



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1004936-3 B1



(22) Data do Depósito: 22/04/2010

(45) Data de Concessão: 07/07/2020

(54) Título: COMPRESSOR DE VOLUTA

(51) Int.Cl.: F04C 18/02; F04C 29/06.

(30) Prioridade Unionista: 27/04/2009 JP 2009-107698.

(73) Titular(es): MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD..

(72) Inventor(es): HIROHUMI HIRATA; TETSUZO UKAI; HIROSHI YAMAZAKI; TAKAHIDE ITO.

(86) Pedido PCT: PCT JP2010057123 de 22/04/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/125961 de 04/11/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/04/2011

(57) Resumo: COMPRESSOR DE VOLUTA É provido um compressor de voluta onde as características de um, assim chamado, compressor de voluta do tipo escalonado são exploradas para suprimir a redução de um desempenho ou a ocorrência de um ruído anormal provocados por um momento de torção aplicado a uma voluta rotativa. Em um compressor de voluta do, assim chamado, tipo escalonado (1), quando a sucção de gás é interrompida em uma pluralidade de pares de câmaras de compressão (16), que são simétricas em relação a um ponto, o volume (V1) da câmara de compressão (16), formada sobre o lado da superfície côncava de um anteparo de voluta estacionário (14B) de uma voluta estacionária (14), é diferente do volume (V2) da câmara de compressão (16), formada sobre o lado da superfície côncava de um anteparo de voluta rotativa (15B) de uma voluta rotativa.

“COMPRESSOR DE VOLUTA”

Campo Técnico

[0001] A presente invenção refere-se a um, assim chamado, compressor de voluta escalonado, em que um par de uma voluta fixa e uma voluta orbitante, formando câmaras de compressão, têm porções em degrau providas na direção da espiral.

Fundamentos da Técnica

[0002] Convencionalmente, um compressor de voluta em que cada uma de uma voluta fixa e de uma voluta orbitante têm porções em degrau providas em posições arbitrárias na direção da espiral das superfícies de topo e das superfícies basais de envoltórios espirais e, em que, é sabido que os envoltórios espirais têm uma altura de envoltório maior sobre o lado circunferencial externo em relação às porções em degrau do que sobre o lado circunferencial interno (por exemplo, ver PTL 1). Uma vez que a altura das câmaras de compressão na direção axial é maior sobre o lado circunferencial externo do que sobre o lado circunferencial interno dos envoltórios espirais, este compressor de voluta constitui um compressor de voluta capaz de compressão tridimensional, ou seja, compressão de gás tanto na direção circunferencial, quanto na direção da altura dos envoltórios espirais. Desse modo, é obtido um compressor de voluta de alto desempenho, compacto, e leve.

[0003] Por outro lado, um compressor de voluta tem um mecanismo para prevenção de rotação do tipo pino-anel ou o do tipo anel de Oldham, para impedir a rotação produzida quando a voluta orbitante é revolvido orbitalmente. O mecanismo para prevenção de rotação, a voluta fixa, e a voluta orbitante têm, inevitavelmente, tolerâncias dimensionais ou tolerâncias de montagem devido ao fato de serem componentes. Consequentemente, é difícil impedir completamente a rotação da voluta orbitante com o mecanismo para prevenção de rotação. Por conseguinte, quando a voluta orbitante recebe um momento de torção na direção orbital provocado por uma força de reação de compressão, uma força centrífuga, ou similar, durante a operação, ele inevitavelmente gira de maneira oscilatória (vibração) por uma quantidade que corresponde às tolerâncias acima mencionadas.

Como resultado, o envoltório espiral da voluta orbitante, periodicamente, entra em contato e é separado do envoltório espiral da voluta fixa, provocando a degradação no desempenho devido a vazamento de gás e ruído anormal devido aos impactos.

[0004] Para combater isto, o PTL 2 apresenta uma técnica na qual um, ou ambos, o lado da superfície côncava do envoltório espiral da voluta fixa e o lado da superfície convexa do envoltório espiral da voluta orbitante são ligeiramente cortados. Isto reduz a oscilação (vibração) provocada pela voluta orbitante ao entrar em contato e sendo separado do envoltório espiral da voluta fixa quando recebe um momento de torção na direção orbital, e impede a degradação no desempenho devido ao vazamento de gás e ruído anormal devido aos impactos.

[0005] O PTL 3 apresenta uma técnica em que um pino sobre um lado de alojamento de um mecanismo contra prevenção de rotação do tipo pino-anel é fixado em uma posição deslocada na direção oposta à direção orbital por uma quantidade que corresponde à tolerância e na qual um pino de pressão, para posicionar uma voluta fixa, fica disposto em uma posição que satisfaça as exigências de posicionamento determinadas, de modo que, quando for permitido que uma voluta orbitante gire na direção orbital ou na direção oposta, um vão entre envoltórios espirais das volutas fique a uma dimensão de vão predeterminada. Isto impede a degradação no desempenho devido ao vazamento de gás e ruído anormal devido aos impactos.

Lista de Citação

Literatura de Patente

[0006] PTL 1 Pedido de patente japonês não examinado, publicação nº 2002-5.053.

[0007] PTL 2 Publicação da patente japonesa 3.540.380

[0008] PTL 3 Pedido de patente japonês não examinado, publicação nº 2002-180.976.

Sumário da Invenção

Problema Técnico

[0009] Entretanto, é pretendido que ambas as técnicas apresentadas nos PTLs 2

e 3 impeçam a degradação no desempenho e a ocorrência de ruído anormal provocadas pela voluta orbitante girando de maneira oscilatória (vibração) pela adição antecipada de uma torsão na direção oposta a uma torção na direção orbital por uma quantidade correspondendo à variação devido às tolerâncias dimensionais, ou às tolerâncias de montagem dos componentes, pelo corte de faces de envoltório ou pelo ajuste das posições de pino em relação a um estado ideal em que um vão, entre os envoltórios espirais das volutas, seja 0 (zero) estabilizando, desse modo, o comportamento da voluta orbitante. Isto significa que um vão maior do que 0 (zero) é ajustado em relação ao estado ideal em que o vão é 0. Isto leva, inevitavelmente, a uma redução no valor absoluto do desempenho e a variações no ruído de operação devido à vibração.

[0010] A presente invenção foi feita em virtude das circunstâncias descritas acima, e um objetivo da mesma é prover um compressor de voluta que possa impedir a degradação no desempenho e a ocorrência de ruído anormal devido a um momento de torção aplicado a uma voluta orbitante utilizando as vantagens estruturais dos, assim chamados, compressores helicoidais escalonados.

Solução para o Problema

[0011] Para resolver os problemas descritos acima, um compressor de voluta da presente invenção emprega as soluções a seguir.

[0012] Ou seja, um compressor de voluta da presente invenção inclui uma voluta fixa em que um envoltório espiral fixo fica disposto verticalmente sobre uma superfície de uma placa de extremidade fixa; uma voluta orbitante, em que um envoltório espiral orbitante fica disposto verticalmente sobre uma superfície de uma placa de extremidade orbitante, a voluta orbitante sendo engrenado com a voluta fixa, formando uma pluralidade de câmaras de compressão arranjadas em uma configuração de ponto simétrico; e um mecanismo para prevenção de rotação que permite que a voluta orbitante revolva orbitalmente ao redor da voluta fixa, enquanto impedindo a rotação da voluta orbitante. A voluta fixa e a voluta orbitante, cada um, têm uma porção em degrau em uma posição arbitrária em uma direção da espiral do envoltório espiral, o envoltório espiral tendo uma altura de envoltório maior sobre um

lado circunferencial externo do que sobre um lado circunferencial interno. Um par de câmaras de compressão arrançadas em uma configuração de ponto simétrico entre as câmaras de compressão, configurado de modo que um volume V1, da câmara de compressão formada sobre um lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa quando da entrada, seja fechado, e um volume V2, da câmara de compressão formada sobre um lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, sejam diferentes.

[0013] De acordo com a presente invenção, um par de câmaras de compressão arrançadas em uma configuração de ponto simétrico, é configurado de modo que um volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa quando a entrada é fechada e um volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, sejam diferentes. Desse modo, é possível impedir que a voluta orbitante gire de maneira oscilatória (vibração) equilibrando um momento de torção na direção orbital ou na direção oposta, provocado por várias forças e aplicado à voluta orbitante, dependendo das condições operacionais, por um momento de torção na direção oposta ao mesmo, provocado pela pressão da câmara de compressão que tem um volume maior, estabilizando, desse modo, o comportamento da voluta orbitante. Consequentemente, não há nenhuma necessidade de ajustar um vão maior do que 0 (zero) para prover uma torção entre os envoltórios espirais das volutas adiantadamente, e é possível impedir uma redução no valor absoluto do desempenho, a ocorrência de ruído anormal devido aos impactos, melhorar e estabilizar o desempenho, e reduzir o ruído da operação.

[0014] Além disso, em um compressor de voluta da presente invenção, o compressor de voluta descrito acima pode ser configurado de modo que uma relação entre o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, seja $V1 > V2$.

[0015] Com esta configuração, a relação entre o volume V1, da câmara de

compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V_2 , da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, seja $V_1 > V_2$. Desse modo, é possível impedir que a voluta orbitante gire de maneira oscilatória (vibração) na direção orbital equilibrando um momento de torção na direção orbital provocado por uma força de reação de compressão ou por uma força centrífuga e aplicado à voluta orbitante por um momento de torção na direção oposta à direção orbital, provocado pela pressão da câmara de compressão que tem um volume V_1 maior e formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo. Consequentemente, é possível impedir a degradação no desempenho e o ruído do impacto provocados em um momento de torção aplicado à voluta orbitante, para melhorar e estabilizar o desempenho, e para reduzir o ruído da operação.

[0016] Além disso, em um compressor de voluta da presente invenção, o compressor de voluta descrito acima pode ser configurado de modo que uma relação entre o volume V_1 , da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V_2 , da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante seja $V_1 < V_2$.

[0017] Com esta configuração, a relação entre o volume V_1 , da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V_2 , da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, seja $V_1 < V_2$. Desse modo, mesmo em um caso onde um momento de torção na direção orbital aplicado à voluta orbitante, dependendo das condições de operação, seja invertido, ele pode ser suprimido por um momento de torção na direção orbital provocado pela pressão da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante e tendo um volume V_2 , maior. Consequentemente, é possível impedir a degradação no desempenho e o ruído do impacto provocados por um momento de torção invertido aplicado à voluta orbitante, para melhorar e estabilizar o desempenho, e para reduzir o ruído da operação.

[0018] Além disso, em um compressor de voluta da presente invenção, qualquer um dos compressores helicoidais descritos acima pode ser configurado de modo que o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, sejam diferenciados um do outro, trocando-se as posições em que as porções em degrau, presentes nas câmaras de compressão, são providas na direção da espiral.

[0019] Com esta configuração, o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, são diferenciados um do outro, deslocando-se as posições em que as porções em degrau, presentes nas câmaras de compressão, são providas na direção da espiral. Desse modo, quando o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo, deve ser aumentado, $V1 > V2$ pode ser obtido deslocando-se as porções em degrau presentes nesta câmara de compressão em direção à extremidade circunferencial interna do envoltório espiral fixo. Inversamente, quando o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante deve ser aumentado, $V2 > V1$ pode ser obtido deslocando-se as porções em degrau presentes nesta câmara de compressão em direção à extremidade circunferencial interna do envoltório espiral orbitante. Consequentemente, os volumes V1 e V2, de um par de câmaras de compressão, podem ser facilmente desequilibrados utilizando-se as vantagens estruturais dos, assim chamados, compressores helicoidais escalonados.

[0020] Além disso, no compressor de voluta da presente invenção, qualquer um dos compressores helicoidais descritos acima pode ser configurado de modo que o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta

orbitante, sejam diferenciados mudando-se uma altura em uma direção axial do lado circunferencial externo dos envoltórios espirais que formam as respectivas câmaras de compressão.

[0021] Com esta configuração, o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, são diferenciados mudando-se a altura na direção axial do lado circunferencial externo dos envoltórios espirais que formam as respectivas câmaras de compressão. Desse modo, quando o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo deve ser aumentado, $V1 > V2$ pode ser obtido aumentando-se a altura na direção axial (= a altura da porção em degrau) do lado circunferencial externo do envoltório espiral fixo que forma esta câmara de compressão. Inversamente, quando o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante deve ser aumentado, $V2 > V1$ pode ser obtido aumentando-se a altura na direção axial (= a altura da porção em degrau) do lado circunferencial externo do envoltório espiral orbitante que forma esta câmara de compressão. Consequentemente, os volumes V1 e V2, de um par de câmaras de compressão, podem ser facilmente desequilibrados utilizando-se as vantagens estruturais dos, assim chamados, compressores helicoidais escalonados.

Efeitos Vantajosos da Invenção

[0022] Na presente invenção, é possível impedir que a voluta orbitante gire de maneira oscilatória (vibração) equilibrando-se um momento de torção na direção orbital, ou na direção oposta, provocado por várias forças e aplicado à voluta orbitante, dependendo das condições de operação, por um momento de torção na direção oposta ao mesmo, provocado pela pressão da câmara de compressão tendo um volume maior, estabilizando, desse modo, o comportamento da voluta orbitante. Consequentemente, não há nenhuma necessidade de se ajustar um vão maior do que 0 (zero) para prover uma torção entre os envoltórios espirais das volutas adiantadamente, e é possível impedir uma redução no valor absoluto do

desempenho, a ocorrência de ruído anormal devido aos impactos e similares, para melhorar e estabilizar o desempenho, e reduzir o ruído da operação.

Descrição Resumida dos Desenhos

[0023] A FIG. 1 é uma vista vertical em seção transversal de um compressor de voluta de acordo com um primeiro modo de realização da presente invenção.

[0024] FIG. 2} A FIG. 2 é uma vista plana que mostra um estado engrenado de uma voluta fixa e de uma voluta orbitante do compressor de voluta mostrado na FIG. 1.

[0025] FIG. 3} A FIG. 3 é uma vista vertical em seção transversal que mostra um estado engrenado de uma voluta fixa e de uma voluta orbitante de um compressor de voluta, de acordo com um segundo modo de realização da presente invenção.

[0026] FIG. 4} A FIG. 4 é uma vista esquemática que mostra, de maneira desdobrada, uma câmara de compressão do compressor de voluta, de acordo com os primeiros e segundos modos de realização da presente invenção.

Descrição dos Modos de Realização

[0027] Modos de realização da presente invenção serão descritos abaixo com referência aos desenhos.

Primeiro Modo de Realização

[0028] Um primeiro modo de realização da presente invenção será descrito abaixo usando as FIGs. 1, 2, e 4.

[0029] A FIG. 1 mostra uma vista vertical em seção transversal de um compressor de voluta, de acordo com um primeiro modo de realização da presente invenção. Um compressor de voluta 1 inclui um alojamento 2 que constitui um escudo externo. O alojamento 2 é formado por um alojamento dianteiro 3 e um alojamento traseiro 4 que são fixados firmemente, em conjunto, com os parafusos 5. O alojamento dianteiro 3 e o alojamento traseiro 4 têm flanges de fixação 3A e 4A formados integralmente em uma pluralidade, por exemplo, quatro, posições de fixação sobre a circunferência, em intervalos regulares. Ao fixar em conjunto estes flanges 3A e 4A com os parafusos 5, o alojamento dianteiro 3 e o alojamento traseiro 4 são conectados em um único componente.

[0030] Dentro do alojamento dianteiro 3, uma árvore de manivelas (eixo motriz) 6 é suportada para ser girável ao redor de seu eixo L através de um mancal principal 7 e um mancal secundário 8. Uma extremidade (o lado esquerdo na FIG. 1) da árvore de manivelas 6 serve como uma porção de eixo de pequeno diâmetro 6A. A porção de eixo de pequeno diâmetro 6A se estende através do alojamento dianteiro 3 e se projeta do lado esquerdo, na FIG. 1. Uma embreagem eletromagnética, uma polia, ou outros meios conhecidos (não mostrados) são providos para receber a força motriz na porção projetada da porção de eixo de pequeno diâmetro 6A, para o qual, a força motriz de uma fonte de acionamento, como um motor, é transmitida através de uma correia em V ou similar. Uma vedação mecânica (vedação de borda) 9, que veda entre o interior do alojamento 2 e a atmosfera, de maneira impermeável ao ar, é disposta entre o mancal principal 7 e o mancal secundário 8.

[0031] A outra extremidade (o lado direito na FIG. 1) da árvore de manivelas 6 serve como uma porção de eixo de diâmetro grande 6B. A porção de eixo de diâmetro grande 6B tem um pino de manivela móvel provido integralmente 6C que é deslocado do eixo central L da árvore de manivelas 6 por uma dimensão predeterminada. A porção de eixo de diâmetro grande 6B e porção de eixo de diâmetro pequeno 6A são suportadas pelo alojamento dianteiro 3 através do mancal principal 7 e do mancal secundário 8, de modo que a árvore de manivelas 6 seja suportada de maneira girável. Uma voluta orbitante 15 (descrito abaixo) é conectado ao pino de manivela móvel 6C através de uma bucha de acionamento 10, um anel cilíndrico (bucha flutuante) 11, e um mancal de acionamento 12. A rotação da árvore de manivelas 6 faz com que a voluta orbitante 15 seja acionado orbitalmente.

[0032] Um contrapeso 10A para eliminar uma carga desequilibrada produzida quando a voluta orbitante 15 é acionado orbitalmente é formado integralmente com a bucha de acionamento 10 e orbita quando a voluta orbitante 15 é acionado orbitalmente. A bucha de acionamento 10 tem um furo de pino de manivela móvel 10B ao qual o pino de manivela móvel 6C é encaixado em uma posição descentralizada. Com esta configuração, a voluta orbitante 15 e a bucha de acionamento 10 encaixada ao pino de manivela móvel 6C recebem uma força de

reação de compressão do gás e são giradas ao redor do pino de manivela móvel 6C, formando um mecanismo conhecido de manivela de acionamento que provê um raio orbital variável da voluta orbitante 15.

[0033] O alojamento 2 acomoda um mecanismo de compressão de voluta 13 formado por uma voluta fixa 14 e a voluta orbitante 15, formando um par. A voluta fixa 14 é formada por uma placa de extremidade fixa 14A e um envoltório espiral fixo 14B disposto verticalmente sobre a placa de extremidade fixa 14A, e a voluta orbitante 15 é formada por uma placa de extremidade orbitante 15A e por um envoltório espiral orbitante 15B disposto verticalmente sobre a placa de extremidade 15A.

[0034] A voluta fixa 14 descrita acima e a voluta orbitante 15 têm as porções de degraus 14D e 14E e 15D e 15E providas em posições predeterminadas na direção da espiral das superfícies de topo e das superfícies basais dos envoltórios espirais 14B e 15B (ver FIG. 2), respectivamente. A altura na direção de eixo orbital das superfícies de topo dos envoltórios é maior sobre o lado circunferencial externo do que sobre o lado circunferencial interno, em relação a estas porções de degraus 14D, 14E, 15D, e 15E. A altura na direção de eixo orbital das superfícies basais é menor no lado circunferencial externo do que no lado circunferencial interno. Com esta configuração, em cada um dos envoltórios espirais 14B e 15B, a altura do envoltório sobre o lado circunferencial externo é maior do que a altura do envoltório sobre o lado circunferencial interno.

[0035] A voluta fixa 14 e a voluta orbitante 15 são engrenadas de modo que os centros das mesmas sejam separados por uma distância que corresponda ao raio orbital e de modo que as fases dos envoltórios espirais 14B e 15B sejam deslocadas por 180 graus, e montadas de modo que um afastamento ligeiro (de várias dezenas a várias centenas de micra) seja deixado na direção da altura do envoltório entre as superfícies de topo e as superfícies basais dos envoltórios espirais 14B e 15B, na temperatura padrão. Desta maneira, como mostrado na FIG. 1, uma pluralidade de pares de câmaras de compressão 16 arrançadas em uma configuração de ponto simétrico em relação aos centros das volutas e definidas pelas placas de

extremidade 14A e 15A e os envoltórios espirais 14B e 15B, são formadas entre as volutas 14 e 15, e a voluta orbitante 15 é configurada para poder orbitar suavemente ao redor da voluta fixa 14.

[0036] Uma vez que a altura das câmaras de compressão 16 na direção de eixo orbital é maior sobre o lado circunferencial externo do que sobre o lado circunferencial interno dos envoltórios espirais 14B e 15B, as câmaras de compressão 16 constituem o mecanismo de compressão de voluta 13 capaz de compressão tridimensional, ou seja, compressão de gás tanto na direção circunferencial, quanto na direção da altura dos envoltórios espirais 14B e 15B. Uma vedação de ponta 17, para vedar uma superfície de vedação de ponta formada em relação à superfície basal da voluta de contraparte, é provida sobre cada uma das superfícies de topo dos envoltórios espirais 14B e 15B da voluta fixa 14 e da voluta orbitante 15, de modo que seja encaixada em uma ranhura provida na superfície de topo, respectivamente.

[0037] A voluta fixa 14 é fixada a uma superfície interna do alojamento traseiro 4 com um parafuso 18. Como descrito acima, o pino de manivela móvel 6C, provido em uma extremidade da árvore de manivelas 6, é conectado a uma porção saliente 15C provida na superfície traseira da placa de extremidade orbitante 15A através da bucha de acionamento 10, do anel cilíndrico (bucha flutuante) 11, e do mancal de acionamento 12, por meio do que a voluta orbitante 15 é configurado para ser acionado orbitalmente.

[0038] Além disso, a voluta orbitante 15 é configurado de modo que a superfície traseira da placa de extremidade orbitante 15A seja suportada por uma superfície de recepção de empuxo 3B do alojamento dianteiro 3 e de modo que seja revolvido orbitalmente e acionado ao redor da voluta fixa 14 enquanto é impedido de girar por um mecanismo para prevenção de rotação 19 provido entre a superfície de recepção de empuxo 3B e a superfície traseira da placa de extremidade orbitante 15A. O mecanismo para prevenção de rotação 19, de acordo com este modo de realização, é um mecanismo para prevenção de rotação tipo pino-anel 19, em que um pino para prevenção de rotação 19B, encaixado em um furo de pino provido no alojamento

dianteiro 3, é encaixado de maneira deslizante à superfície circunferencial interna de um anel para prevenção de rotação 19A encaixado em um furo de anel provido na placa de extremidade orbitante 15A da voluta orbitante 15.

[0039] A voluta fixa 14 tem, no centro da placa de extremidade fixa 14A, uma porta de descarga 14C através da qual um gás refrigerante comprimido é descarregado. Uma válvula de restrição de descarga 21 acoplada à placa de extremidade fixa 14A através de um retentor 20 é disposta na porta de descarga 14C. Um membro de vedação 22, como um Anel-O, é disposto sobre o lado da superfície convexa da placa de extremidade fixa 14A para ficar em contato íntimo com a superfície interna do alojamento traseiro 4, formando, desse modo, uma câmara de descarga 23 dividida do espaço interno do alojamento 2 em relação à superfície interna do alojamento traseiro 4. Com esta configuração, o espaço interno do alojamento 2, à exceção da câmara de descarga 23, fica configurado para servir como uma câmara de entrada 24.

[0040] O gás refrigerante que retorna do ciclo de refrigeração através de uma porta de admissão 25 provida no alojamento dianteiro 3 é levado para a câmara de entrada 24, através da qual o gás refrigerante é levado para as câmaras de compressão 16. Um membro 26 da vedação, como um Anel-O, é disposto sobre a superfície de ligação, entre o alojamento dianteiro 3 e o alojamento traseiro 4, de modo a vedar a câmara de entrada 24 formada no alojamento 2 da atmosfera, de maneira impermeável ao ar.

[0041] No compressor de voluta 1 descrito acima, os volumes V1 e V2, de um par de câmaras de compressão 16 arranjadas em uma configuração simétrica e formadas sobre o lado circunferencial externo extremo pelos envoltórios espirais 14B e 15B da voluta fixa 14 e da voluta orbitante 15, ou seja, os volumes V1 e V2 de um par de câmaras de compressão 16 formadas quando as extremidades circunferenciais externas 14F e 15F dos envoltórios espirais 14B e 15B (ver FIG. 2) entram em contato com o lado da superfície convexa do envoltório espiral da voluta de contraparte, fechando a entrada, são diferentes um do outro. A FIG. 2 mostra os volumes V1 e V2 em uma posição onde a voluta orbitante 15 foi girado para a direita

por, aproximadamente, 155 graus a partir de uma posição de fechamento de entrada.

[0042] A relação entre o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B da voluta fixa 14 a partir do fechamento de entrada, e o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B da voluta orbitante 15 serão descritos abaixo em detalhe usando-se as FIGs. 2 e 4. Na FIG. 2, θ indica um ângulo de avanço das extremidades circunferenciais externas 14F e 15F dos envoltórios espirais fixos 14B e do envoltório espiral orbitante 15B para posições onde as porções em degraus 14E e 15E são providas. Tipicamente, as porções em degraus 14E e 15E são providas em posições no mesmo ângulo de avanço θ .

[0043] Entretanto, neste modo de realização, o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B, e o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B, são diferenciados. Consequentemente, quando a relação entre os volumes V1 e V2 é ajustada de modo que $V1 > V2$ para obter um momento de torção que equilibre e atue em uma direção oposta a um momento de torção (momento de rotação) na direção orbital provocado por uma força de reação de compressão ou por uma força centrífuga aplicada à voluta orbitante 15 durante a operação, a porção em degrau 14E sobre o lado da voluta fixa 14, presente na câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B, é deslocada para a extremidade circunferencial interna do envoltório espiral fixo 14B por um ângulo predeterminado e disposta em uma posição em um ângulo de avanço θ_1 . Desse modo, o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B, é tornado maior do que o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B.

[0044] Ao contrário do acima, quando a relação entre os volumes V1 e V2 é

ajustada de modo que $V1 < V2$, para obter um momento de torção que atue na mesma direção que um momento de torção (momento de rotação) na direção orbital, provocado por uma força de reação de compressão ou por uma força centrífuga aplicada à voluta orbitante 15 durante a operação, a porção em degrau 15E, sobre o lado da voluta orbitante 15 presente na câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B, é deslocada para a extremidade circunferencial interna do envoltório espiral orbitante 15B por um ângulo predeterminado e disposta em uma posição em um ângulo de avanço θ_2 . Desse modo, o volume $V2$ da câmara de compressão 16, formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B, é tornado maior do que o volume $V1$ da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B.

[0045] Como foi descrito acima, é óbvio da vista desdobrada mostrada na FIG. 4, que o volume $V1$, ou $V2$, pode ser aumentado para se obter $V1 > V2$ ou $V1 < V2$ deslocando-se as posições das porções em degraus 14E e 15E das posições em um ângulo de avanço θ para posições no ângulo de avanço θ_1 ou θ_2 em direção à extremidade circunferencial interna dos envoltórios espirais 14B e 15B. Embora a descrição acima tenha sido direcionada para um exemplo em que as posições das porções em degraus 14E e 15E da câmara de compressão 16, cujo o volume deve ser aumentado, sejam deslocadas em direção à extremidade circunferencial interna dos envoltórios espirais 14B e 15B, os volumes $V1$ e $V2$, de um par das câmaras de compressão 16, também podem ser desequilibrados deslocando-se as porções em degraus 14E e 15E da câmara de compressão 16, que fazem um par com a câmara de compressão 16 cujo volume deve ser aumentado, em direção à extremidade circunferencial externa dos envoltórios espirais 14B e 15B.

[0046] Com a configuração descrita acima, este modo de realização provê as seguintes vantagens.

[0047] Quando uma fonte de acionamento externa transmite uma força motriz giratória para a árvore de manivelas 6 através de uma polia e de uma embreagem eletromagnética (não mostradas) para girar a árvore de manivelas 6, a voluta

orbitante 14, conectada ao pino de manivela móvel 6C através da bucha de acionamento 10, do anel cilíndrico (bucha flutuante) 11, e do mancal de acionamento 12 de modo a prover um raio orbital variável, é revolvido orbitalmente e acionado ao redor da voluta fixa 15 com um raio orbital predeterminado, enquanto é impedido de girar pelo mecanismo para prevenção de rotação tipo pino-anel 19.

[0048] Quando a voluta orbitante 15 é revolvida e acionado orbitalmente, o gás refrigerante na câmara de entrada 24 é levado para um par de câmaras de compressão 16 formadas sobre o lado circunferencial externo extremo na direção do raio. Após a entrada ser fechada em uma posição predeterminada de ângulo orbital, as câmaras de compressão 16 são movidas em direção ao centro, enquanto o volume das mesmas é reduzido na direção circunferencial e na direção da altura do envoltório. O gás refrigerante é comprimido durante este tempo e, quando as câmaras de compressão 16 alcançam posições em que se comunicam com a porta de descarga 14C, abrem a válvula de restrição de descarga 21. Como resultado, o gás comprimido a alta temperatura e alta pressão é descarregado na câmara de descarga 23 e direcionado para fora do compressor de voluta 1 através da câmara de descarga 23.

[0049] Durante a operação de compressão descrita acima, a voluta orbitante 15 recebe um momento de torção (momento de rotação) na direção orbital (aqui, no sentido horário) provocado por uma força de reação de compressão, por uma força centrífuga, ou similar, do gás. O mecanismo para prevenção de rotação 19 recebe este momento de torção, impedindo, desse modo, a rotação da voluta orbitante 15. Entretanto, devido ao fato dos componentes do mecanismo para prevenção de rotação 19, a voluta fixa 14, e a voluta orbitante 15 terem tolerâncias dimensionais ou tolerâncias de montagem, a rotação não pode ser completamente impedida, e alguma folga dentro das tolerâncias é permitida.

[0050] Quando a voluta orbitante 15 recebe forças em várias direções devido a esta folga, o comportamento do mesmo se torna instável, permitindo que a voluta orbitante gire de maneira oscilatória (vibração) na direção orbital ou na direção oposta. Como resultado, os envoltórios espirais 14B e 15B da voluta fixa 14 e da

voluta orbitante 15, bem como, o anel 19A e o pino 19B do mecanismo para prevenção de rotação 19, entram em contato e são separados um do outro, provocando ruído de impacto e a degradação no desempenho devido ao vazamento de gás. Para impedir estas situações, neste modo de realização, os volumes V1 e V2, de um par das câmaras de compressão 16 formadas quando a entrada é fechada, são desequilibrados, e um momento de torção na direção orbital, ou na direção oposta, é aplicado à voluta orbitante 15 pela pressão da câmara de compressão 16 que tem um volume maior, estabilizando, desse modo, o comportamento da voluta orbitante 15.

[0051] Com esta configuração, a voluta orbitante 15 pode ser impedida de girar de maneira oscilatória (vibração). Por conseguinte, não há nenhuma necessidade de ajustar um vão maior do que 0 (zero) para prover, antecipadamente, uma torsão entre os envoltórios espirais 14B e 15B da voluta fixa 14 e da voluta orbitante 15 cortando-se as faces de envoltório ou deslocando-se as posições em que o pino para prevenção de rotação e o pino de pressão estão dispostos, como na configuração convencional. Desse modo, é possível impedir uma redução no valor absoluto do desempenho e a ocorrência do ruído anormal, melhorar e estabilizar o desempenho, e reduzir o ruído da operação.

[0052] Mais especificamente, a relação entre o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B da voluta fixa 14, e o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B da voluta orbitante 15 é ajustada de modo que $V1 > V2$, deslocando-se a posição da porção em degrau 14E sobre o lado da voluta fixa 14 em direção à extremidade circunferencial interna do envoltório para a posição em um ângulo de avanço $\theta 1$. Desse modo, um momento de torção na direção orbital, provocado por uma força de reação de compressão ou por uma força centrífuga e aplicado à voluta orbitante 15, pode ser equilibrado por um momento de torção na direção oposta à direção orbital, provocado pela pressão da câmara de compressão 16 que tem um volume V1 maior e formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B.

[0053] Como resultado, a voluta orbitante 15 pode ser impedido de girar de maneira oscilatória (vibração) na direção orbital. Em particular, é possível impedir a degradação no desempenho e a ocorrência de ruído anormal devido a um momento de torção aplicado à voluta orbitante 15, para melhorar e estabilizar o desempenho, e para reduzir o ruído da operação, sem prover um vão, apesar de a abertura ideal ser 0 (zero).

[0054] Ao contrário do caso acima, ajustando-se a relação entre o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B da voluta fixa 14, e o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B da voluta orbitante 15 de modo que $V1 < V2$, deslocando-se a posição da porção em degrau 15E da voluta orbitante 15 em direção à extremidade circunferencial interna do envoltório para a posição em um ângulo de avanço θ_1 , mesmo em um caso onde um momento de torção na direção orbital aplicado à voluta orbitante 15, dependendo das condições de operação, esteja invertido, este momento pode ser suprimido por um momento de torção na direção orbital provocado pela pressão da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B e tendo um volume V2 maior. Por conseguinte, é possível impedir a degradação no desempenho e a ocorrência de ruído anormal devido ao momento de torção invertido aplicado à voluta orbitante 15, para melhorar e estabilizar o desempenho, e para reduzir o ruído da operação.

[0055] Por exemplo, na voluta orbitante 15 com um centro de gravidade deslocado (o centro da placa de extremidade é deslocado do centro do círculo de base do envoltório espiral), um momento de torção é invertido para os 180 graus da posição completamente oposta em uma órbita, o que pode desestabilizar o comportamento da voluta orbitante 15 e gerar ruído anormal devido ao deslocamento do contato do mecanismo para prevenção de rotação¹⁹. Entretanto, pela geração e aplicação de um momento de torção na mesma direção que um momento de torção na direção orbital, provocado por uma força de reação de compressão ou por uma força centrífuga e aplicado à voluta orbitante 15 pela

pressão da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B tendo um volume V_2 maior, o momento de torção pode ser impedido da inversão, desse modo, o contato entre os envoltórios espirais 14B e 15B das volutas 14 e 15, bem como, o mecanismo para prevenção de rotação 19, podem ser tornados constantes em uma direção. Por conseguinte, os vários problemas devido ao momento de torção invertido aplicado à voluta orbitante 15 podem ser resolvidos.

[0056] Além disso, o volume V_1 , da câmara de compressão 16 formada sobre lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B, e o volume V_2 , da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B, podem ser facilmente desequilibrados deslocando-se as posições de provimento das porções em degraus 14E e 15E, presentes em um par de câmaras de compressão 16, na direção da espiral. Ou seja, quando o volume V_1 , da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B, deve ser aumentado, $V_1 > V_2$ pode ser obtido deslocando-se a porção em degrau 14E em direção à extremidade circunferencial interna do envoltório. Ao contrário, quando o volume V_2 , da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B, tem que ser aumentado, $V_2 > V_1$ pode ser obtido deslocando-se a porção em degrau 15E em direção à extremidade circunferencial interna do envoltório. Desse modo, os volumes V_1 e V_2 , de um par de câmaras de compressão 16, podem ser facilmente desequilibrados utilizando-se as vantagens estruturais do compressor de voluta escalonado 1.

Segundo Modo de Realização

[0057] Em seguida, será descrito um segundo modo de realização da presente invenção usando-se as FIGs. 3 e 4.

[0058] Este modo de realização é diferente do primeiro modo de realização descrito acima devido ao fato dos volumes V_1 e V_2 , de um par de câmaras de compressão 16, serem diferenciados mudando-se a altura na direção axial dos envoltórios espirais sobre o lado circunferencial externo. Uma vez que os outros pontos são os mesmos que os do primeiro modo de realização, as descrições dos

mesmos serão omitidas.

[0059] Neste modo de realização, como mostrado na FIG. 3, o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B, e o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B, são diferenciados, fazendo-se com que os envoltórios espirais 14B e 15B sobre o lado externo da extremidade circunferencial das porções em degraus 14E e 15E da voluta fixa 14 e da voluta orbitante 15 tenham alturas diferentes na direção axial.

[0060] Ou seja, assumindo-se que a dimensão da superfície basal sobre o lado circunferencial externo da porção em degrau 14E (15E) de uma voluta 14 (15) até a superfície basal sobre o lado circunferencial interno da porção em degrau 15E da etapa (14E) da outra voluta 15 (14) seja L, a altura da porção em degrau 14E (15E) de uma voluta 14 (15) é l, e a altura da porção em degrau 15E (14E) da outra voluta 15 (14) é $l - \alpha$, fazendo-se com que os envoltórios espirais 14B e 15B sobre o lado da extremidade circunferencial externa das porções em degraus 14E e 15E tenham alturas diferentes na direção axial ($L + l$ e $L + l - \alpha$), o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B, e o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B, são desequilibrados (ver FIG. 4).

[0061] Embora a FIG. 3 mostre um exemplo em que a relação entre o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B da voluta fixa 14, e o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B da voluta orbitante 15, seja $V1 < V2$, $V1 > V2$ pode ser obtido invertendo-se a relação entre a altura l e $l - \alpha$ das porções em degraus 14E e 15E.

[0062] Como foi descrito, fazendo-se com que os envoltórios espirais 14B e 15B sobre o lado da extremidade circunferencial externa das porções em degraus 14E e 15E tenham alturas diferentes na direção axial ($L + l$ e $L + l - \alpha$), os volumes V1 e V2, de um par das câmaras de compressão 16 formadas quando a entrada é fechada,

podem ser facilmente diferenciados. Ou seja, quando o volume V1, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo 14B tem que ser aumentado, $V1 > V2$ pode ser obtido aumentando-se a altura na direção axial do envoltório espiral fixo 14B que constitui a câmara de compressão 16 sobre o lado circunferencial externo (= a altura da porção em degrau). Ao contrário, quando o volume V2, da câmara de compressão 16 formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante 15B tiver que ser aumentado, $V2 > V1$ pode ser obtido aumentando-se a altura na direção axial do envoltório espiral orbitante 15B que constitui a câmara de compressão 16 sobre o outro lado circunferencial externo (= a altura da porção em degrau). Por conseguinte, os volumes V1 e V2, de um par das câmaras de compressão 16, podem ser facilmente desequilibrados.

[0063] A presente invenção não está limitada ao modo de realização descrito acima e pode, apropriadamente, ser modificada dentro de um escopo que não fuja do espírito da mesma. Por exemplo, embora tenha sido descrito no modo de realização descrito acima, um exemplo em que a invenção é aplicada a um compressor de voluta do tipo aberto 1 acionado pela força motriz suprida do exterior, ela é, naturalmente, aplicável a um compressor de voluta do tipo fechado que acomode um motor elétrico servindo como uma fonte de força motriz. Embora o mecanismo para prevenção de rotação 19 para a voluta orbitante 15 tenha sido descrito como um mecanismo para prevenção de rotação de um tipo anel de pino, ele pode ser um mecanismo para prevenção de rotação de outro tipo, como do tipo anel de Oldham. Além disso, o mecanismo de manivela de acionamento não é limitado àquele de acordo com os modos de realização descritos acima, que é de um tipo oscilante, e um mecanismo de manivela de acionamento de outro tipo pode ser usado.

Lista de Sinais de Referência

- 1 compressor de voluta
- 14 voluta fixa
- 14A placa de extremidade fixa

- 14B envoltório espiral fixo
- 14E porção em degrau
- 15 voluta orbitante
- 15A placa de extremidade orbitante
- 15B envoltório espiral orbitante
- 15E porção em degrau
- 16 câmara de compressão
- 19 mecanismo para prevenção de rotação
- V1 volume da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo
- V2 volume da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante
- $\theta 1$ ângulo de avanço da porção em degrau da voluta fixa deslocado na direção da espiral
- $\theta 2$ ângulo de avanço da porção em degrau da voluta orbitante deslocado na direção da espiral
- $L + l - \alpha$ altura na direção axial do envoltório espiral orbitante
- $L + l$ altura na direção axial do maior envoltório espiral orbitante

REIVINDICAÇÕES

1. Compressor de voluta caracterizado pelo fato de compreender:

uma voluta fixa em que um envoltório espiral fixo é disposto verticalmente sobre uma superfície de uma placa de extremidade fixa;

uma voluta orbitante em que um envoltório espiral orbitante é disposto verticalmente sobre uma superfície de uma placa de extremidade orbitante, a voluta orbitante sendo gradeada com a voluta fixa formando uma pluralidade de câmaras de compressão arranjadas em uma configuração de ponto simétrico; e

um mecanismo para prevenção de rotação que permite que a voluta orbitante revolva orbitalmente ao redor da voluta fixa enquanto impede a rotação da voluta orbitante,

onde a voluta fixa e a voluta orbitante têm, cada uma, uma porção em degrau em uma posição arbitrária na direção da espiral do envoltório espiral, o envoltório espiral tendo uma altura de envoltório maior sobre um lado circunferencial externo do que sobre um lado circunferencial interno, e

onde um par de câmaras de compressão arranjadas em uma configuração de ponto simétrico entre as câmaras de compressão é configurado de modo que um volume V1, da câmara de compressão formada sobre um lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa quando a entrada é fechada, e um volume V2, da câmara de compressão formada sobre um lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, sejam diferentes.

2. Compressor de voluta de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de.

uma relação entre o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, ser $V1 > V2$.

3. Compressor de voluta de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de:

uma relação entre o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, ser $V1 < V2$.

4 Compressor de voluta de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de:

o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e o volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, serem diferenciados um do outro pelo deslocamento das posições em que as porções em degrau presentes nas câmaras de compressão são providas na direção da espiral.

5. Compressor de voluta de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de:

o volume V1, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral fixo da voluta fixa, e do volume V2, da câmara de compressão formada sobre o lado da superfície côncava do envoltório espiral orbitante da voluta orbitante, serem diferenciados mudando-se uma altura em uma direção axial do lado circunferencial externo dos envoltórios espirais que formam as respectivas câmaras de compressão.

FIG. 1

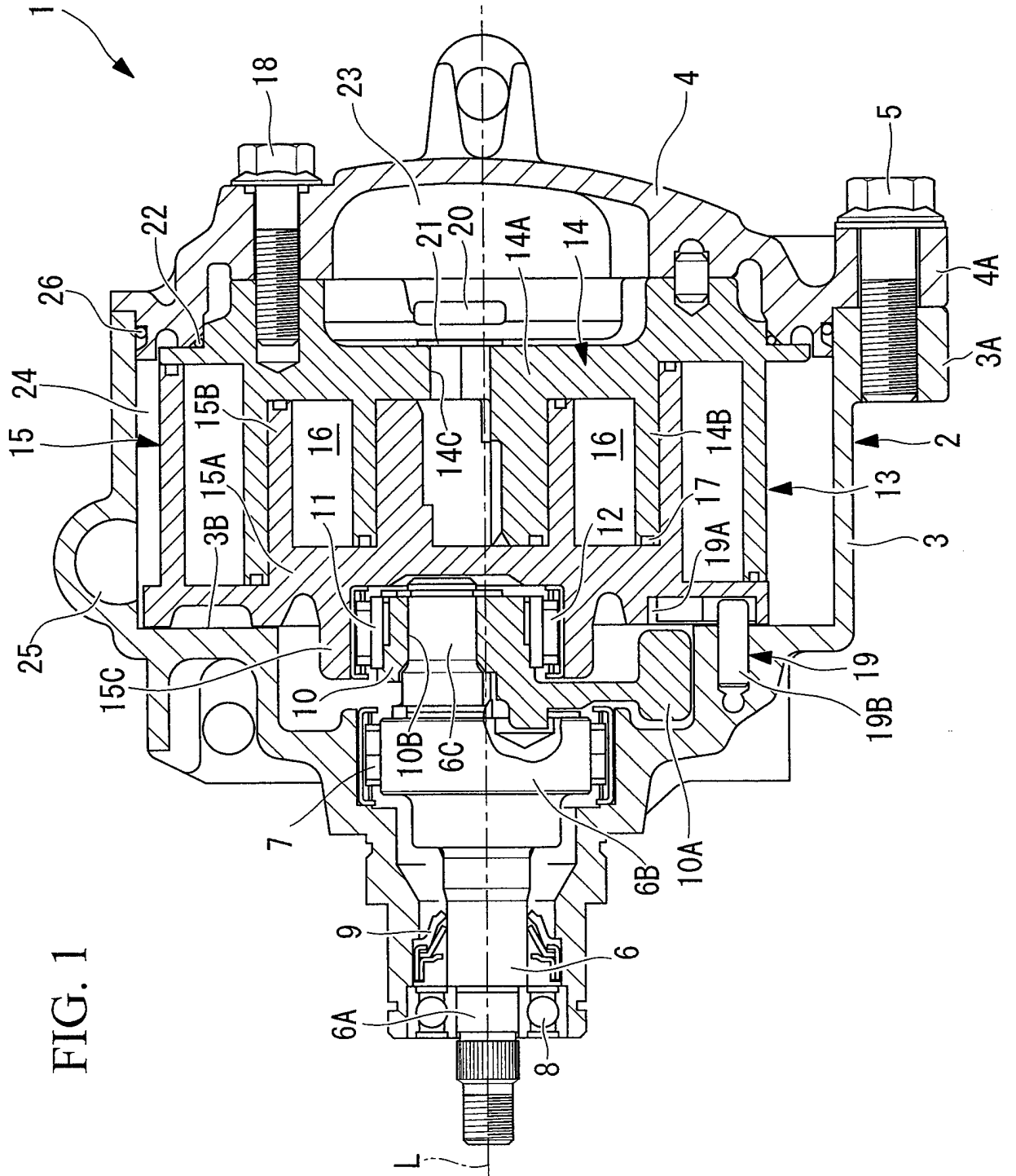
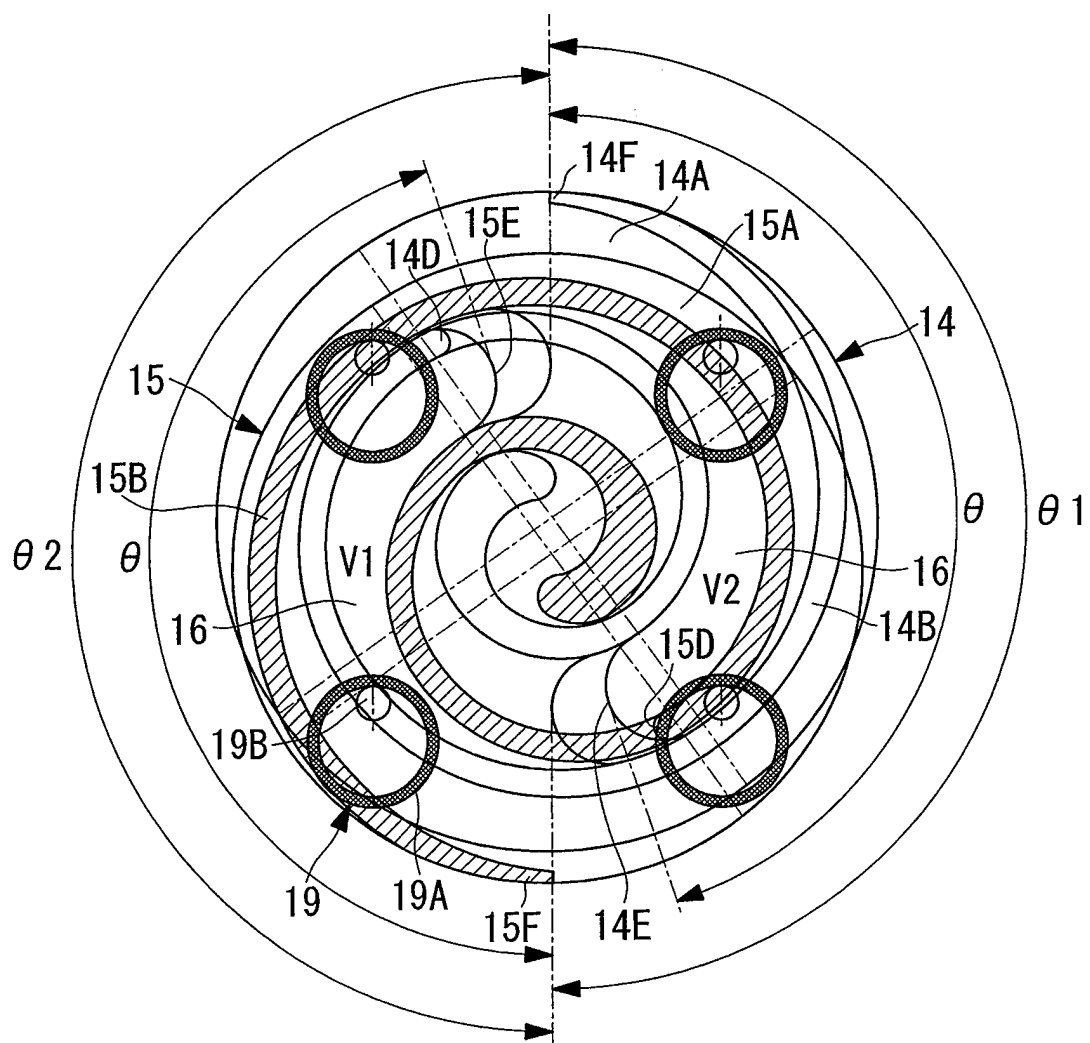


FIG. 2



10

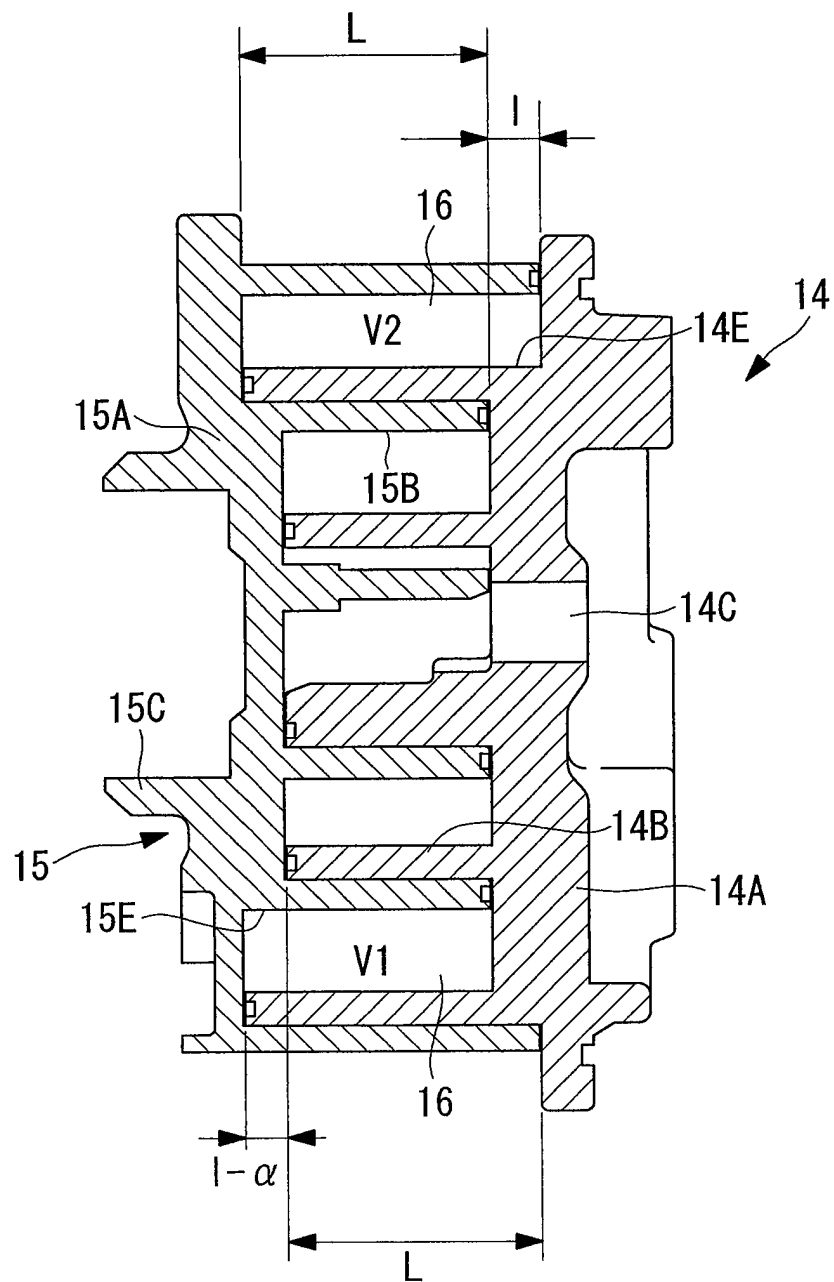


FIG. 4

