( a ) は、可撓板 1 0 を高圧側側板 7 の内側に配置した例、  
10 ( b ) は可撓板 1 0 を高圧側側板の代わりに配置した例を示している。いずれも、薄板群 9 の高圧側の側面に隣接させて、環状の可撓板 1 0 を配置している。このように可撓板 1 0 を薄板群 9 の側面に隣接させて配置することにより、各薄板 3 の内周先端側の回転軸 2 の周面からの浮上力を高めることができる。

## 【 0 0 0 8 】

## 【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 3 6 4 7 号公報（図 3、図 5 参照）

## 【 0 0 0 9 】

## 【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来例においては、可撓板 1 0 の内周端と回転軸 2 との間の隙間（図 20 1 2 において符号 S で示す）は、回転軸 2 の振動時や偏心回転時の接触回避のために大きめに開けているのが現状である。この隙間は、直接リーフシール 1 の内周部の隙間流量に影響するので極力小さくするのが望ましいが、上述の振動時や偏心回転時の接触を考慮した場合、ある程度の大きめの隙間を確保せざるを得ない。また、リーフシールリング 5 等の熱変形が大きい場合、更に隙間が増大するため、シール性能が低下するという問題もある。

## 【 0 0 1 0 】

本発明は、上記事情を考慮し、振動時や偏心回転時あるいはリーフシールリング等の熱変形が大きい場合にも、可撓板と回転軸との間の隙間を極力小さく保つことができ、その結果、シール性能を高めることのできる軸シール機構、及び、その軸シール機構を備えたタービンを提供することを目的とする。  
30

## 【 0 0 1 1 】

## 【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、回転軸とケーシングとの間の環状空間に、前記回転軸の軸方向に各板幅方向を揃え且つ回転軸の周方向に互いに微小間隔をあけて多数の薄板を配列することで環状の薄板群を配設し、前記各薄板の内周側先端を回転軸の周面に対し周方向の傾きをもって鋭角に摺接させると共に、各薄板の外周側基端をケーシングに固定し、それにより前記環状の薄板群で前記回転軸とケーシングとの間の環状空間を高圧側領域と低圧側領域に分ける軸シール機構において、圧力作用方向のガイド板として前記高圧側領域の高圧側側板と前記低圧側領域の低圧側側板とが前記環状の薄板群を挟んで配置され、かつ、前記高圧側領域に前記環状の薄板群に隣接させて、外周が前記ケーシングに固定された環状の可撓板を配設し、該可撓板の内周端を前記回転軸の周面に近接または接触させると共に、該可撓板の内周部に、それより外周側の部分よりも可撓性を増大させた可撓性増大部を設けたことを特徴とする。  
40

## 【 0 0 1 2 】

この軸シール機構では、環状の可撓板の内周部に可撓性増大部を設けたので、回転軸との過渡的な接触を許容することができる。つまり、圧力作用方向のガイド板として高圧側領域の高圧側側板と低圧側領域の低圧側側板とが環状の薄板群を挟んだ配置となっているので、自身の内周部が回転軸の周面に近接または接触するまで可撓板の内径を小さく設定しても、振動時や偏心回転時などの過渡的な回転軸との接触による変形を、可撓性増大部  
50

の柔らかな変形によって吸収することができる。従って、回転軸との接触を恐れずに、可撓板の内周端を回転軸の周面に近い位置まで延ばすことができ、その結果、回転軸と可撓板との隙間を極力小さく保つことができ、シール性能を高めることができる。また、回転軸と可撓板の内周部が接触している場合でも、可撓性増大部の柔軟な変形によって接触圧が低く抑えられるので、発熱や摩耗を減らすことができ、可撓板の耐久性が増す。

【0013】

また、可撓板の内周端を極力回転軸の周面に近づけることにより、薄板の露出量が少なくなるので、高圧側からのスケールの飛来による薄板の損傷防止にも役立つ。また、可撓板と回転軸との隙間を小さくすることにより、薄板の先端部のばたつきを防止することができる。薄板の疲労損傷を防止することもできる。

10

【0014】

請求項2の発明は、請求項1において、前記環状の可撓板の内周部に多数のスリットを形成することにより前記可撓性増大部を構成したことを特徴とする。

【0015】

この軸シール機構では、環状の可撓板の内周部に多数のスリットを形成することにより可撓性増大部を構成しているので、スリット加工するだけの簡単な作業を加えればよい。

【0016】

請求項3の発明は、請求項2において、前記多数のスリットを、前記環状の可撓板の周方向に間隔的に且つ該可撓板の内周端から半径方向外方に向かって形成したことを特徴とする。

20

【0017】

この軸シール機構では、環状の可撓板の内周端から半径方向外方に向かって各スリットを形成しているので、スリット間の小片の自由な撓みにより、回転軸と可撓板が接触した場合の変形を吸収することができる。

【0018】

請求項4の発明は、請求項3において、前記スリットを、前記可撓板の周方向に一定の傾きをもって斜めに形成し、そのスリットを前記薄板の傾きの方向と逆に設定したことを特徴とする。

【0019】

この軸シール機構では、スリットを一定の傾きをもって斜めに形成してあるので、スリットを形成してある領域の半径方向の寸法の割に、各スリットの長さを長めに設定することができる。従って、可撓性を局部的に増大させる（剛性を低下させる）際の調整幅が広がると共に、スリットを形成する傾きの角度によって可撓性の程度調整が容易にできる。また、スリットを湾曲させながら斜めに形成した場合は、よりスリット長さを稼ぐことができ、可撓性を一層増すことができる。なお、スリットを前記薄板の傾きの方向と逆に設定しているので、薄板が撓んだ際に可撓板のスリットに引っ掛かるようなこともない。

30

【0020】

請求項5の発明は、請求項2において、前記多数のスリットを、前記環状の可撓板の周方向に長さを持たせて、可撓板の半径方向の所定の範囲に分散的に形成したことを特徴とする。

40

【0021】

スリットの形成方向は特に限定されるものではなく、この軸シール機構では、スリットを可撓板の周方向に長さを持たせて可撓板の半径方向に分散的に形成している。このようにスリットを形成した場合も、可撓板の内周部の可撓性を増すことができ、前記の変形吸収作用が得られる。

【0022】

請求項6の発明は、請求項2～5のいずれかにおいて、前記スリットを形成した可撓板の内周部を、それより外周側の部分よりも薄肉に形成したことを特徴とする。

【0023】

全部を同じ厚さの板で可撓板を構成しても、前述のように例えばスリットを形成すること

50

で部分的に可撓性を増大させることができるが、この軸シール機構では、同時にそのスリットを形成してある可撓板の内周部を、それより外周側の部分よりも薄肉に形成している。こうすることで、可撓板の内周部の可撓性を一層増大させることができる。薄肉部については、例えばエッチングで加工することができる。

【0024】

請求項7の発明は、請求項1～6のいずれかにおいて、可撓板の内周端の、前記環状の薄板群側の角部にアール部を設けたことを特徴とする。

【0025】

可撓板が作動流体に押されて薄板側に撓んだ場合、可撓板の内周部が薄板の側面に接触する可能性があるが、この軸シール機構では、可撓板の内周端の薄板側の角部にアール部を設けたので、可撓板が薄板に接触しても、薄板に傷を付けたりしないし、接触部分の摩擦を最小限に抑えることができる。また、可撓板の内周端と回転軸の隙間から薄板側に進入する流体圧がアール部に作用することにより、可撓板の内周部に薄板と反対側への押圧力が発生するので、可撓板が薄板側へ変形するのを防止することができる。

10

【0026】

請求項8の発明は、請求項1～6において、前記可撓板の内周端を、前記環状の薄板群から離れる方向に湾曲させたことを特徴とする。

【0027】

可撓板の板厚が大きい場合は、請求項7の発明のようにアール部を設けることも有効であるが、板厚が小さい場合は有効なアール部を設けることができない。そこで、この軸シール機構では、可撓板の内周端を、環状の薄板群から離れる方向に湾曲させている。このようにすることで、請求項7の発明と同じ作用を得ることができる。

20

【0028】

請求項9の発明は、高温高压のガスをケーシングに導き、該ケーシングの内部に回転可能に支持された回転軸の動翼に吹き付けることで、前記流体の熱エネルギーを機械的な回転エネルギーに変換して動力を発生するタービンにおいて、請求項1～8のいずれかに記載の軸シール機構を備えたことを特徴とする。

【0029】

このタービンでは、高差圧においても、ガス漏れ量を低減できる軸シール機構を備えているので、ガス漏れによる駆動力の損失を低減することができる。

30

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る軸シール機構及びこれを備えたタービンの実施形態について説明を行うが、本発明はこれらだけに限定解釈されるものではない。

【0031】

まず、図1～図6を参照しながら、第1実施形態について説明を行う。

図1は、ガスタービンの概略構成を示す図である。図において、符号20は圧縮機、符号21は燃焼器、符号22はタービンである。圧縮機20は、多量の空気をその内部に取り入れて圧縮するものである。通常、ガスタービンでは、後述する回転軸23で得られる動力の一部が、圧縮機20の動力として利用されている。燃焼器21は、圧縮機20で圧縮された空気に燃料を混合して燃焼させるものである。タービン22は、燃焼器21で発生させた燃焼ガスをその内部に導入して膨張させ、回転軸23に設けられた動翼23eに吹き付けることで燃焼ガスの熱エネルギーを機械的な回転エネルギーに変換して動力を発生させるものである。

40

【0032】

タービン22には、回転軸23側の複数の動翼23eの他に、ケーシング24側に複数の静翼24aが設けられており、これら動翼23eと静翼24aとが回転軸23の軸方向に交互に配列されている。動翼23eは回転軸23の軸方向に流れる燃焼ガスの圧力を受けて回転軸23を回転させ、回転軸23に与えられた回転エネルギーが軸端から取り出されて利用されるようになっている。静翼24aと回転軸23との間には、静翼24aと回転

50

軸 23 の環状空間を通り、高圧側から低圧側に向かって漏れる燃焼ガスの漏れ量を低減するための軸シール機構として、リーフシール 25 が設けられている。

【0033】

このリーフシール 25 は、図 2 に示すように、静翼 24 a の内部に保持されたリーフシールリング 26 と、リーフシールリング 26 に保持された環状の薄板群 28 M とを有する。環状の薄板群 28 M は、回転軸 23 の軸方向に各板幅方向を揃え且つ回転軸 23 の周方向に互いに微小間隔 27 をあけて多数の一定幅の薄板 28 を配列することで構成されており、各薄板 28 の外周基端 28 a 側がリーフシールリング 26 に固定され、各薄板 28 の内周先端 28 b が回転軸 23 の周面 23 a に対し周方向に所定の傾き角をもって鋭角に摺接し、それにより、環状の薄板群 28 M が、回転軸 23 とケーシング 24 との間の環状空間を高圧側領域と低圧側領域に分けている。各薄板 28 は、回転軸 23 の軸方向に板厚で決まる所定の剛性を有し、回転軸 23 の周方向には柔らかい可撓性を有している。

10

【0034】

リーフシールリング 26 には、環状の薄板群 28 M を間に挟んで、高圧側領域に高圧側側板 29、低圧側領域に低圧側側板 30 がそれぞれ圧力作用方向のガイド板として配置されている。また、環状の薄板群 28 M と環状の高圧側側板 29 との間には、薄板群 28 M に隣接させて、回転軸 23 の軸方向に可撓性を有する環状の可撓板 31 が設けられている。可撓板 31 は、外周部が薄板群 28 M に固定されている。なお、可撓板 31 の外周部は、リーフシールリング 26 に固定されていてもよい。

【0035】

図 3 はリーフシール 1 を図 2 の矢印 A より見た場合の断面図である。この図に示すように、リーフシールリング 26 の横断面及び各薄板 28 は、それぞれ T 字形をなしている。可撓板 31 の外周部は、各薄板 28 の T 字形をなした頭部の根元に溶接によって強固に取り付けられている。この可撓板 31 は、各薄板 28 の側辺 33 に軽く当接するか、僅かな隙間を持って対向している。この可撓板 31 は、高圧側からガス圧によって加圧された際には、回転軸 23 の軸方向に向かって撓み、各薄板 28 の側辺 33 に当接して支えられる。

20

【0036】

この場合、可撓板 31 の内周端 31 a は、回転軸 23 の周面に近接または接触する程度に延ばされている。つまり、可撓板 31 の内径が、少なくとも高圧側側板 29 の内径よりも小さく設定されており、可撓板 31 の内周端 31 a が、回転軸 23 の周面に近い位置まで延ばされており、可撓板 31 の内周端 31 a と回転軸 23 の周面 23 a との隙間が極力小さくされている。なお、軽く接触するまで延ばされていてもよい。そして、可撓板 31 の内周部の半径方向の所定寸法領域が、それより外周側の部分よりも可撓性を増大させた可撓性増大部 31 K となっている。可撓性を増大させる手法としては、スリットを設けるなどの手法があり、その具体例については後述する。

30

【0037】

このように、高圧側側板側 29 と薄板群 28 M に隣接して可撓板 31 を設けることにより、例えば、図 4 及び図 5 に示すように、高圧側から加圧された際に、各薄板 28 を通過して高圧側領域から低圧側領域へ流れるガス g は、各薄板 28 の上面 36 及び下面 37 に沿って対角に向かって広く流れると同時に、外周基端 28 a 側には低圧の領域が広がる。つまり、各薄板 28 の上面 36 及び下面 37 に対して、内周先端 28 b 側で且つ高圧側側板 29 側に位置する角部 r1 で最もガス圧が高く、且つ対角の外周基端 28 a 側で且つ低圧側側板 30 側に位置する角部 r2 に向かって徐々にガス圧が弱まる三角形のガス圧分布 40 a を形成する。

40

【0038】

これについて詳しく説明すると、高圧側領域から低圧側領域に向かって流れるガス g は、回転軸 23 の周面 23 a と薄板 28 の各先端との間、ならびに、各薄板 28 の上面 36 及び下面 37 に沿って流れるときに、高圧側側板 29 と回転軸 23 の周面 23 a との間から流入し、角部 r1 から対角の角部 r2 の方向へ放射状に流れ、外周基端 28 a 側には低圧の領域が広がる。従って、図 5 に示すように、各薄板 28 の上面 36 及び下面 37 に垂直

50

に加わるガス圧分布 40 b、40 c は、各薄板 28 の内周先端 28 b 側に近いほど大きく、かつ外周基端 28 b 側に向かうほど小さくなる三角分布形状となる。

【0039】

この上面 36 及び下面 37 それぞれにおけるガス圧力分布 40 b、40 c の形状は互いに略同じものとなるが、各薄板 28 が回転軸 23 の周面 23 a に対して鋭角をなすように斜めに配置されているので、これら上面 36 及び下面 37 における各ガス圧分布 40 b、40 c の相対位置が寸法 s1 だけずれる。従って、薄板 28 の外周基端 28 a 側から内周先端 28 b 側に向かう任意点 P における上面 36 及び下面 37 のガス圧を比較した場合、下面 37 に加わるガス圧（これを F b とする）の方が、上面 36 に加わるガス圧（これを F a とする）よりも高くなり、薄板 28 を回転軸 23 の周面 23 a より浮かせるように変形させる方向の力が発生する。

10

【0040】

このとき、薄板 28 の内周先端 28 b 近傍部分では逆となり、上面 36 にのみガス圧が加わる（薄板 28 の最先端部分は、周面 23 a に対して面接触するように斜めに切り取られて切断面 38 が設けられているので、下面 37 に相当する部分がなくなる）が、この力は、周面 23 a と薄板 28 の先端 28 b との間を流れるガスのガス圧が、薄板 28 の先端 28 b を回転軸 23 の周面 23 a から浮かせる方向に作用（これを F c とする）して打ち消すので、薄板 28 の先端 28 b を回転軸 23 に対して押さえ込もうとする力を生じさせない。従って、各薄板 28 に加わるガス圧による圧力荷重は、 $(F b + F c) > F a$  となるので、各薄板 28 を回転軸 23 の周面 23 a より浮かせるように変形させることが可能となる。その結果、各薄板 28 の上面 36 及び下面 37 間に圧力差が生じ、これら薄板 28 を回転軸 23 の周面 23 a より浮くように変形させて、薄板 28 を回転軸 23 に対して非接触状態に維持する。

20

【0041】

また、上記のリーフシール 25 を採用したことにより、次の述べるような各作用効果を生むことができる。

即ち、環状の可撓板 31 の内周部に可撓性増大部 31 K を設けたので、回転軸 23 との過渡的な接触を許容することができる。つまり、自身の内周部が回転軸 23 の周面に近接または接触するまで可撓板 31 の内径を小さく設定しても、振動時や偏心回転時などの過渡的な回転軸 23 との接触による変形を、可撓性増大部 31 K の柔らかな変形によって吸収することができる。従って、回転軸 23 との接触を恐れずに、可撓板 31 の内周端 31 a を回転軸 23 の周面 23 a に近い位置まで延ばすことができ、その結果、回転軸 23 と可撓板 31 との隙間を極力小さく保つことができ、シール性能を高めることができる。

30

【0042】

また、回転軸 23 と可撓板 31 の内周部が接触している場合でも、可撓性増大部 31 K の柔軟な変形によって接触圧が低く抑えられるので、発熱や摩耗を減らすことができ、可撓板 31 の耐久性を増すことができる。また、可撓板 31 の内周端 31 a を極力回転軸 23 の周面に近づけることにより、高圧領域側から見た場合の薄板 28 の露出量が少なくなるので、高圧側からのスケールの飛来による薄板 28 の損傷防止効果を得ることができる。また、可撓板 31 と回転軸 23 との隙間を小さくすることにより、薄板 28 の内周先端 28 b 側のばたつきを防止することができ、薄板 28 の疲労損傷を防止することもできる。

40

【0043】

次に可撓板 31 の内周部に設けた可撓性増大部 31 K の各具体例について説明する。ここでは、環状の可撓板 31 の内周部に多数のスリットを形成することで可撓性増大部 31 K を構成した例について述べる。

【0044】

図 6 (a)、(b) に示す実施形態の可撓板 131 では、多数のスリット 132 を環状の可撓板 131 の内周部に形成するに当たり、周方向に間隔的に且つ可撓板 131 の内周端 131 a から半径方向に沿って放射状にスリット 132 を形成することにより、可撓性増大部 131 K を構成している。このようにスリット 132 を形成することにより、スリッ

50

ト 1 3 2 間の小片の自由な撓みによって、回転軸と可撓板 1 3 1 が接触した場合の変形を吸収することができる。

【 0 0 4 5 】

なお、図 7 ( a )、( b ) に示す実施形態の可撓板 2 3 1 のように、スリット 2 3 2 を形成した可撓板 2 3 1 の内周部を、それより外周側の部分よりも薄肉に形成することにより、可撓性増大部 2 3 1 K の可撓性を一層増大させることもできる。ここで、薄肉に形成した可撓性増大部 2 3 1 K は、他の部分の肉厚の半分程度にするのが好ましい。例えば、可撓板 2 3 1 の全体の肉厚が 0 . 1 m m であれば、薄肉の可撓性増大部 2 3 1 K の肉厚は 0 . 0 5 m m 程度にする。肉落としの方法としては、例えばエッチング加工を用いる。

【 0 0 4 6 】

図 8 ( a )、( b ) に示す実施形態の可撓板 3 3 1 では、多数のスリット 3 3 2 を環状の可撓板 3 3 1 の内周部に形成するに当たり、周方向に間隔的に且つ可撓板 3 3 1 の内周端 3 3 1 a から、可撓板 3 3 1 の周方向に一定の傾きをもって斜めにスリット 3 3 2 を形成し、そのスリット 3 3 2 の方向を薄板 2 8 の傾きの方向と逆に設定している。

【 0 0 4 7 】

このようにスリット 3 3 2 を一定の傾きをもって斜めに形成することにより、スリット 3 3 2 を形成してある領域の半径方向の寸法 L の割に、各スリット 3 3 2 の長さを長めに設定することができる。従って、可撓性を局部的に増大させる際の調整幅が広がると共に、スリット 3 3 2 を形成する傾きの角度によって可撓性の程度調整が容易にできるようになる。また、図示のようにスリット 3 3 2 を湾曲させながら斜めに形成した場合は、よりスリット 3 3 2 の長さを稼ぐことができるので、可撓性を一層増すことができる。なお、スリット 3 3 2 の方向と薄板 2 8 の傾きの方向を逆に設定しているため、薄板 2 8 が撓んだ際に可撓板 2 8 のスリット 3 3 2 に引っ掛かるようなこともない。

【 0 0 4 8 】

また、図 9 ( a ) に示すように、可撓板 1 3 1 の内周端 1 3 1 a の薄板 2 8 側の角部にアール部 1 3 1 R を設けたり、( b ) に示すように、可撓板 1 3 1 の内周部に、薄板 2 8 から離れる方向の湾曲部 1 3 1 W を設けたりしてもよい。ここで、図 9 ( a )、( b ) は図 6 の C 部の拡大図であるが、図 7、図 8 の可撓板 2 3 1、3 3 1 について同様な構成を採用してもよい。

【 0 0 4 9 】

このようにアール部 1 3 1 R を設けたり、湾曲部 1 3 1 W を設けたりすることにより、可撓板 1 3 1 が作動流体に押されて薄板 2 8 側に撓み、その内周部が薄板 2 8 の側辺 3 3 に接触した場合にも、薄板 2 8 に傷を付けたりにしないし、接触部分の摩耗を最小限に抑えることができる。また、可撓板 1 3 1 の内周端 1 3 1 a と回転軸 2 3 の周面 2 3 a との隙間から薄板 2 8 側に進入する流体圧がアール部 1 3 1 R や湾曲部 1 3 1 W に作用することにより、可撓板 1 3 1 の内周部に薄板 2 8 と反対側への押圧力が発生するので、可撓板 1 3 1 が薄板 2 8 側へ変形するのを防止することができる。

【 0 0 5 0 】

ここで、可撓板 1 3 1 の板厚が大きい場合には、図 9 ( a ) に示すように、アール部 1 3 1 R を設けることが有効であり、可撓板 1 3 1 の板厚が小さい場合には、図 9 ( b ) に示すように、湾曲部 1 3 1 W を設けるのが有効である。

【 0 0 5 1 】

なお、上記実施形態では、多数のスリットを可撓板の半径方向に沿って形成して可撓性増大部を構成した場合を説明したが、図 1 0 に示す実施形態の可撓板 4 3 1 のように、スリット 4 3 2 を、環状の可撓板 4 3 1 の周方向に長さを持たせて、可撓板 4 3 1 の半径方向の所定の範囲に分散的に形成することで、可撓性増大部 4 3 1 K を設けてもよい。このようにスリット 4 3 2 を形成した場合にも、可撓板 4 3 1 の内周部の可撓性を増すことができるので、前記の同様の変形吸収作用が得られる。

【 0 0 5 2 】

また、上記実施形態では、可撓板 3 1、1 3 1、2 3 1、3 3 1 を高圧側側板 2 9 とは別

10

20

30

40

50

に設けた場合を示したが、図12(b)の例のように、高圧側側板29を省略し、高圧側側板の代わりに可撓板を設けることもできる。

【0053】

以上においては、本発明の軸シール機構及びこれを備えたガスタービンの各実施形態について説明してきたが、このガスタービンとしては、燃焼ガスを利用してタービン軸を回転させて動力を得る一般的なガスタービンに加え、航空機用ガスタービンエンジン等も含まれている。

【0054】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の軸シール機構及びそれを備えたタービンによれば、下記の効果を得ることができる。

10

請求項1の発明の軸シール機構によれば、環状の可撓板の内周部に可撓性増大部を設けたので、回転軸との過渡的な接触を許容することができる。従って、回転軸との接触を恐れずに、可撓板の内周端を回転軸の周面に近い位置または軽く接触する位置まで延ばすことができ、その結果、回転軸と可撓板との隙間を極力小さく保つことができ、シール性能を高めることができる。また、回転軸と可撓板の内周部が接触している場合でも接触圧が低く抑えられるので、発熱や摩耗を減らして可撓板の耐久性を増すことができる。また、可撓板の内周端の延長により薄板の露出量が少なくなるので、高圧側からのスケールの飛来による薄板の損傷防止効果も得ることができるし、薄板の先端部のばたつきを防止し、薄板の疲労損傷を防止することもできる。

20

【0055】

請求項2の発明の軸シール機構によれば、請求項1の発明の効果に加えて、環状の可撓板の内周部に多数のスリットを形成することによって可撓性増大部を構成したので、加工作業の簡易化が図れる。

【0056】

請求項3の発明の軸シール機構によれば、請求項2の発明の効果に加えて、環状の可撓板の内周端から半径方向外方に向かって各スリットを形成したので、スリット間の小片の自由な撓みによって、回転軸と可撓板が接触した場合の変形を柔軟に吸収することができる。

【0057】

請求項4の発明の軸シール機構によれば、請求項3の発明の効果に加えて、前記スリットを一定の傾きをもって斜めに形成しているので、スリットの長さを長めに設定することができ、可撓性を局部的に増大させる際の調整幅を広げることができる。また、スリットを形成する傾きの角度によって可撓性の程度調整を容易に行うことができる。

30

【0058】

請求項5の発明の軸シール機構によれば、請求項2の発明の効果に加えて、スリットを可撓板の周方向に長さを持たせて可撓板の半径方向に分散的に形成したので、可撓板の内周部の可撓性を増すことができ、請求項3の発明と同等の変形吸収作用が得られる。

【0059】

請求項6の発明の軸シール機構によれば、請求項2～5のいずれかの発明の効果に加えて、スリットを形成した可撓板の内周部を薄肉に形成したので、可撓板の内周部の可撓性を一層増大させることができる。

40

【0060】

請求項7の発明の軸シール機構によれば、請求項1～6のいずれかの発明の効果に加えて、可撓板の内周端の薄板側の角部にアール部を設けたので、可撓板が薄板に接触した際の損傷や摩耗を最小限に抑えることができる。また、可撓板が薄板側へ変形するのを防止することもできる。

【0061】

請求項8の発明の軸シール機構によれば、請求項1～6のいずれかの発明の効果に加えて、可撓板の内周端を、環状の薄板群から離れる方向に湾曲させているので、請求項7の発

50

明と同じ効果を得ることができる。

【0062】

請求項9の発明のタービンによれば、高差圧においてもガス漏れ量を低減できる軸シール機構を備えているので、ガス漏れによる駆動力の損失を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る軸シール機構を備えたガスタービンの第1実施形態を示す概略構成図である。

【図2】 同実施形態のリーフシール（軸シール機構）の斜視図である。

【図3】 同実施形態のリーフシールを回転軸の軸線を通る断面より見た断面図である。

【図4】 同実施形態のリーフシールを回転軸の軸線を通る断面より見た断面図である。

【図5】 同実施形態のリーフシールを図4のB-B線より見た断面図である。

【図6】 本発明の軸シール機構（リーフシール）の第1実施形態の具体的構成図で、（a）はリーフシールを回転軸の軸線を通る断面より見た断面図、（b）は可撓板の部分側面図である。

【図7】 本発明の軸シール機構（リーフシール）の第2実施形態の具体的構成図で、（a）はリーフシールを回転軸の軸線を通る断面より見た断面図、（b）は可撓板の部分側面図である。

【図8】 本発明の軸シール機構（リーフシール）の第3実施形態の具体的構成図で、（a）はリーフシールを回転軸の軸線を通る断面より見た断面図、（b）は可撓板の部分側面図である。

【図9】 本発明の軸シール機構（リーフシール）の更に他の実施形態の具体的構成図で、（a）は第4実施形態のリーフシールにおける図6（a）のC部に相当する部分の拡大図、（b）は第5実施形態のリーフシールにおける同じ部分の拡大図である。

【図10】 本発明の軸シール機構（リーフシール）の第6実施形態における可撓板の部分側面図である。

【図11】 従来の軸シール機構を示す図である。

【図12】 従来の可撓板を備えた軸シール機構の2つの例（a）、（b）を示す断面図である。

【符号の説明】

22 タービン

23 回転軸

23a 周面

24 ケーシング

24a 静翼

25 リーフシール

26 リーフシールリング

27 隙間

28 薄板

28a 外周基端

28b 内周先端

29 高圧側側板

30 低圧側側板

31, 131, 231, 331, 431 可撓板

31K, 131K, 231K, 331K, 431K 可撓性増大部

132, 232, 332, 432 スリット

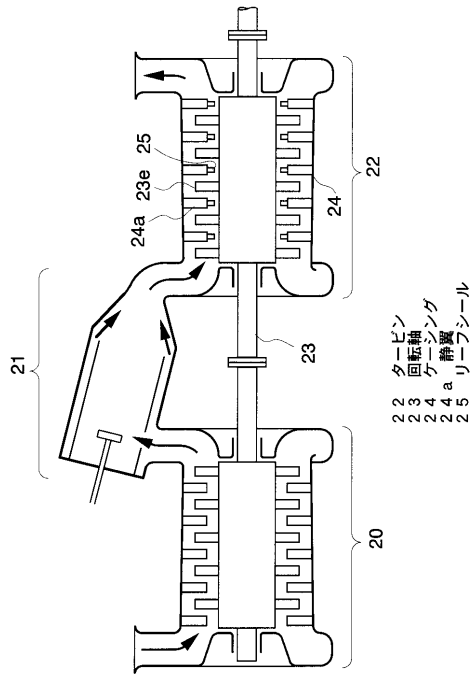
10

20

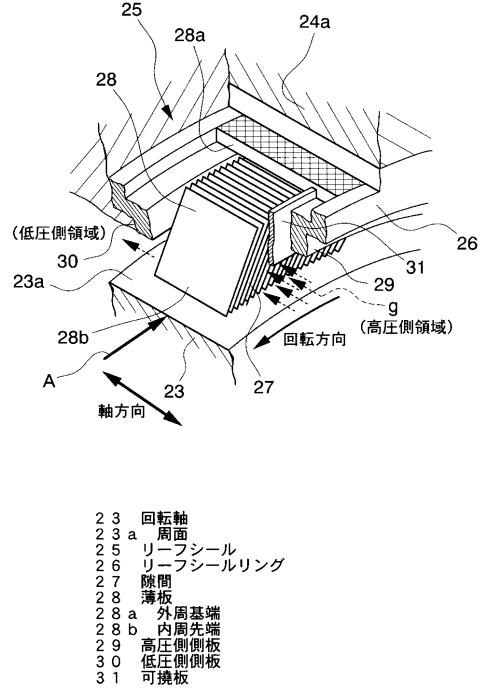
30

40

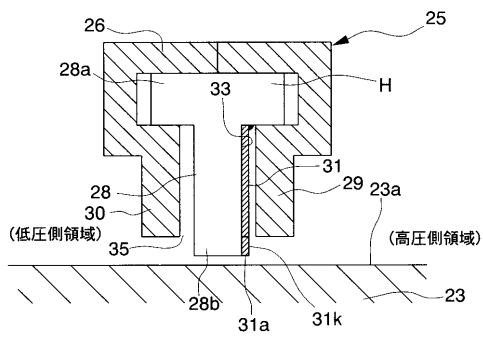
【 図 1 】



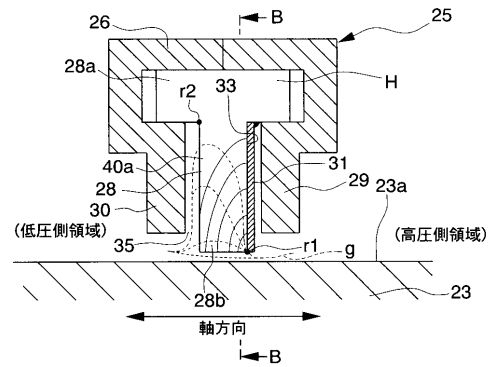
【 図 2 】



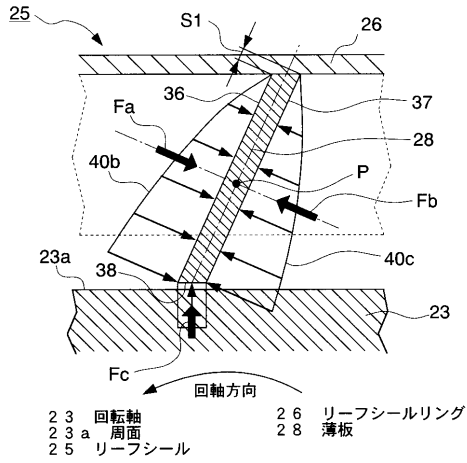
【 図 3 】



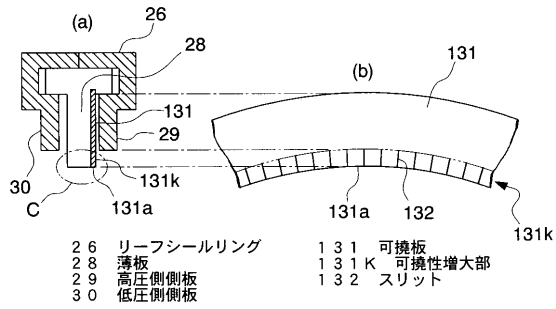
【 図 4 】



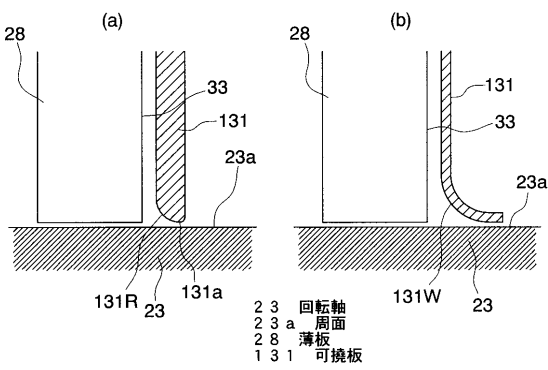
【図5】



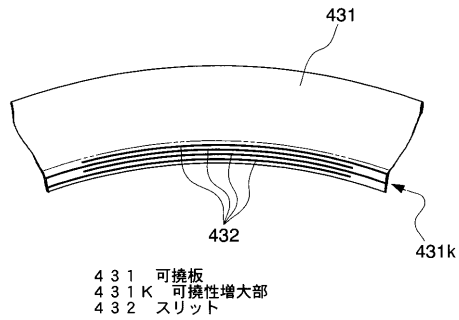
【図6】



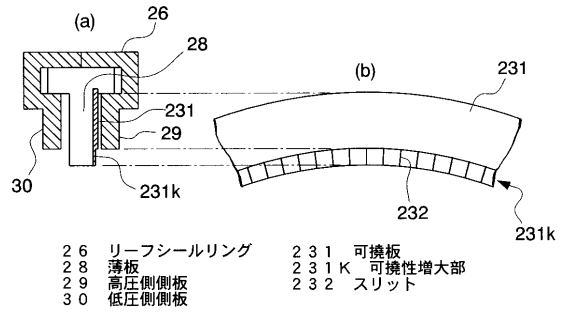
【図9】



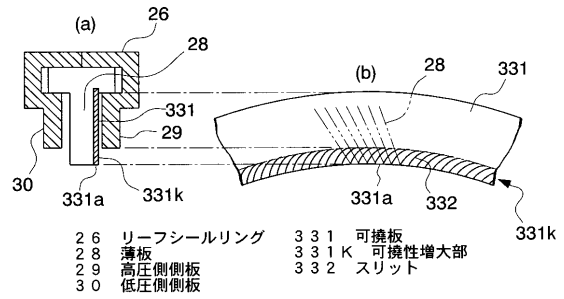
【図10】



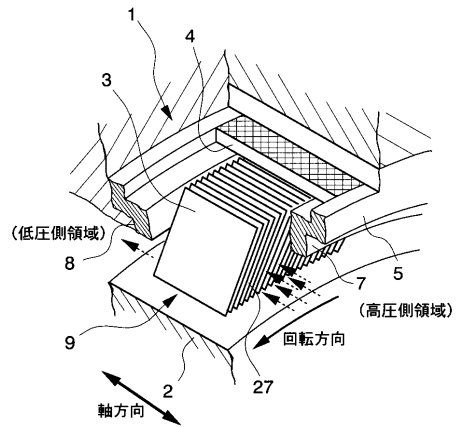
【図7】



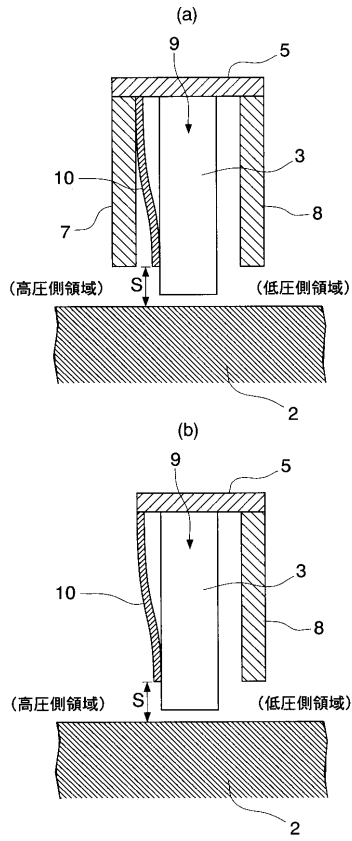
【図8】



【図11】



【 図 1 2 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 赤城 弘一  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内
- (72)発明者 橋本 真也  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内
- (72)発明者 中野 隆  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内
- (72)発明者 西本 慎  
兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社 高砂製作所内

審査官 藤原 直欣

- (56)参考文献 特開2002-013647(JP,A)  
特表平11-513781(JP,A)  
特許第035529(JP,C2)  
米国特許第05568931(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 11/00  
F02C 7/28  
F16J 15/22  
F04D 29/10