

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4268800号
(P4268800)

(45) 発行日 平成21年5月27日 (2009. 5. 27)

(24) 登録日 平成21年2月27日 (2009. 2. 27)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 C 7/28 (2006. 01)

F O 2 C 7/28 C

F O 1 D 11/00 (2006. 01)

F O 1 D 11/00

F O 1 D 25/24 (2006. 01)

F O 1 D 25/24 G

F 1 6 J 15/08 (2006. 01)

F O 1 D 25/24 P

F 1 6 J 15/16 (2006. 01)

F O 1 D 25/24 R

請求項の数 10 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-379000 (P2002-379000)
 (22) 出願日 平成14年12月27日 (2002. 12. 27)
 (65) 公開番号 特開2003-239761 (P2003-239761A)
 (43) 公開日 平成15年8月27日 (2003. 8. 27)
 審査請求日 平成17年12月21日 (2005. 12. 21)
 (31) 優先権主張番号 10/029003
 (32) 優先日 平成13年12月28日 (2001. 12. 28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンにおける弦ヒンジシールのための補助シール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ほぼ軸方向に向いた第 1 の面 (5 4) を有するタービンノズル支持リング (4 4) と、
 少なくとも 1 つのステータ羽根 (2 0) を有し、かつ前記第 1 の面と軸方向に対向する
 第 2 の面 (5 0) を有する内バンド (3 8) を含むタービンノズルセグメント (4 1) と

を含み、

前記第 1 及び第 2 の面の 1 つが、該第 1 及び第 2 の面の別の 1 つに向かってほぼ軸方向
 に開口する空洞 (8 0) を形成し、

可撓性シール (7 0) が前記空洞内に設けられ、該可撓性シールが、断面がほぼ U 字形
 の第 1 の部分 (7 2) と、該 U 字形部分の対向する側部に沿って逆方向に延びる一対の断
 面がほぼ U 字形の周縁部分 (7 4) とを有するシール本体 (7 1) を含み、前記周縁部分
 (7 4) が、前記 1 つの面に形成された前記空洞の内面と前記第 1 及び第 2 の面のうちの
 前記別の 1 つの面とにそれぞれシール係合し、

前記空洞及び前記シール本体が該タービンの軸線の周りで円周方向に弓形である、
 ことを特徴とするガスタービン (1 0) 。

【請求項 2】

前記シール本体が金属薄板を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載のガスタービン。

【請求項 3】

前記シール本体が、互いに固定された一対の金属薄板プレート (7 6 、 7 8) を含むこ

10

20

とを特徴とする、請求項 1 に記載のガスタービン。

【請求項 4】

前記シール本体が、前記周縁部分が前記空洞の内面と前記第 1 及び第 2 の面のうちの前記別の 1 つの面とそれぞれシール係合を維持するように付勢されていることを特徴とする、請求項 1 に記載のガスタービン。

【請求項 5】

前記支持リング及び前記セグメントの 1 つが、その軸方向に向いた面に沿った軸方向に延びる突出部 (48) を含み、該突出部が、前記支持リング及び前記セグメントの別の 1 つの軸方向に向いた面と係合して該面との間でシールを形成することを特徴とする、請求項 1 に記載のガスタービン。

10

【請求項 6】

前記シール本体が、互いに固定された一对の金属薄板プレート (76、78) を含み、また前記シール本体が、前記周縁部分が前記空洞の内面と前記第 1 及び第 2 の面のうちの前記別の 1 つの面とシール係合を維持するように付勢されていることを特徴とする、請求項 5 に記載のガスタービン。

【請求項 7】

前記シール本体が完全に前記空洞内に位置するように、前記シール本体を圧縮された状態で前記空洞内に解放可能に保持するための手段 (92) を含み、該保持手段が、該タービンの作動状態にตอบสนองして、前記シール本体を前記圧縮された状態から解放することを特徴とする、請求項 1 に記載のガスタービン。

20

【請求項 8】

前記保持手段が、前記シール本体の周りのラップを含むことを特徴とする、請求項 7 に記載のガスタービン。

【請求項 9】

ほぼ軸方向に向いた第 1 の面 (54) を有するタービンノズル支持リング (44) と、
少なくとも 1 つのステータ羽根 (20) を有し、かつ前記第 1 の面と軸方向に対向する
第 2 の面 (50) を有する内バンド (38) を含むタービンノズルセグメント (41) と
、
を含み、

前記第 1 及び第 2 の面の 1 つが、該第 1 及び第 2 の面の別の 1 つに向かってほぼ軸方向に開口する空洞 (80) を形成し、

30

可撓性シール (70) が前記空洞内に設けられ、該可撓性シールが、断面がほぼ U 字形の第 1 の部分 (72) と、該 U 字形部分の対向する側部に沿って逆方向に延びる一对の断面がほぼ U 字形の周縁部分 (74) とを有するシール本体 (71) を含み、前記周縁部分 (74) が、前記 1 つの面に形成された前記空洞の内面と前記第 1 及び第 2 の面のうちの前記別の 1 つの面とにそれぞれシール係合し、

前記シール本体が完全に前記空洞内に位置するように、前記シール本体を圧縮された状態で前記空洞内に解放可能に保持するための手段 (92) を含み、該保持手段が、該タービンの作動状態にตอบสนองして、前記シール本体を前記圧縮された状態から解放することを特徴とするガスタービン (10)。

40

【請求項 10】

ほぼ軸方向に向いた第 1 の面 (54) を有するタービンノズル支持リング (44) と、
ステータ羽根 (20) の環状配列と、前記第 1 の面と軸方向に対向する環状の第 2 の面 (50) とを有する複数のタービンノズルセグメント (41) と、
を含み、

前記セグメントの各々が軸方向に延びる突出部 (48) を含み、該突出部が、前記第 1 の面とシール係合して該面との間で第 1 のシールを形成し、

前記第 1 及び第 2 の面の 1 つが、前記第 1 のシールの半径方向外側の位置において、該第 1 及び第 2 の面の別の 1 つに向かってほぼ軸方向に開口する空洞 (80) を形成し、

可撓性シール (70) が前記空洞内に設けられ、該可撓性シールが、断面がほぼ U 字形

50

の第 1 の部分 (7 2) と、該 U 字形部分の対向する側部に沿って逆方向に延びる一対の断面がほぼ U 字形の周縁部分 (7 4) とを有するシール本体 (7 1) を含み、前記周縁部分 (7 4) が、前記 1 つの面に形成された前記空洞の内面と前記第 1 及び第 2 の面のうちの前記別の 1 つの面とにそれぞれシール係合し、

前記シール本体が完全に前記空洞内に位置するように、前記シール本体を圧縮された状態で前記空洞内に解放可能に保持するための手段 (9 2) を含み、該保持手段が、該タービンの作動状態にตอบสนองして、前記シール本体を前記圧縮された状態から解放することを特徴とするタービン。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、タービンノズルとタービンノズル支持リングとの間の弦ヒンジシールを補助するための、ガスタービンにおけるシールに関し、具体的には、弦ヒンジシールを通過する漏れ損失を実質的に最少化又は排除するための補助シールに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ガスタービンにおいては、高温の燃焼ガスが、燃焼器から第 1 段ノズル及びバケットを通り、そして後続のタービン段のノズル及びバケットを通して流れる。第 1 段ノズルは、一般的にその各々がセグメント毎に 1 つ又はそれ以上のノズルステータ羽根を含む鑄造ノズルセグメントの環状配列又は組立体を含む。各第 1 段ノズルセグメントはまた、互いに半径方向に間隔をおいて配置された内バンド部分及び外バンド部分を含む。ノズルセグメントの組立に際して、ステータ羽根は、互いに円周方向に間隔をおいて配置されて、環状の内バンドと外バンドとの間でステータ羽根の環状配列を形成する。第 1 段ノズルの外バンドに結合されたノズル保持リングは、タービンのガス流路内で第 1 段ノズルを支持する。好ましくは水平中心線において分割された環状のノズル支持リングには、内バンドが係合し、該ノズル支持リングは軸方向運動に抗して第 1 段ノズルを支持する。

20

【 0 0 0 3 】

例示的な構成においては、セグメント毎に 2 つのステータ羽根を備える 1 8 個の鑄造セグメントが設けられている。セグメントの環状配列は、隣り合う円周方向端縁に沿って、側面シールにより互いにシールされる。側面シールは、内バンドの半径方向内側の高圧領域、すなわち高圧圧縮機の吐出空気と、これよりも低圧のガス流路内の高温燃焼ガスとの間をシールする。

30

【 0 0 0 4 】

弦ヒンジシールは、第 1 段ノズルの内バンドとノズル支持リングの軸方向に向いた面との間をシールするために使用される。各弦ヒンジシールは、各ノズルセグメントの内バンド部分の弦方向線に沿って直線的に延びる軸方向突出部を含む。具体的には、弦ヒンジシールは各セグメントの内側レールに沿って延び、この内側レールは内バンド部分から半径方向内向きに延びる。弦ヒンジシールの突出部は、ノズル支持リングの軸方向に対向して面するシール面とシール係合している。

【 0 0 0 5 】

40

第 1 段ノズルの作動及び / 又は修理時に、歪みにより弦ヒンジシールとノズル支持リングのシール面との間にギャップが生じる場合があることが判明した。これらのギャップは、環状の内バンドの半径方向内側の高圧領域から高温ガス流路内へ、弦ヒンジシールを通過する漏れを発生させる。言い換えると、弦ヒンジシールの突出部がノズル支持リングのシール面との接触を失うので、弦ヒンジシールは漏れ流を防ぐのに不十分である。

【特許文献 1】

米国特許第 6 4 0 2 4 6 6 号

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

従って、弦ヒンジシールを通過する漏れ流を最少化又は排除するために、第 1 段ノズルと

50

ノズル支持リングとの境界面における補助シールに対する必要性が存在する。

【 0 0 0 7 】

【課題を解決するための手段】

本発明の好ましい実施形態によれば、弦ヒンジシールを通過する漏れを排除又は最少化する、第1段ノズルとノズル支持リングとの間の補助シールが提供される。補助シールは、弦ヒンジシールの半径方向外側において、ノズル支持リング及びノズルセグメントの軸方向に対向するシール面の1つに形成された弓形の空洞内で延びるシール本体を含む。このシール本体は、断面がほぼU字形の第1の部分と、このU字形部分の対向する側部に沿って逆方向に延びる一対の断面がほぼU字形の周縁部分とを有するのが好ましい。シール本体が空洞内に配置されかつタービンが作動状態になると、シール本体の各周縁部分は、空洞の内面、例えば空洞の底面と、反対側の軸方向に対向するシール面とに対してシール係合する状態に位置し、それによって高圧領域から弦ヒンジシールを通過して高温ガス通路の低圧領域に流入する漏れ流が、実質的に排除される。

10

【 0 0 0 8 】

本発明の特に好ましい形態においては、補助シールは、例えば溶接により互いに固定されかつ上述したような断面形状へと曲げられた金属薄板、好ましくは一対の金属薄板プレートで形成される。補助シールを取り付けるために、シールは先ず始めに圧縮された状態にされ、かつ取り付け作業中はこの圧縮された状態に維持される。これを達成するために、タービンの作動又はそれに近い例えば温度などの状態において、崩壊し、シールを解放して空洞内で拡張させ、予荷重の下でシール本体の各周縁部分をシール面に対して付勢させるような材料によって、シールを包むことができる。このようなラップ（包む材料）は、Kevlar（登録商標）29で作ることができ、或いはLexan（商標）又はUltem（商標）のような高強度プラスチック材料クリップで形成して取り付け作業中にシールを圧縮された状態に保持することもできる。更に別の構成では、圧縮されたシールにエポキシを塗布してシールを空洞内で圧縮された状態に維持することができ、エポキシは、タービンの作動又はそれに近い状態において、シール本体を解放して、対向するシール面にシール係合させる。

20

【 0 0 0 9 】

本発明による好ましい実施形態においては、ほぼ軸方向に向いた第1の面を有するタービンノズル支持リングと、少なくとも1つのステータ羽根を有し、かつ第1の面と軸方向に対向する第2の面を有する内バンドを含むタービンノズルセグメントとを含み、第1及び第2の面の1つが、該第1及び第2の面の別の1つに向かってほぼ軸方向に開口する空洞を形成し、可撓性シールが空洞内に設けられ、該可撓性シールが、断面がほぼU字形の第1の部分と、該U字形部分の対向する側部に沿って逆方向に延びる一対の断面がほぼU字形の周縁部分とを有するシール本体を含み、周縁部分が、1つの面に形成された空洞の内面と第1及び第2の面のうちの別の1つの面とにそれぞれシール係合することを特徴とするガスタービンが、提供される。

30

【 0 0 1 0 】

本発明による別の好ましい実施形態においては、ほぼ軸方向に向いた第1の面を有するタービンノズル支持リングと、ステータ羽根の環状配列と、第1の面と軸方向に対向する環状の第2の面とを有する複数のタービンノズルセグメントとを含み、セグメントの各々が軸方向に延びる突出部を含み、該突出部が、第1の面とシール係合して該面との間で第1のシールを形成し、第1及び第2の面の1つが、第1のシールの半径方向外側の位置において、該第1及び第2の面の別の1つに向かってほぼ軸方向に開口する空洞を形成し、可撓性シールが空洞内に設けられ、該可撓性シールが、断面がほぼU字形の第1の部分と、該U字形部分の対向する側部に沿って逆方向に延びる一対の断面がほぼU字形の周縁部分とを有するシール本体を含み、周縁部分が、1つの面に形成された空洞の内面と第1及び第2の面のうちの別の1つの面とにそれぞれシール係合することを特徴とするタービンが、提供される。

40

【 0 0 1 1 】

50

【発明の実施の形態】

次に図 1 を参照すると、ここには全体を符号 10 で表したガスタービンのタービンセクションの代表的な例が示されている。タービン 10 は、図示しないが環状配列の燃焼器からの高温燃焼ガスを、該高温ガスを環状の高温ガス通路 14 に沿って流すための移行部材 12 を通して受ける。タービン段は高温ガス通路 14 に沿って配置されている。各段は、タービンロータ上に取り付けられ該タービンロータの一部を形成する複数の円周方向に間隔をおいて配置されたバケットと、ノズルの環状配列を形成する複数の円周方向に間隔をおいて配置されたステータ羽根とを含む。例えば、第 1 段は、第 1 段ロータホイール 18 上に取り付けられた複数の円周方向に間隔をおいて配置されたバケット 16 と、複数の円周方向に間隔をおいて配置されたステータ羽根 20 とを含む。同様に、第 2 段は、ロータホイール 24 上に取り付けられた複数のバケット 22 と、複数の円周方向に間隔をおいて配置されたステータ羽根 26 とを含む。更に追加の段を設けることが可能であって、例えば、第 3 段ロータホイール 30 上に取り付けられた複数の円周方向に間隔をおいて配置されたバケット 28 と、複数の円周方向に間隔をおいて配置されたステータ羽根 32 とを含む第 3 段を設けることができる。ステータ羽根 20、26、32 は、タービンケーシング上に取り付けられかつそれに固定され、他方、バケット 16、22、28 とホイール 18、24、30 とは、タービンロータの一部を形成することが分かるであろう。ロータホイール間にはスペーサ 34、36 が設けられ、これらもまたタービンロータの一部を形成する。圧縮機の吐出空気は、第 1 段の半径方向内側に位置する領域 37 内に在って、領域 37 内に在るこの空気は、高温ガス通路 14 に沿って流れる高温ガスの圧力よりも高圧であることが分かるであろう。

【0012】

タービンの第 1 段を参照すると、第 1 段ノズルを形成するステータ羽根 20 は、それぞれタービンケーシングにより支持された内バンド 38 と外バンド 40 との間に配置される。上に述べたように、第 1 段ノズルは、複数のノズルセグメント 41 で形成され（図 3）、各ノズルセグメントには、内バンド部分と外バンド部分との間を延び、かつセグメントの環状配列内に配置された 1 つ、好ましくは 2 つのステータ羽根が取り付けられる。タービンケーシングに接合されるノズル保持リング 42 は、外バンドに結合されて、第 1 段ノズルを固定する。第 1 段ノズルの内バンド 38 の半径方向内側に在るノズル支持リング 44 は、内バンド 38 と係合する。具体的には、内バンド 38 とノズル支持リング 44 との境界面は、内側レール 52（図 2）を含む。内側レール 52 は、弦状になった直線的に延びる軸方向突出部 48 を含み、これらは以下の記述においては全体的かつ集合的に弦ヒンジシール 46 と呼ぶ。突出部 48 は、各ノズルセグメント、特に内バンド 38 の一体部分を形成する内側レール 52 の軸方向に向いた面 50 に沿って延びる。突出部 48 は、ノズル支持リング 44 の第 1 の環状面 54 と係合する。高圧圧縮機の吐出空気は、領域 37 内に在り、高温ガス通路 14 内を流れるより低圧の高温ガスは、シール 48 の反対側に在ることが分かるであろう。従って弦ヒンジシール 46 は、高圧領域 37 から高温ガス通路 14 の低圧領域内への漏れをシールすることを目的とする。

【0013】

しかしながら前述したように、タービン作動中に、ノズル構成部材とノズル支持リングとは、突出部 48 とノズル支持リング 44 の環状面 54 との間に漏れギャップを形成し、それによって高圧領域から低圧領域へ漏れ流が生じがちになる。高温ガス通路 14 内への漏れ流を最少化又は防止するために、本発明の好ましい実施形態においては、第 1 段ノズルとノズル支持リング 44 との間をシールするための補助シールが設けられる。図 6 に示すように、全体を符号 70 で表した補助シールは、断面がほぼ U 字形の第 1 の部分 72 と、この U 字形部分 72 の対向する側部に沿って逆方向に延びる、一对の断面がほぼ U 字形の周縁部分 74 とを有するシール本体 71 を含む。シール本体の自然状態において、これらの U 字形周縁部分の横方向外端は、主要 U 字形部分 72 の横方向への広がりを超えて外向きに延びる。シール本体 71 は金属薄板で形成されるのが好ましい。本発明の特定の実施形態においては、一对の金属薄板プレート 76、78 が、例えば溶接により互いに固定さ

10

20

30

40

50

れて、シール本体を形成する。

【 0 0 1 4 】

次に図 5、図 8 及び図 9 を参照すると、ノズルセグメント 5 2 及びノズル支持リング 4 4 のシール面 5 0、5 4 の 1 つには、補助シール 7 0 を収容するための空洞 8 0 が設けられる。このハウジング 8 0 は、該空洞 8 0 がノズル支持リング 4 4 の軸方向に対向するシール面 5 4 に向かってほぼ軸方向に開口するように、内側レール 5 2 に形成されるのが好ましい。空洞 8 0 は、それぞれ底面 8 2 と半径方向に対向する面 8 4、8 6 とを含む。図 5 に示すように、空洞 8 0 は、タービンロータの軸線の周りの弓形通路として延び、かつ弦ヒンジシール 4 8 の半径方向外側に位置する。従って、補助シール 7 0 は、弦ヒンジシール 4 8 を通過したあらゆる漏れ流が高温ガス通路 1 4 の低圧領域内に流入するのを実質的に排除するように配置される。

10

【 0 0 1 5 】

補助シールを取り付けるために、先ず空洞 8 0 が、内側レール 5 2 のシール面 5 0 に形成される。補助シール 7 0 は、ノズルセグメントの弦方向長さを超える弦方向長さ、好ましくは 90°又は 180°の長さに形成されるのが好ましく、従ってノズルセグメント間の接合部を跨ぐ。シール本体を取り付けるために、シール本体は先ず始めに、空洞 8 0 内に挿入された時、該シール本体を完全に空洞 8 0 の範囲内に位置させることができるような形状に圧縮される。取り付け作業中にシール本体を圧縮された状態に維持するための手段が設けられる。そのような手段としては、例えば図 7 に示すように、各シール部の全長又は長さの一部分の周りに設けられるラップ 9 2 を含むことができ、このラップは、シールの両周縁部分 7 4 を互いの方向に向けて撓ませて、シール周縁部分の横幅と補助シールのほぼ U 字形の部分 7 2 の横幅の両方を減少させる。そのようなラップは、Kevlar (登録商標) 2 9 で構成することができ、又シール部分の周りの連続したラップであっても部分に分けられたラップであってもよい。別の構成では、Lexan (商標) 又は Ultem (商標) のような高強度プラスチックのクリップで、組立作業中にシールを圧縮された状態に保持することができる。更に別の構成では、空洞内に配置された時にシールの周縁部にエポキシを塗布して、補助シールを圧縮された状態に維持することができる。

20

【 0 0 1 6 】

タービンが作動状態、すなわち高温度に達すると、例えば 1 つ又は複数のラップ、又はエポキシのような保持手段は、シールをその圧縮された状態から解放して、シールが横方向 (軸方向) に拡張することを可能にする。そのような拡張は、各周縁部分 7 4 の表面部分 9 0 を空洞 8 0 の底面 8 2 とノズル支持リング 4 4 のシール面 5 4 とに対して係合するように位置させる。その結果、補助シールは、対向するシール面にシール係合するように付勢され又は予荷重が加えられた状態を維持する。このようにして良好なシール性能を有する金属対金属の線接触が得られて、弦ヒンジシールを通過したあらゆる漏れ流が高温ガス通路内に流入するのが防止されることが分かるであろう。

30

【 0 0 1 7 】

前述したように、補助シール 7 0 は、ノズルセグメントの円周方向長さよりも大きい円周方向長さを有するセグメントとして形成されるのが好ましい。そうすることで、補助シールは、ノズルセグメントの横方向端縁を超えて延びた状態で、図 5 に示すように、隣り合うノズルセグメント間の接合部の間を跨ぐ。これにより、ノズルセグメント間の接合部におけるあらゆる漏れ通路をシールする。

40

【 0 0 1 8 】

本発明を、現在最も実用的で好ましいと考えられる実施形態に関連させて説明してきたが、本発明は、開示した実施形態に限定されるものではなく、また、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 ガスタービンの一部分の概略破断側面図。

【図 2】 従来の弦シールヒンジを示す拡大破断断面図。

50

【図 3】 ノズルセグメントの内側レールに沿った従来の弦ヒンジシールの一部分を示す破断斜視図。

【図 4】 ガスタービンノズル支持リングとシール係合した従来の弦ヒンジシールを一部断面で示す破断斜視図。

【図 5】 本発明の好ましい実施形態による弦ヒンジシール及び補助シールの両方を示す、ノズルセグメントの内側レールの拡大破断斜視図。

【図 6】 圧縮されていない状態における補助シールの断面図。

【図 7】 圧縮された状態における補助シールの断面図。

【図 8】 ノズル支持リング及びノズルセグメントの対向するシール面の間でシール係合するように空洞内で解放された本発明の補助シールを示す拡大破断断面図。

【図 9】 ノズルセグメントと支持リングとの間の補助シール及び弦ヒンジシールの破断斜視図。

【符号の説明】

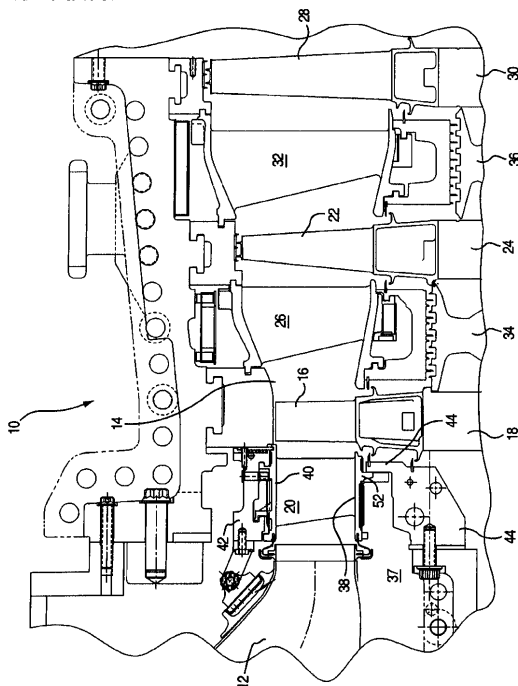
- 3 7 高圧領域
- 3 8 内バンド
- 4 4 ノズル支持リング
- 4 6 弦ヒンジシール
- 4 8 軸方向突出部
- 5 0 内側レールの第 2 のシール面
- 5 2 内側レール
- 5 4 ノズル支持リングの第 1 のシール面

10

20

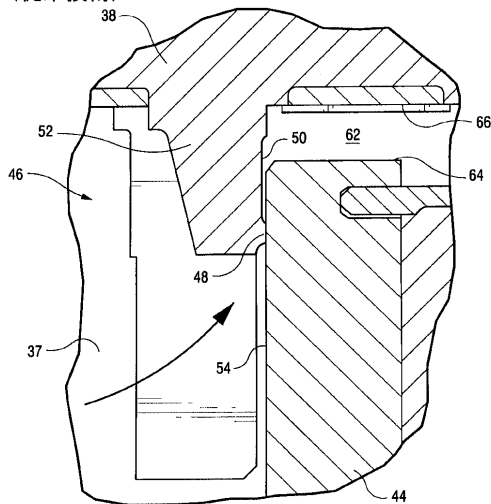
【図 1】

(従来技術)

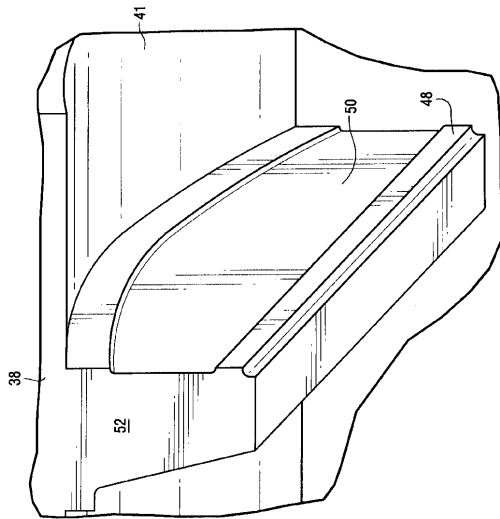


【図 2】

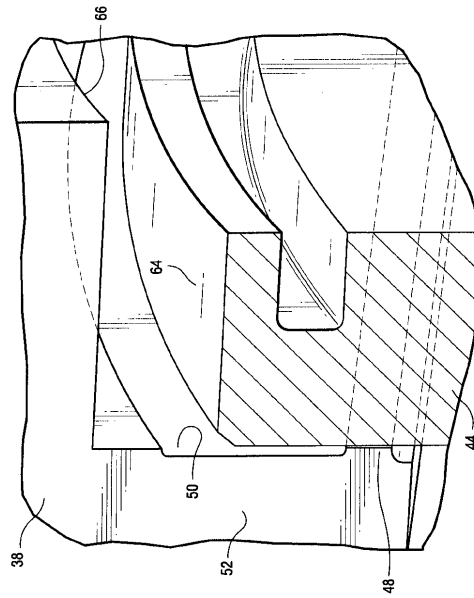
(従来技術)



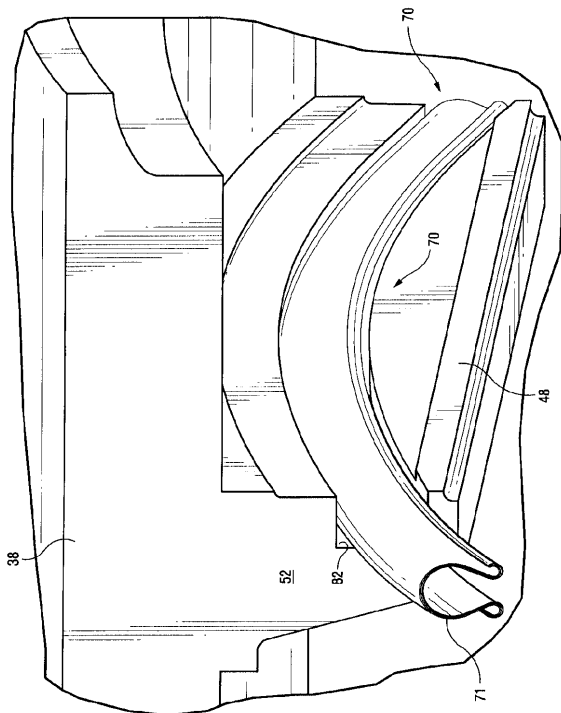
【図 3】
(従来技術)



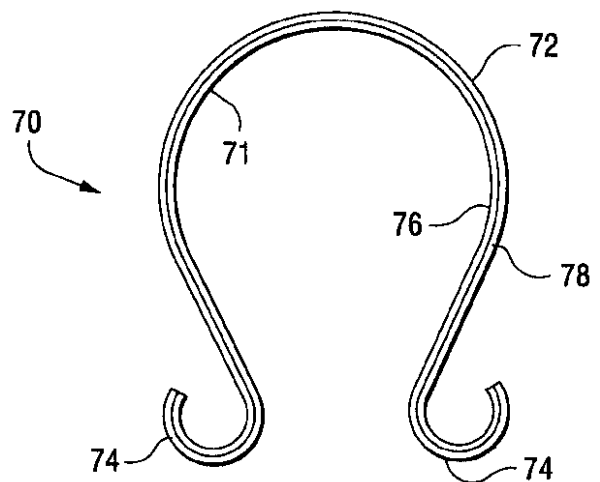
【図 4】
(従来技術)



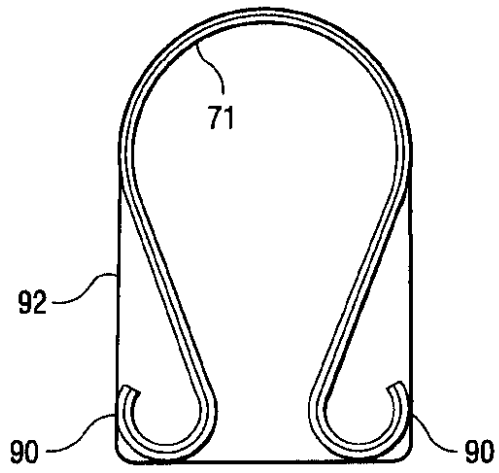
【図 5】



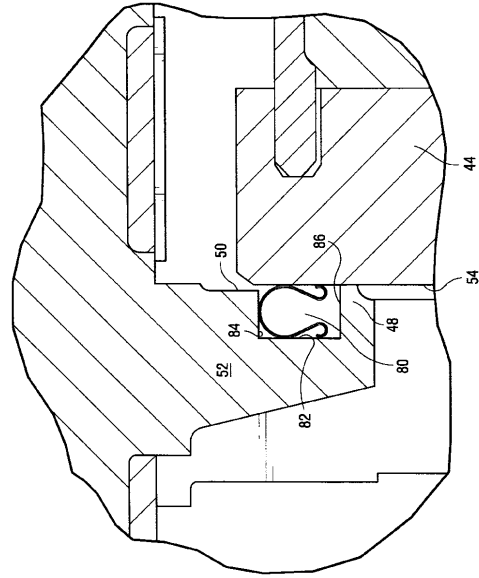
【図 6】



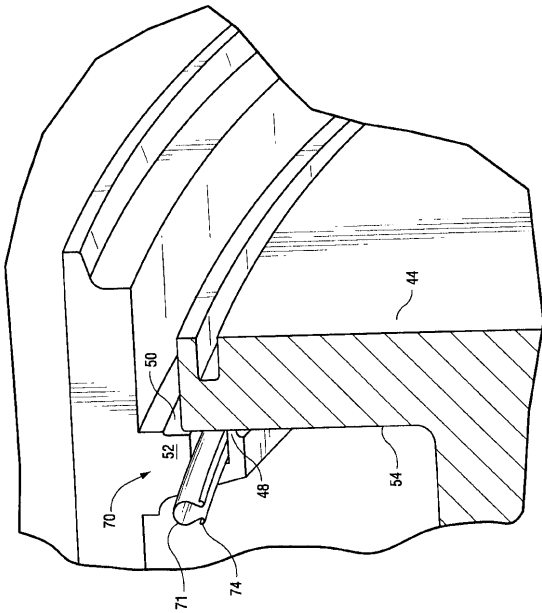
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 1 6 J 15/08

H

F 1 6 J 15/16

Z

(72)発明者 アブドゥル - アジーズ・モハメッド - ファキーア

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、シェリダン・ビルッジ、6シー3番

(72)発明者 マフマト・ファルク・アクシット

トルコ、イスタンブール・81070、エレンコイ、イスファシン・カド・13 / 36番

(72)発明者 アフマド・サフィ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、トロイ、フーシク・ストリート、229番

(72)発明者 スリカント・ペーダーンタム

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ナンバー70 - 07、ブルックシャー・ドライブ、2475番

(72)発明者 ニン・ファング

アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、ラップ・ファーム・ドライブ、8628番

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 米国特許第05372476(US, A)

特開平09 - 242875(JP, A)

米国特許第06237921(US, B1)

米国特許第03797836(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/28

F01D 11/00

F01D 25/00, 24, 26, 30

F16J 15/08