



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e Comércio Exterior  
Instituto Nacional de Propriedade Industrial

(21) **PI0708364-5 A2**

(22) Data de Depósito: 26/02/2007  
(43) Data da Publicação: 24/05/2011  
(RPI 2107)



(51) *Int.Cl.:*  
F04C 29/00 2006.01  
C22C 37/10 2006.01  
F04B 39/00 2006.01  
F04C 18/02 2006.01

(54) Título: **COMPONENTE DESLIZANTE DE COMPRESSOR, BASE DE COMPONENTE DESLIZANTE, COMPONENTE DE ROLAMENTO, E COMPRESSOR**

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2006 JP 2006-053141, 01/03/2006 JP 2006-055129, 02/03/2006 JP 2006-056276, 14/03/2006 JP 2006-069141, 17/03/2006 JP 2006-074692, 18/04/2006 JP 2006-114819, 14/09/2006 JP 2006-250058, 15/09/2006 JP 2006-251427, 29/09/2006 JP 2006-269128, 28/02/2006 JP 2006-053141, 18/04/2006 JP 2006-114819, 14/09/2006 JP 2006-250058, 15/09/2006 JP 2006-251427, 29/09/2006 JP 2006-269128, 28/02/2006 JP 2006-053141, 17/03/2006 JP 2006-074692, 18/04/2006 JP 2006-114819, 14/09/2006 JP 2006-250058, 15/09/2006 JP 2006-251427, 29/09/2006 JP 2006-269128, 18/04/2006 JP 2006-114819, 14/09/2006 JP 2006-250058, 15/09/2006 JP 2006-251427, 29/09/2006 JP 2006-269128, 28/02/2006 JP 2006-053141, 01/03/2006 JP 2006-055129, 18/04/2006 JP 2006-114819, 01/03/2006 JP 2006-055129, 17/03/2006 JP 2006-074692, 29/09/2006 JP 2006-269128, 01/03/2006 JP 2006-055129, 18/04/2006 JP 2006-114819, 14/09/2006 JP 2006-250058, 29/09/2006 JP 2006-269128, 28/02/2006 JP 2006-053141, 17/03/2006 JP 2006-074692, 28/02/2006 JP 2006-053141, 17/03/2006 JP 2006-074692, 14/09/2006 JP 2006-250058, 15/09/2006 JP 2006-251427

(73) Titular(es): Daikin Industries Ltd.

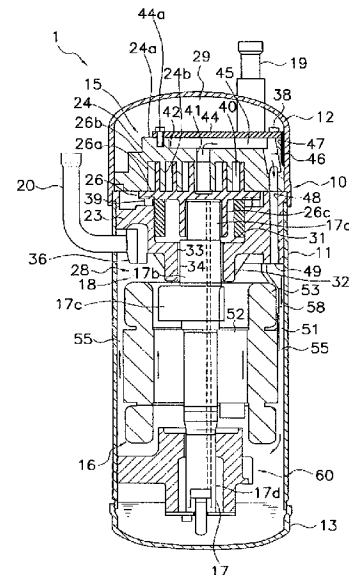
(72) Inventor(es): Hiroyuki Yamaji, Kazuhiro Furusho, Masanori Masuda, Mie Arai, Mikio Kajiwara, Mitsuhiko Kishikawa, Satoshi Yamamoto, Takashi Hirouchi, Yasuhiro Murakami

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007053551 de 26/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/099919 de 07/09/2007

(57) Resumo: COMPONENTE DESLIZANTE DE COMPRESSOR, BASE DE COMPONENTE DESLIZANTE, COMPONENTE DE ROLAMENTO, E COMPRESSOR A presente invenção refere-se a um elemento deslizante para compressor que possua alta resistência à tensão, seja capaz de demonstrar durabilidade suficiente durante a operação, possa ser facilmente "amaciado pelo uso" no menor período de tempo possível, e seja livre de emperramento durante a operação anormal. O elemento deslizante para compressor (17, 23, 24, 26, 39, 60, 96, 310b, 524, 526, 644 646, 724, 726, 734, 736, 817, 821, 823, 824, 825, 826, 827, 921, 924) possui um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor do que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite, e uma dureza que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, em pelo menos uma parte do elemento deslizante.





**PI0708364-5**

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**COMPONENTE DESLIZANTE DE COMPRESSOR, BASE DE COMPONENTE DESLIZANTE, COMPONENTE DE ROLAMENTO, E COMPRESSOR**".

5 A presente invenção refere-se a um compressor, um elemento deslizante de compressor (parte de rolamento, bloco de cilindro, pistão, cilindro e similares) e uma pré-forma de elemento deslizante (pré-forma da parte de rolamento, pré-forma do bloco de cilindro, pré-forma do pistão, pré-forma do cilindro e similares).

Técnica Antecedentes

10 Um método de fabricação de um elemento deslizante de compressor é proposto (por exemplo, vide documento de patente 1) no qual "uma pré-forma de elemento deslizante de compressor é fabricada por fundição em matriz semifundida." A adoção desse método de fabricação permite que uma alta resistência à tensão e alta rigidez sejam obtidas em comparação com a adição de fundição com areia.

15 Documento de Patente 1 - Pedido de patente japonês publicado No 2005-36693.

Documento de Patente 2 - Pedido de modelo de utilizado japonês publicado No. 4-134686.

20 Descrição da Invenção

Problemas que a Invenção deve Solucionar

25 Em um compressor por rolamento, por exemplo, a extremidade distal de uma ponta de dente de um rolamento é normalmente determinada de forma que um espaço inicial seja fornecido considerando-se a deformação durante a operação. Isso porque quando uma parte da ponta do dente do rolamento faz contato durante a operação, espaços grandes são formados em outra parte da ponta de dente, a superfície de suporte de impulsão torna-se instável, a função não pode ser obtida, o rolamento móvel se torna intercalado entre o rolamento fixo e outros componentes, dano ocorre, o desempenho é reduzido, ou outros problemas surgem. No entanto, o contato

30 da ponta do dente pode ocorrer durante a operação devido à tolerância de usinagem das partes, a condição de montagem com base na tolerância ge-

ométrica e/ou tolerância combinada, e um aumento na temperatura dentro do rolamento. O problema é solucionado gradualmente (esse fenômeno é referido como amaciamento pelo uso) pela operação do compressor nesse estado e a criação de desgaste nas extremidades distais dos dentes do rolamento que estão em contato com o rolamento fixo ou rolamento móvel. Em outras palavras, ao invés de se garantir a dureza máxima no rolamento móvel e no rolamento fixo que é o mais duro possível, uma dureza é necessária que demonstre durabilidade suficiente e que permita o amaciamento em uso o mais rápido possível. Quando a dureza do rolamento móvel e do rolamento fixo é extremamente alta, a resistência a emperramento é degradada, emperramento ocorre entre as extremidades dos dentes e as bases dos dentes (particularmente na parte central) no envoltório do compressor por rolamento durante a operação de redução de bombeamento (que ocorre prontamente quando uma válvula fechada foi inadvertidamente deixada não aberta durante a instalação, ou em uma operação de recuperação de refrigerante durante a movimentação e nova instalação) ou operação de falta de gás (que ocorre quando o refrigerante é carregado de forma insuficiente, vazou a partir da tubulação, ou se tornou insuficiente por algum outro motivo), e o compressor provavelmente quebrará e precisará ser substituído. Por outro lado, quando a dureza do rolamento móvel e do rolamento fixo é extremamente baixa, a resistência à abrasão é reduzida, a abrasão anormal (da ordem de várias dezenas de micrômetros) ocorre durante a operação anormal de curto prazo (operação de redução de bombeamento, operação de falta de gás, e similares), o espaço nas extremidades distais da parte de rolamento durante a operação normal se torna excessivo, e o desempenho é reduzido. Em casos extremos, a operação deve se tornar impossível visto que o gás de descarga se torna muito quente devido a uma redução no desempenho causado pelo vazamento de gás. Normalmente, a parte de rolamento do rolamento móvel e do rolamento fixo exige o esmerilhamento de extremidade, e problemas de vida útil de ferramenta e resistência ao corte, portanto, ocorrem prontamente quando a dureza é muito alta. Em outras palavras, quando o rolamento móvel e o rolamento fixo exigem usinagem, um nível de dureza é necessário

para permitir que uma capacidade de usinagem suficiente seja alcançada e ainda forneça durabilidade suficiente após a finalização. Por outro lado, quando a dureza do rolamento móvel e do rolamento fixo são extremamente baixas, uma borda de acúmulo é formada prontamente e a moagem é impedida visto que a ductilidade do rolamento móvel e do rolamento fixo é excessivamente alta. Portanto, desse ponto também, o rolamento móvel, o rolamento fixo, e similar devem ter dureza suficiente.

O mesmo se aplica à produção de tal dureza adequada no pistão e bloco de cilindro de um compressor de balanço, e em um cilindro ou bloco de cilindro de um compressor rotativo. Em particular, a produção de tal dureza adequada em um pistão e bloco de cilindro é tão importante quanto à produção de tal dureza adequada em uma parte de rolamento de um compressor por rolamento visto que o bloco de cilindro e o pistão sempre fazem contato na mesma posição em um compressor de balanço.

Um objetivo da presente invenção é fornecer um elemento deslizante que tenha alta resistência à tensão, possa demonstrar durabilidade suficiente durante a operação, seja prontamente "amaciado pelo uso" tão logo possível, e não emperre durante a operação anormal, e para fornecer um compressor que incorpore tal elemento deslizante. Outro objetivo da presente invenção é fornecer uma pré-forma de elemento deslizante de compressor que exiba boa capacidade de usinagem.

#### Meios de se Solucionar os Problemas

O elemento deslizante de compressor de acordo com um primeiro aspecto é um elemento deslizante possuindo um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor do que o floco de grafite e ferro fundido com flocos de grafite, e uma dureza que é superior a HRB 90 mas inferior a HRB 100 em pelo menos uma parte do elemento deslizante. A dureza é mais preferivelmente superior a HRB 90 mas inferior a HRB 95. A dureza pode ser ajustada por um tratamento com calor que segue a moldagem. Como utilizado aqui, o termo "elemento deslizante" se refere a um elemento deslizante para compressor, e

exemplos incluem os componentes a seguir de um compressor por rolamento: rolamento móvel, rolamento fixo, suporte, eixo rotativo (virabrequim), um elemento de prevenção de rotação, e uma bucha deslizante (bloco deslizante), além dos componentes a seguir de um compressor de balanço e um compressor rotativo: um bloco de cilindro, um cabeçote dianteiro, um cabeçote traseiro, uma placa intermediária e eixo rotativo (virabrequim), um pistão e um cilindro. Quando um "elemento deslizante" é um bloco de cilindro de um compressor de balanço ou um compressor rotativo, a dureza de pelo menos a parte de parede na qual o furo do cilindro é formado pode ser superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. Quando a dureza do elemento deslizante é de HRB 90 ou menos, o elemento deslizante apresenta baixa resistência à abrasão, abrasão anormal (da ordem de várias dezenas de micrometros) ocorre durante períodos curtos de operação anormal (operação de redução de bombeamento, operação com gás insuficiente, ou similar), um espaço na extremidade distal da parte de rolamento durante a operação normal se torna excessivamente grande, e o desempenho é reduzido. Em casos extremos, o desempenho é reduzido devido ao vazamento de gás, o gás de descarga se torna excessivamente quente, e a operação pode não ser mais possível. Quando o elemento deslizante é uma parte de rolamento, é possível que o efeito de maior resistência à tensão da parte de rolamento como resultado da resistência à tensão aperfeiçoada não seja mais suficientemente utilizado. Por outro lado, quando a dureza do elemento deslizante é de HRB 100 ou mais, a resistência a emperramento do elemento deslizante é ruim, o emperramento podendo ocorrer na parte de rolamento durante operação anormal (operação de redução de bombeamento, operação com gás insuficiente, ou similar) quando o elemento deslizante é uma parte do rolamento, e o compressor pode apresentar mau funcionamento e exigir substituição. A faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, corresponde substancialmente à faixa na qual uma razão de área de superfície de ferrita da composição-base é de 50% a 5%. A razão de área de superfície de grafite da composição-base é inferior a 50% e superior a 25%. A proporção de área da superfície de grafite da composição de base

corresponde substancialmente a uma faixa de 6% a 2%. A faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 95, corresponde substancialmente à faixa na qual a razão de área de superfície de ferrita da composição-base corresponde substancialmente a uma faixa que é inferior a 6% e superior a 3%. Tal elemento deslizante de compressor é fabricado por fundição em matriz semifundida ou semi-sólida e fundição de molde metálico do material de ferro descrito acima, então pelo resfriamento rápido do material fundido para converter todo o material em ferro branco, e então ajustando a dureza por tratamento com calor. Quando tal elemento deslizante de compressor é fundido por fundição em matriz semifundida ou fundição em matriz semi-sólida, o material fundido pode ter um formato quase final (um formato que se aproxima do formato final do produto). Por outro lado, o material fundido deve ser trazido para seu formato final por usinagem de precisão quando um elemento deslizante de compressor é moldado por fundição em molde metálico. A resistência à tensão de um artigo moldado pode ser ajustada livremente por tratamento com calor em um artigo moldado obtido pela submissão do ferro possuindo os componentes descritos acima à fundição em matriz semifundida ou semi-sólida e fundição em molde metálico, e depois disso, pelo resfriamento rápido do material moldado para converter todo o material em ferro branco. É aparente que a resistência à tensão de um artigo moldado fabricado através do tratamento com calor está em uma relação proporcional com a dureza do artigo moldado. A faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, corresponde substancialmente a uma faixa na qual a resistência à tensão é de cerca de 600 MPa a 900 MPa. Em outras palavras, o controle da resistência à tensão do artigo moldado pode ser substituída com a dureza, que é fácil de se medir. Existem também méritos quando o elemento deslizante é uma parte de rolamento visto que o grau de liberdade de desenho é consideravelmente aperfeiçoado, e a parte de rolamento possui um diâmetro reduzido e é fornecida com maior capacidade. Portanto, o elemento deslizante do compressor demonstra maior resistência à tensão do que um elemento deslizante constituído por ferro fundido com flocos de grafite. Com base nos resultados experimentais obtidos pela

presente invenção, é aparente que quando a dureza está em uma faixa que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, o elemento deslizante pode demonstrar durabilidade suficiente durante a operação do compressor, a amaciamento em uso pode ocorrer tão logo possível, e emperramento durante a operação anormal não ocorre. Visto que o elemento deslizante exibe uma dureza adequada, existem méritos visto que o elemento deslizante não é facilmente danificado e é fácil de se manusear. Resumindo o acima exposto, o elemento deslizante do compressor possui alta resistência à tensão, demonstra durabilidade suficiente durante a operação, pode ser "amaciado pelo uso" o mais cedo possível, e não sofre emperramento durante a operação anormal. O elemento deslizante do compressor é fabricado por um processo no qual o ferro possuindo componentes tal como os descritos acima é submetido à fundição em matriz semifundida ou semi-sólida e a fundição em molde metálico, é então rapidamente resfriado para converter todo o material em ferro branco, e é, depois disso, tratado com calor. Portanto, os méritos e outras vantagens podem ser obtidos visto que a perda de impulsão pode ser reduzida devido a um diâmetro pequeno, e uma maior capacidade pode ser obtida pela redução da espessura dos componentes, e danos têm menos chances de ocorrer com relação à inclusão de matéria estranha e um aumento súbito de pressão interna devido à maior robustez em comparação com o material FC. Mesmo se danos ocorressem, arranhões pequenos não são produzidos e os tubos não precisam ser limpos. Tal compressor pode ser considerado como adequado nos casos nos quais uma atualização é necessária.

25 O elemento deslizante do compressor de acordo com um segundo aspecto é o elemento deslizante do compressor de acordo com o primeiro aspecto, sendo fabricado por fundição de matriz semifundida ou fundição em matriz semi-sólida, então pelo resfriamento rápido e então por um tratamento com calor.

30 Esse elemento deslizante de compressor é fabricado por fundição em matriz semifundida ou fundição em matriz semi-sólida, então pelo resfriamento rápido e então por um tratamento com calor. Consequentemen-

te, a pré-forma de elemento deslizante pode ser feita em um formato quase final. Portanto, o elemento deslizante do compressor pode reduzir os custos com usinagem e pode ser fabricado a um custo mais baixo.

5 O elemento deslizante do compressor de acordo com um terceiro aspecto é o elemento deslizante de compressor de acordo com o primeiro aspecto, sendo fabricado por fundição em molde metálico, então pelo resfriamento rápido, e então por um tratamento com calor.

10 Esse elemento deslizante de compressor é fabricado por fundição em molde metálico, então pelo resfriamento rápido, e então por um tratamento com calor. Conseqüentemente, a pressão necessária na etapa de moldagem pode ser mantida baixa. Portanto, um aparelho de pressionamento ou um aparelho de aquecimento na fundição em matriz não é necessário, e os custos com equipamento podem ser reduzidos. Como resultado disso, o elemento deslizante do compressor reduz os custos de moldagem e pode  
15 ser fabricado a um custo mais baixo.

O elemento deslizante do compressor de acordo com um quarto aspecto é o elemento deslizante do compressor de acordo com qualquer um dos primeiro a terceiro aspectos, onde a razão da intensidade tensão no módulo Young é de 0,0046 ou menos. O módulo Young é preferivelmente de  
20 175 a 190 GPa.

Um elemento deslizante de compressor produzido por fundição em matriz no qual um material de ferro semifundido (semi-sólido) é pressionado dentro de um molde para fabricar uma fundição é submetido a tratamento com calor sendo mantido a uma temperatura prescrita por um tempo  
25 prescrito, e tenso a velocidade de resfriamento ajustada, onde a resistência à tensão pode ser aperfeiçoada em comparação com um material convencional tal como FC250.

No entanto, descobriu-se que quando a resistência à tensão é aumentada para um nível não realizado de forma convencional, outros problemas ocorrem quando a razão (H/T), que é a razão de altura (H) para espessura (T) da parte de rolamento do rolamento, é determinada com base  
30 apenas no ponto de vista da resistência que impediria danos causados por

fatiga, como de forma convencional. Em outras palavras, quando a razão (H/T) é excessivamente alta devido à resistência, desvantagens são notadas visto que a tolerância à usinagem da moagem de extremidade ou similar e a velocidade de corte não podem ser aumentadas mesmo quando não existe problema em termos de intensidade, visto que a quantidade de deformação (quantidade de flexionamento) da parte de rolamento se torna excessiva durante o corte, o tempo de usinagem pode ser estendido, a quantidade de deformação (quantidade de flexionamento) da parte de rolamento aumenta durante a operação do compressor, o desempenho é reduzido, e o ruído do contato com o rolamento contrário aumenta.

Em vista do acima, na presente invenção, a razão da resistência à tensão com relação ao módulo de Young do rolamento depois do processamento com calor é determinada de forma que os custos não sejam incorridos para se alcançar uma intensidade excessiva no tratamento com calor. A determinação é baseada na pesquisa para determinar o nível de resistência à tensão que é suficiente do ponto de vista da resistência à fadiga. Nessa determinação, a razão (H/T) da parte de rolamento é determinada com consideração sendo dada ao limite superior necessário da quantidade de deformação da parte de rolamento do ponto de vista do tempo de usinagem, redução de desempenho, e ruído.

Especificamente, o aumento na intensidade por tratamento com calor é limitado de forma que a razão da resistência à tensão com relação ao módulo Young seja determinada para 0,0046 ou menos. Visto que a razão da resistência à tensão com relação ao módulo Young é determinada dessa forma, uma situação é evitada na parte de rolamento de acordo com a presente invenção na qual a parte de rolamento é submetida a um aumento excessivo na intensidade visto que o tratamento por calor que envolve os custos e o tempo, e o tratamento com calor podem ser realizado de forma adequada.

É ilógico se estender de forma inversa o tratamento com calor para manter a intensidade baixa, e visto que a falha pode ocorrer visto que a resistência à abrasão é reduzida quando a razão de ferrita da estrutura me-

tálica é aumentada, a razão da resistência à tensão com relação ao módulo de Young é preferivelmente mantida em 0,0033 ou mais.

Quando tal rolamento é incorporado em um compressor por rolamento que é incorporado a um circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual R410A é utilizado como um refrigerante, o valor obtido pela divisão de comprimento (doravante referido como uma altura de parte de rolamento (H)) na direção ortogonal para a parte de placa plana da parte de rolamento pela espessura (doravante referido como uma espessura de parte de rolamento (T)) da parte de rolamento é preferivelmente mantida em 19 ou menos. Além disso, quando tal rolamento é incorporado em um compressor por rolamento que é incorporado em um circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual o dióxido de carbono é utilizado como um refrigerante, o valor obtido pela divisão da altura da parte de rolamento (H) pela espessura da parte de rolamento (T) é preferivelmente mantida em 8 ou menos. A robustez da parte de rolamento (módulo Young) se torna insuficiente quando a altura da parte de rolamento (H) é aumentada com relação à espessura da parte de rolamento (T) e a parte de rolamento é afinada com relação à altura da parte de rolamento. Visto que a moldagem é realizada por uma fundição de matriz semifundida ou semi-sólida e a intensidade é aumentada em comparação com o caso no qual um material tal como um FC250 convencional é utilizado, é preferível que a razão (H/T) seja de 10 ou mais para garantir uma parte de rolamento mais fina para o caso no qual tal rolamento é incorporado a um compressor por rolamento que é incorporado em um circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual R410A é utilizado como um refrigerante. É preferível que a razão (H/T) seja de 2 ou mais para garantir uma parte de rolamento mais fina para o caso no qual tal parte de rolamento é incorporada em um compressor por rolamento que é incorporada a um circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual o dióxido de carbono é utilizado como refrigerante.

O elemento deslizante do compressor de acordo com um quinto aspecto é o elemento deslizante do compressor de acordo com qualquer um dos primeiro a quarto aspectos, onde uma parte do mesmo, por exemplo,

uma área de concentração de tensão ou uma parte deslizante, é tratada no tratamento com calor parcial. Como utilizado aqui, o termo "tratamento com calor parcial" se refere ao uso de um método de aquecimento de alta frequência, um método de aquecimento com laser, ou outro método. A parte de eixo excêntrico e a parte de eixo principal são preferivelmente tratadas no tratamento com calor parcial quando o elemento deslizante é um virabrequim de um compressor incorporado a um circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual dióxido de carbono, R410A, ou outro refrigerante de alta pressão é utilizado como refrigerante. Quando uma parte entalhada é fornecida entre a parte de eixo principal e a parte de eixo excêntrico no virabrequim, a área periférica da parte entalhada é preferivelmente tratada com tratamento com calor parcial. Um peso equilibrado é preferivelmente integralmente formado com o virabrequim. Uma parte de eixo de pino de acionamento interno é preferivelmente tratada com o tratamento com calor parcial quando o elemento deslizante é um rolamento móvel do tipo de acionamento interno de um compressor por rolamento incorporado ao circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual dióxido de carbono, R410A, ou outro refrigerante de alta pressão é utilizado como refrigerante. A parte chave, que é uma parte do elemento deslizante, é preferivelmente tratada com tratamento com calor parcial quando o elemento deslizante é um elemento de prevenção de rotação (por exemplo, um anel Oldham (acoplamento Oldham) ou similar) de um compressor por rolamento incorporado ao circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual dióxido de carbono, R410A, ou outro refrigerante de alta pressão é utilizado como refrigerante. Uma parte de parede na qual um furo de acomodação de bucha é formado é preferivelmente tratada no tratamento com calor parcial quando o elemento deslizante é um bloco de cilindro de um compressor de balanço incorporado no circuito de refrigeração de um aparelho refrigerante no qual dióxido de carbono, R410A, ou outro refrigerante de alta pressão é utilizado como refrigerante. A área periférica da base da parte de lâmina e a área periférica da parte entalhada formada na base da parte de lamina são preferivelmente tratadas no tratamento com calor parcial quando o elemento deslizante é um

pistão de um compressor de balanço incorporado ao circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual dióxido de carbono, R410A, ou outro refrigerante de alta pressão é utilizado como refrigerante. Uma parte de parede na qual um furo de acomodação de aleta é formado é preferivelmente  
5 tratada com tratamento de calor parcial quando o elemento deslizante é um bloco de cilindro de um compressor rotativo incorporado ao circuito refrigerante de um aparelho de refrigeração no qual o dióxido de carbono, R410A, ou outro refrigerante de alta pressão é utilizado como refrigerante.

Esse elemento deslizante de compressor possui uma parte, por  
10 exemplo, uma área de concentração de tensão, uma parte deslizante, ou similar que é tratada com tratamento de calor parcial. Conseqüentemente, a intensidade da fadiga suficiente e uma resistência à abrasão suficiente podem ser impressas à área de concentração de tensão, parte deslizante, ou similar, do elemento deslizante do compressor. Tal elemento deslizante é  
15 particularmente eficiente com relação a um refrigerante de alta pressão, por exemplo, dióxido de carbono ou similar. Visto que a resistência das partes parcialmente tratadas por calor é aumentada, as partes parcialmente tratadas com calor podem ser afinadas e podem ser tornadas mais leves.

O elemento deslizante do compressor de acordo com um sexto  
20 aspecto é o elemento deslizante de compressor de acordo com o quinto aspecto, onde a dureza de um local que é tratado com tratamento por calor parcial é maior que HRC 50, mas inferior a HRC 65.

Com esse elemento deslizante de compressor, a dureza de um local que é tratado com tratamento por calor parcial é maior que HRC 50,  
25 mas menor que HRC 65. Conseqüentemente, a abrasão em tal parte pode ser suficientemente reduzida pela configuração da dureza dessa parte para mais de HRC 50, mas menos de HRC 65 quando, por exemplo, uma parte de suporte ou outra parte possuindo exigências de dureza particulares está presente no elemento deslizante do compressor.

30 O elemento deslizante do compressor de acordo com um sétimo aspecto é o elemento deslizante do compressor de acordo com o quinto ou sexto aspectos, onde um local que é tratado com tratamento de calor parcial

é uma área de concentração de tensão. Como utilizado aqui, o termo "área de concentração de tensão" se refere a uma área periférica da base de uma parte de rolamento do rolamento, uma área entalhada formada nas proximidades do centro do primeiro lado de superfície de placa da parte de placa plana do rolamento, uma área periférica da base da parte de suporte do rolamento, ou outra área.

A área de concentração de tensão desse elemento deslizante de compressor é tratada no tratamento de calor parcial. Consequentemente, nesse elemento deslizante de compressor, as características de bom "amaciamiento pelo uso" são impressas aos elementos deslizantes que exigem capacidade de deslizamento, e resistência à fadiga suficiente é impressa à área de concentração de tensão. Tal elemento deslizante é particularmente eficiente com relação ao refrigerante de alta pressão, por exemplo, dióxido de carbono ou similar.

O elemento deslizante de compressor de acordo com um oitavo aspecto é o elemento deslizante de compressor de acordo com qualquer um dos primeiro a sétimos aspectos, sendo fabricado utilizando um molde possuindo uma convexidade. A convexidade permite que uma parte prescrita nas proximidades de um centro do elemento deslizante seja formada de forma fina. O elemento deslizante é fornecido com uma parte prescrita fina nas proximidades do centro. Como utilizado aqui, o termo "parte prescrita" é, por exemplo, uma parte de formação de abertura ou similar. Quando o elemento deslizante do compressor é uma parte de rolamento, a "parte prescrita" é, por exemplo, uma parte nas proximidades do centro da placa de extremidade, uma parte na qual um furo de descarga deve ser formado nas proximidades do centro, ou outra parte. Nesse caso, o peso da convexidade é preferivelmente determinado de forma que a espessura da parte prescrita nas proximidades do centro do rolamento seja de 4 mm ou menos. Quando o elemento deslizante é um rolamento móvel, um rolamento móvel possuindo uma parte de suporte que encaixa do lado de fora de um eixo de acionamento reduz a geração de furos de assoprimento mais do que um rolamento móvel de um acionador interno no qual a parte de suporte de uma haste só-

lida arredondada encaixa dentro do eixo de acionamento. Quando o elemento deslizante é um rolamento móvel de um acionador interno no qual a parte de suporte de uma haste arredondada sólida encaixa dentro do eixo de acionamento, é preferível que pelo menos uma parte do interior da parte de suporte seja baseado na utilização da convexidade.

Na moldagem semifundida, um material metálico semifundido é moldado em um molde. Conseqüentemente, existe um problema no qual os furos de assopramento ocorrerão prontamente nas partes espessas de um elemento deslizante moldado. Quando um furo é adicionalmente formado na pré-forma em um estado no qual os furos de assopramento estão presentes dentro da pré-forma do elemento deslizante moldado, os furos de assopramento dentro da pré-forma tendem a ser expostos ao exterior através da parte com furos. Quando os furos de assopramento são expostos em uma superfície externa do elemento deslizante, a parte do furo de assopramento exposta se torna prontamente uma fonte para falha por fadiga de um elemento deslizante e pode ter um efeito indesejável na resistência à fadiga.

Em resposta a tal problema, na presente invenção, uma parte prescrita fina é formada nas proximidades do centro do elemento deslizante pela submissão de um material metálico à moldagem semifundida utilizando um molde possuindo uma convexidade. Por essa razão, a ocorrência de furos de assopramento é reduzida nesse elemento deslizante de compressor.

O elemento deslizante de compressor de acordo com um nono aspecto é o elemento deslizante de compressor de acordo com qualquer um do primeiro ao sétimo aspectos, onde uma pré-forma do elemento deslizante fornecida com uma parte prescrita fina nas proximidades de um centro é moldada utilizando-se um molde possuindo uma convexidade que permite que uma parte prescrita nas proximidades do centro seja formada de maneira fina, e um furo vazado seja formado na parte prescrita fina na pré-forma. Como utilizado aqui, o termo "parte prescrita" é, por exemplo, uma parte de formação de abertura ou similar. Quando o elemento deslizante do compressor é uma parte de rolamento, a "parte prescrita" é, por exemplo, uma parte nas proximidades do centro da placa de extremidade, uma parte na qual um

furo de descarga deve ser formado nas proximidades do centro, ou outra parte. Nesse caso, a altura da convexidade é preferivelmente determinada de modo que a espessura da parte prescrita nas proximidades do centro do rolamento seja de 4 mm ou menos. Quando o elemento deslizante é um rolamento móvel, o rolamento móvel possuindo uma parte de suporte que encaixa no lado de fora de um eixo de acionamento reduz a geração de furos de assopramento mais do que uma parte de rolamento móvel de um acionador interno no qual a parte de suporte de uma haste sólida arredondada encaixa dentro do eixo de acionamento. Quando o elemento deslizante é um rolamento móvel de um acionador interno no qual a parte de suporte de uma haste sólida arredondada encaixa dentro do eixo de acionamento, é preferível que pelo menos uma parte do interior da parte de suporte tenha um núcleo utilizando a convexidade.

Esse elemento deslizante de compressor é fabricado por moldagem de uma pré-forma possuindo uma parte prescrita fina nas proximidades do centro com o auxílio de um molde possuindo uma convexidade, e pela formação de um furo vazado na parte prescrita fina na pré-forma. Por essa razão, a ocorrência de furos de assopramento é reduzida no elemento deslizante de compressor. Os furos de assopramento dentro de um deslizador são dificilmente expostos ao exterior quando um furo vazado é formado na parte de formação de abertura, e a degradação na resistência à fadiga pode ser reduzida.

O rolamento de compressor de acordo com um décimo aspecto possui um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite, o rolamento de compressor compreendendo uma parte de placa e uma parte de rolamento. A parte de rolamento se estende a partir de uma primeira superfície de placa da parte de placa em uma direção perpendicular à primeira superfície de placa enquanto um formato de rolamento é mantido. A parte de placa e a parte de rolamento possuem uma dureza que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. É particularmente

preferível que a dureza da parte de rolamento em uma extremidade distal da mesma seja incluída na dureza notada acima. É preferível que a dureza seja superior a HRB 90, mas inferior a HRB 95. Uma faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100 corresponde substancialmente a uma faixa na qual a razão de área de superfície de ferrita da composição de base é de 50% a 5%. A razão de área de superfície de grafite da composição-base corresponde substancialmente a uma faixa de 6% a 2%. A faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 95, corresponde substancialmente a uma faixa na qual a razão de área de superfície de ferrita da composição-base é inferior a 50% e superior a 25%. A razão de área de superfície de grafite da composição-base corresponde substancialmente a uma faixa que é inferior a 6% e superior a 3%. A dureza pode ser ajustada por um tratamento de aquecimento que segue a moldagem. É preferível que a parte de rolamento tenha uma altura, como medida a partir da primeira superfície de placa, que seja o dobro da largura ou menos do sulco (parte vazada) da parte de rolamento. Isso porque a usinagem pode ser realizada de forma relativamente fácil mesmo se a tolerância pré-usinagem for alta.

O rolamento de compressor é fabricado pela realização de fundição em matriz semifundida ou semi-sólida e fundição com molde metálico de um material de ferro possuindo os componentes descritos acima, então pelo resfriamento rápido do material moldado para converter todo o material em ferro branco, e então pela realização de um tratamento com calor. Conseqüentemente, a resistência à tensão da parte de rolamento pode ser aperfeiçoada de forma suficiente. Portanto, a liberdade do desenho da parte de rolamento é consideravelmente aperfeiçoada e a parte de rolamento pode ser frita menor e receber maior capacidade. Com base em resultados experimentais obtidos, é aparente que quando a dureza está em uma faixa que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, o rolamento pode demonstrar durabilidade suficiente durante a operação do compressor, o amaciamento em uso pode ocorrer tão logo possível, e emperramento durante a operação normal não ocorre. Por essa razão, o rolamento de compressor possui alta resistência à tensão, demonstra durabilidade suficiente durante a operação,

pode ser "amaciado pelo uso" o mais cedo possível, e não sofre emperramento durante a operação anormal.

O rolamento de compressor de acordo com um décimo primeiro aspecto é o rolamento de compressor de acordo com o décimo aspecto, onde um ângulo de conicidade da parte de rolamento com relação a um molde varia de acordo com um ângulo de enrolamento.

Visto que um ângulo de conicidade de envoltório não é fornecido ou é constante em um rolamento convencional, existe um problema visto que o formato de envoltório não é determinado de acordo com a resistência e qualidade, e o material é desperdiçado durante a fabricação do rolamento. Além disso, quando o formato do rolamento é considerado, o molde é prontamente afetado por tensão quando o rolamento é separado do molde visto que o raio de curvatura do envoltório é reduzido em progressão na direção da parte central do envoltório de rolamento. Consequentemente, é difícil se estender a vida útil do molde. Em vista desse problema, o ângulo de conicidade com relação ao molde varia de acordo com o ângulo de enrolamento da parte de rolamento no rolamento de acordo com a presente invenção. Consequentemente, com esse rolamento, o formato da parte de rolamento é determinado de acordo com a resistência e qualidade, e o material desperdiçado pode ser eliminado.

O rolamento de compressor de acordo com um décimo segundo aspecto é a parte de rolamento de compressor de acordo com o décimo primeiro aspecto, onde a parte de rolamento apresenta um formato de rolamento no qual um ângulo de conicidade com relação ao molde na parte onde o enrolamento começa perto de um centro é maior do que o ângulo de conicidade de uma parte externa onde o enrolamento termina. A parte de rolamento é preferivelmente determinada de modo que o ângulo de conicidade mude de forma contínua e gradual de onde o enrolamento começa para onde o enrolamento termina. A tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rolamento durante a liberação do molde é reduzida, a vida útil do molde pode ser estendida, o ângulo de conicidade em cada uma das faixas de ângulo da parte de rolamento pode ser determinado de uma maneira sim-

ples, e o material desperdiçado pode ser eliminado de forma mais eficiente. A parte de rolamento é preferivelmente determinada de forma que o ângulo de conicidade em uma faixa de ângulo entre onde o enrolamento começa para onde o enrolamento termina é maior do que o ângulo de conicidade em outras faixas de ângulo. Isso aconteceu porque a tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rolamento durante a liberação do molde é reduzida, a vida útil do molde pode ser estendida, o efeito adverso com relação à formatação quase final na parte de rolamento geral pode ser reduzido adicionalmente, e o material desperdiçado pode ser eliminado de forma mais eficiente. É preferível que pelo menos a parte de rolamento seja revestida com resina nesse rolamento. Isso é porque uma resina revestida é mais facilmente usinada do que quando um elemento moldado é usinado diretamente, a precisão de usinagem pode ser aperfeiçoada, o vazamento do meio comprimido pode ser reduzido pelo preenchimento de espaços, e o ruído pode ser reduzido devido à elasticidade da resina quando as partes de rolamento fazem contato uma com a outra.

Com esse rolamento, o ângulo de conicidade na parte onde o enrolamento começa perto do centro da parte de rolamento é maior do que o ângulo de conicidade da parte onde o enrolamento termina no lado externo. Conseqüentemente, a tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rolamento pode ser reduzida durante a liberação de molde onde o rolamento é liberado do molde. Como resultado disso, a vida útil do molde pode ser estendida.

A parte de rolamento de compressor de acordo com um décimo terceiro aspecto é a parte de rolamento de compressor de acordo com o décimo primeiro aspecto, onde a parte de rolamento apresenta um formato de rolamento no qual um ângulo de conicidade com relação ao molde na parte onde o enrolamento termina no lado externo é maior do que um ângulo de conicidade da parte onde o enrolamento começa perto do centro. A parte de rolamento é preferivelmente determinada de forma que o ângulo de conicidade mude de forma contínua e gradual de onde o enrolamento começa para onde o enrolamento termina. A tensão aplicada ao molde nas proximida-

des do centro do espiral durante a liberação de molde é reduzida, a vida útil do molde pode ser estendida, e o material desperdiçado pode ser eliminado de forma mais eficiente. A parte de rolamento também é preferivelmente configurada de forma que um ângulo de conicidade mude de forma escalonada de onde o enrolamento começa para onde o enrolamento termina. A 5 tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rolamento durante a liberação do molde é reduzida, a vida útil do molde pode ser estendida, o ângulo de conicidade em cada uma das faixas de ângulo da parte de rolamento pode ser determinado de forma simples, e o material desperdiçado 10 pode ser eliminado de forma mais eficiente. A parte de rolamento é preferivelmente configurada de modo que o ângulo de conicidade em uma faixa de ângulo prescrito entre onde o enrolamento começa e onde o enrolamento termina seja maior do que o ângulo de conicidade em outras faixas de ângulo. Isso porque a tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do 15 rolamento durante a liberação do molde é reduzida, a vida útil do molde pode ser estendida, qualquer efeito adverso com relação à formatação quase final na parte de rolamento geral pode ser adicionalmente reduzido, e o material desperdiçado pode ser eliminado de forma mais eficiente. É preferível que pelo menos a parte de rolamento seja revestida com resina nessa parte 20 de rolamento. Isso porque o vazamento de um meio comprimido pode ser reduzido, e o ruído também pode ser reduzido.

Com esse rolamento, o ângulo de conicidade na parte onde o enrolamento termina no lado de fora da parte de rolamento é maior do que o ângulo de conicidade da parte onde o enrolamento começa perto do centro. 25 Conseqüentemente, a parte periférica externa da parte de rolamento é fina. Portanto, essa configuração é eficiente para casos nos quais é difícil se alcançar a precisão de usinagem, e a precisão na parte periférica externa da parte de rolamento pode ser garantida mesmo quando a espessura da parte de rolamento é reduzida.

30 A parte de rolamento de compressor de acordo com um décimo quarto aspecto é a parte de rolamento de compressor de acordo com o décimo aspecto, onde a parte de rolamento possui uma primeira superfície que

inclina em um primeiro ângulo com relação a uma linha que é ortogonal à parte de superfície plana, a primeira superfície sendo posicionada no lado periférico interno da parte nas proximidades do começo do enrolamento perto do centro. Uma superfície além da primeira superfície da parte de rola-  
5 mento possui um ângulo inclinado com relação à linha ortogonal à parte de placa plana que é inferior ao primeiro ângulo. A primeira superfície da parte de rolamento é preferivelmente uma superfície que não está em contato com um rolamento contrário que entrelaça no movimento relativo do rolamento fixo e do rolamento móvel. Isso porque a utilização de uma inclinação grande  
10 é normalmente desvantajosa do ponto de vista do gerenciamento de precisão de superfície, mas visto que a superfície (primeira superfície) não é uma superfície que faz contato com um rolamento contrário e afeta a impermeabilidade ao ar da câmara de compressão, não existem deméritos. Uma superfície (a superfície que faz contato com um rolamento contrário entrelaçado e  
15 afeta o nível de impermeabilidade ao ar da câmara de compressão) além da primeira superfície da parte de rolamento possui preferivelmente um ângulo de inclinação com relação à linha ortogonal com relação à parte de placa plana que é essencialmente igual a 0. Isso porque a precisão de superfície do rolamento pode ser mantida alta, e o mau funcionamento é reduzido no  
20 qual o refrigerante a gás vaza da parte de entrelaçamento dos dois rolamentos para uma câmara adjacente durante a operação do compressor por rolamento.

Na parte adjacente a onde o enrolamento começa na parte de rolamento, na qual a pressão recebida perto do centro é aumentada, uma  
25 primeira superfície no lado periférico interno é inclinada em um primeiro ângulo para garantir de forma confiável a resistência aumentada e menor deformação. Por outro lado, a parte configurada a uma distância do centro da parte de rolamento possui um ângulo de inclinação que é inferior ao primeiro ângulo, e uma redução considerável na capacidade é evitada. A superfície  
30 periférica externa da parte de rolamento adjacente a onde o enrolamento começa é uma superfície que faz contato com o rolamento contrário e realiza o trabalho de compressão. Quando uma grande inclinação é utilizada, é difi-

cil se controlar a precisão de superfície da superfície inclinada, isto é, a precisão do formato de perfil em cada altura da parte de placa plana da parte de rolamento e a precisão do formato arredondado ao longo do limite entre a parte de rolamento e a parte de placa plana; e visto que o vazamento de gás refrigerante deve aumentar nas partes de contato dos dois rolamentos, o  
5 ângulo de inclinação é determinado como sendo inferior ao primeiro ângulo.

Dessa forma, com um compressor por rolamento no qual o rolamento da presente invenção é adotado, o ângulo de inclinação é reduzido com prioridade sendo fornecida ao aumento da capacidade ao invés de re-  
10 sistência e a quantidade de deformação visto que a pressão é relativamente baixa nas partes outras além da parte de rolamento adjacente a onde o enrolamento começa. Na primeira superfície no lado periférico interno da parte de rolamento adjacente a onde o enrolamento começa, o ângulo de inclinação é aumentado com prioridade sendo fornecida ao aumento de resistência  
15 e redução da quantidade de deformação visto que a pressão é relativamente alta. Na superfície periférica externa da parte de rolamento que é adjacente a onde o enrolamento começa, o ângulo de inclinação é reduzido com consideração sendo fornecida ao controle da precisão de superfície e impermeabilidade ao ar da câmara de compressão. Conseqüentemente, pode ser  
20 garantido que a espessura da parte de rolamento geral é reduzida e a capacidade é aumentada. Por outro lado, na parte de rolamento de alta pressão que é adjacente a onde o enrolamento começa, uma inclinação possuindo um primeiro ângulo é utilizada, onde a resistência pode ser garantida e a quantidade de deformação pode ser reduzida para um nível aceitável.

25 Outra vantagem é que, nas partes outras além da parte de rolamento que é adjacente a onde o enrolamento começa, o ângulo de inclinação é reduzido e o controle de precisão de superfície e impermeabilidade ao ar da câmara de compressão podem ser garantidos.

Em um compressor para a compressão de dióxido de carbono  
30 ou outro refrigerante de alta pressão, a resistência deve ser aumentada na parte central do rolamento, onde a tensão é concentrada no rolamento. Com o rolamento de acordo com a presente invenção, a primeira superfície posi-

cionada no lado periférico interno da parte adjacente a onde o enrolamento começa perto do centro é inclinada por um primeiro ângulo ( $\theta$ ) com relação à linha ortogonal à parte de placa plana. Por essa razão, a resistência na parte central do espiral é aumentada nessa parte de rolamento. Portanto, em um compressor por rolamento no qual tal parte de rolamento foi incorporada, o elemento deslizante pode suportar um aumento decorrente de diferenças de alta pressão quando o dióxido de carbono ou outro refrigerante de alta pressão é comprimido. Esse efeito permite que a altura dos dentes do rolamento seja aumentada. Em outras palavras, a capacidade da câmara de compressão pode ser aumentada enquanto o diâmetro da parte de rolamento é reduzida. Quando o diâmetro do compressor por rolamento é reduzido pela redução do diâmetro de rolamento, o diâmetro da parte de tronco do envoltório é reduzido. Quando o diâmetro da parte de tronco do envoltório é reduzido, o envoltório pode exibir a mesma resistência à compressão na espessura menor, em comparação com o envoltório convencional. Conseqüentemente, os custos com a matéria-prima e similares do envoltório podem ser reduzidos. Quando o diâmetro do rolamento é reduzido, a parte de rolamento é reduzida em tamanho e a área de superfície deslizante da parte de impulsão, que é submetida a condições rigorosas, pode ser aumentada. Quando tal rolamento é moldado por fundição em matriz semifundida ou similar, o rolamento possui uma aspereza de superfície que é reduzida para menos do que o obtido utilizando-se fundição convencional. Por essa razão, com um compressor por rolamento no qual tal parte de rolamento foi incorporada, rachaduras não devem ocorrer na superfície do rolamento mesmo quando o dióxido de carbono ou outro refrigerante de alta pressão é comprimido. Mesmo quando o rolamento é um artigo inacabado, tal dano tem menos chance de acontecer. A taxa de circulação de volume do dióxido de carbono é baixa. Conseqüentemente, com um compressor para comprimir o dióxido de carbono ou outro refrigerante de alta pressão, o diâmetro da porta de descarga pode ser inferior ao de um artigo convencional. Portanto, o espaço entre a porta de descarga e a superfície de parede de rolamento pode ser aumentado de tamanho. Conseqüentemente, o ângulo de inclinação  $\theta$  da primeira superfície

pode ser aumentado, e a resistência da parte central do rolamento pode ser melhorada adicionalmente. Como resultado disso, um efeito maior pode ser obtido em um compressor por rolamento no qual tal parte de rolamento é incorporada.

5                   A parte de rolamento de compressor de acordo com um décimo quinto aspecto é a parte de rolamento de compressor de acordo com o décimo quarto aspecto, onde a parte da parte de rolamento perto de onde o enrolamento começa possui uma espessura no limite com a parte plana que é superior a de outras partes da parte de rolamento.

10                   A pré-forma do elemento deslizante do compressor de acordo com um décimo sexto aspecto possui um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor do que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite, e uma dureza que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, em pelo menos uma parte da pré-forma do elemento deslizante. A dureza é mais preferivelmente superior a HRB 90, mas inferior a HRB 95. Como utilizado aqui, o termo "pré-forma de elemento deslizante" se refere a um precursor não usinado ou similar para obtenção de um elemento deslizante completo. Quando a dureza da pré-forma do elemento deslizante é de HRB 90 ou menos, uma borda de acúmulo é prontamente formada quando a pré-forma do elemento deslizante é usinada, e o processo de moagem pode ser degradado. Por outro lado, quando a dureza da pré-forma do elemento deslizante é de HRB 100 ou mais, os custos com usinagem tendem a aumentar visto que a abrasão da ferramenta, quebra, e similares ocorrerão prontamente na usinagem da pré-forma do elemento deslizante, e os custos com usinagem também tendem a aumentar devido a uma maior resistência a corte e limitações na profundidade do corte e velocidade de usinagem. A faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, corresponde substancialmente à faixa na qual uma razão de área de superfície de ferrita da composição de base é de 50% a 5%. A razão de área de superfície de grafite da composição-base corresponde substancialmente a uma faixa de 6% a 2%. A faixa na qual a dure-

15

20

25

30

za é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 95, corresponde substancialmente à faixa na qual a razão de área de superfície de ferrita da composição-base é inferior a 50% e superior a 25%. A razão de área de superfície de grafite da composição-base corresponde substancialmente a uma faixa que é inferior a 6% e superior a 3%.

A resistência à tensão pode ser ajustada livremente por tratamento com calor de um artigo moldado obtido pela submissão do ferro possuindo os componentes descritos acima à fundição em matriz semifundida ou semi-sólida e fundição de molde metálico, e, depois disso, pelo resfriamento rápido do material moldado para converter todo o material em ferro branco. É aparente que a resistência à tensão de um artigo moldado fabricado através do tratamento com calor está em uma relação proporcional com a dureza do artigo moldado. A faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, corresponde substancialmente a uma faixa na qual a resistência à tensão é de 600 MPa a 900 MPa. Em outras palavras, o controle da resistência à tensão do artigo moldado pode ser substituído por dureza, que é fácil de medir. Outro mérito é que quando a pré-forma do elemento deslizante é uma pré-forma de parte de rolamento, a liberdade do desenho da parte de rolamento é consideravelmente expandida para permitir que um diâmetro menor ou capacidade maior seja alcançado. Portanto, a pré-forma do elemento deslizante de compressor demonstra uma maior resistência à tensão do que uma pré-forma do elemento deslizante constituída de ferro fundido com flocos de grafite. Com base nos resultados experimentais obtidos, é aparente que quando a dureza da pré-forma do elemento deslizante está em uma faixa que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, uma boa capacidade de usinagem é exibida para o caso no qual o elemento deslizante é fabricado por um processo no qual o ferro possuindo os componentes tal como os descritos acima é submetido a fundição com matriz semifundida ou semi-sólida e fundição com molde metálico, é então rapidamente resfriado para converter todo o material em ferro branco, e é, depois disso, tratado com calor. Outro mérito adicional é que a boa capacidade de usinagem reduz a probabilidade de abrasão de ferramenta e quebra de ferramen-

ta, estende a vida útil da ferramenta, torna menos provável a formação de uma borda de acúmulo, facilita a moagem, e reduz os custos com usinagem visto que o tempo de usinagem pode ser reduzido. Outro mérito adicional é que visto que a pré-forma de elemento deslizante exibe uma dureza adequada, a pré-forma do elemento deslizante tem menos chances de ser danificada e o manuseio é facilitado. Deve-se notar também que mesmo quando a pré-forma do elemento deslizante apresenta boas características em termos de abrasão de ferramenta e tempo de usinagem, visto que a pré-forma do elemento deslizante possui uma dureza menor em comparação com FCD possuindo a mesma resistência à tensão (resistência à tensão tão alta quando o nível de dureza), a pré-forma também possui uma resistência à tensão maior do que uma pré-forma convencional. Quando a pré-forma do elemento deslizante é cortada, um elemento deslizante contrário (anel Oldham, vedação e similar no caso de o elemento deslizante ser um rolamento móvel) não é danificado visto que a aspereza da superfície é mais facilmente reduzida em comparação com um material FC. Em suma, essa pré-forma de elemento deslizante de compressor apresenta alta resistência à tensão e exibe boas capacidades de usinagem quando a usinagem é necessária.

O compressor de acordo com um décimo sétimo aspecto compreende um elemento deslizante possuindo um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor do que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite, e uma dureza que é maior que HRB 90, mas menor que HRB 100, em pelo menos uma parte do elemento deslizante. Como utilizado aqui, a frase "compressor" se refere a, por exemplo, um compressor por rolamento, um compressor de balanço, um compressor rotativo, ou similar. É preferível que a dureza seja superior a HRB 90, mas inferior a HRB 95. Uma faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100 corresponde substancialmente a uma faixa na qual a razão de área de superfície de ferrita da composição-base é de 50% a 5%. A razão de área de superfície de grafite da composição-base corresponde substancialmente a uma faixa de 6% a 2%. A faixa na

qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 95 corresponde substancialmente a uma faixa na qual a razão de área de superfície de ferrita da composição-base é inferior a 50% e superior a 25%. A razão de área de superfície de grafite da composição-base corresponde substancialmente a uma faixa que é inferior a 6% e inferior a 3%. A dureza pode ser ajustada por um tratamento com calor que segue a moldagem.

A resistência à tensão de um artigo moldado pode ser ajustada livremente por tratamento com calor para um artigo moldado obtido submetendo-se o ferro que possui os componentes descritos acima a uma fundição de matriz semifundida ou semi-sólida e fundição com molde metálico, e depois disso, o resfriamento rápido do material moldado para converter todo o material em ferro branco. É aparente que a resistência à tensão de um artigo moldado fabricado através do tratamento com calor está em uma relação proporcional com a dureza do artigo moldado. A faixa na qual a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, corresponde substancialmente a uma faixa na qual a resistência à tensão é de 600 MPa a 900 MPa. Em outras palavras, o controle da resistência à tensão do artigo moldado pode ser substituída pelo controle da dureza, que é fácil de se medir. Outro mérito é que quando o elemento deslizante é um rolamento, a liberdade de desenho da parte de rolamento é consideravelmente expandida para permitir um menor diâmetro ou maior capacidade. Portanto, o elemento deslizante do compressor demonstra maior resistência à tensão do que um elemento deslizante constituído de ferro fundido com flocos de grafite. Com base nos resultados experimentais obtidos, é aparente que quando a dureza está em uma faixa que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, o elemento deslizante pode demonstrar durabilidade suficiente durante a operação de compressor, amaciamento em uso pode ocorrer tão logo seja possível, e emperramento durante a operação anormal não ocorre. Conseqüentemente, nesse compressor, a resistência à tensão é alta, a durabilidade suficiente é demonstrada durante a operação de compressor, a amaciamento em uso pode ocorrer tão longo possível, e emperramento durante operação anormal pode ser impedido. Nesse compressor, o elemento deslizante possui um teor de

carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, e grafite que é menor que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite. Portanto, os méritos e outras vantagens podem ser obtidos visto que a perda de impulsão pode ser reduzida devido a um menor diâmetro, e maior capacidade obtidos pela redução da espessura dos componentes, e danos têm menos chances de ocorrer com relação à inclusão de matéria estranha e um aumento súbito na pressão interna decorrente da maior robustez em comparação com o material FC. Mesmo se danos ocorrerem, pequenas raspas não são produzidas e os tubos não precisam ser limpos. Tal compressor pode ser considerado adequado nos casos onde uma atualização é necessária.

O compressor de acordo com um décimo oitavo aspecto é o compressor de acordo com o décimo sétimo aspecto, e é capaz de acomodar um refrigerante de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esse compressor é capaz de acomodar um refrigerante de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Conseqüentemente, o compressor pode contribuir para problemas ambientais globais.

#### Efeito da Invenção

O elemento deslizando do compressor de acordo com o primeiro aspecto possui alta resistência à tensão, demonstra durabilidade suficiente durante a operação, pode ser "amaciado pelo uso" o mais cedo possível, e não sofre emperramento durante operação anormal. Esse elemento deslizando de compressor possui um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, e grafite que é menor do que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite. Portanto, os méritos e outras vantagens podem ser obtidos visto que a perda de impulsão pode ser reduzida devido a um diâmetro menor, e maior capacidade obtidos pela redução da espessura dos componentes, e danos têm menos chances de ocorrer com relação à inclusão de matéria estranha e um aumento súbito na pressão interna devido à maior robustez em comparação com o material FC. Mesmo se danos ocorrerem, raspas pequenas não são produzidas e os tu-

bos não precisam ser limpos. Tal compressor pode ser considerado adequado em casos nos quais uma atualização é necessária.

O elemento deslizante de compressor de acordo com o segundo aspecto é um no qual uma pré-forma do elemento deslizante pode ser feita em um formato quase final. Portanto, o elemento deslizante do compressor pode reduzir os custos com usinagem e pode ser fabricado com menores custos.

O elemento deslizante do compressor de acordo com o terceiro aspecto é um no qual a pressão necessária durante a etapa de moldagem é reduzida. Portanto, um aparelho de pressão ou um aparelho de aquecimento na fundição em matriz não é necessário, e os custos com equipamento podem ser reduzidos. Como resultado disso, o elemento deslizante do compressor reduz os custos de moldagem e pode ser fabricado a custos mais baixos.

No quarto aspecto, quando o elemento deslizante do compressor é uma parte de rolamento, a razão da resistência à tensão com relação ao módulo Young da parte de rolamento depois do processamento com calor é determinada de forma que os custos não sejam incorridos para se alcançar uma resistência excessiva no tratamento com calor. A determinação é baseada em pesquisa para se determinar o nível de resistência à tensão que é suficiente do ponto de vista da resistência à fadiga. Nessa determinação, a razão (H/T) da parte de rolamento é determinada com consideração sendo fornecida ao limite superior necessário da quantidade de deformação da parte de rolamento do ponto de vista do tempo de usinagem, redução de desempenho e ruído. Especificamente, o aumento na resistência pelo tratamento com calor é limitado de modo que a razão da resistência à tensão com relação ao módulo Young seja determinada como sendo 0,0046 ou menos. Visto que a razão da resistência à tensão com relação ao módulo Young é determinada dessa forma, uma situação é evitada na qual a parte de rolamento no rolamento de acordo com a presente invenção é submetida a um aumento excessivo na resistência através do tratamento com calor que envolve custos e tempo, e o tratamento com calor pode ser realizado de

forma adequada.

No elemento deslizante do compressor de acordo com o quinto aspecto, resistência à fadiga e resistência à abrasão suficientes podem ser impressas a uma área de concentração de tensão, parte deslizante, ou similar. Visto que a resistência das partes parcialmente tratadas com calor é aumentada, as partes parcialmente tratadas com calor podem ser afinadas e podem se tornar mais leves.

No elemento deslizante do compressor de acordo com o sexto aspecto, no caso de uma parte de suporte ou outra parte que exige dureza em particular existir, a abrasão nessa parte pode ser reduzida o suficiente pela configuração da dureza da parte como sendo superior a HRC 50, mas inferior a HRC 65.

O elemento deslizante de compressor de acordo com o sétimo aspecto é um no qual as boas características de invasão são impressas à área do elemento deslizante que exigem capacidade de deslizamento, e resistência à fadiga suficiente é impressa à área de concentração de tensão.

No elemento deslizante de compressor, de acordo com o oitavo aspecto, a ocorrência de furos de assopramento é reduzida.

No elemento deslizante de compressor de acordo com o nono aspecto, a ocorrência de furos de assopramento é reduzida. Além disso, os furos de assopramento dentro de um elemento deslizante não devem se tornar expostos ao exterior quando um furo vazado é formado na parte de formação de abertura, e a degradação na resistência à fadiga pode ser reduzida.

A parte de rolamento de compressor de acordo com o décimo aspecto possui alta resistência à tensão, demonstra durabilidade suficiente durante a operação, pode ser "amaciado pelo uso" o mais rápido possível, e não sofre emperramento durante a operação anormal.

Na parte de rolamento de compressor de acordo com o décimo primeiro aspecto, o formato da parte de rolamento é determinado de acordo com a resistência e qualidade, e o material desperdiçado pode ser eliminado.

Conseqüentemente com o décimo segundo aspecto, a tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rolamento pode ser reduzida durante a liberação do molde no qual o rolamento é liberado do molde. Como resultado disso, a vida útil do molde pode ser estendida.

5 Conseqüentemente com o décimo terceiro aspecto, a precisão na parte periférica externa da parte de rolamento pode ser garantida mesmo quando a espessura da parte de rolamento é reduzida.

No rolamento e compressor por rolamento fornecido com o rolamento de acordo com os décimo quarto e décimo quinto aspectos, o ângulo inclinado é reduzido com prioridade fornecida ao aumento da capacidade ao invés da resistência e da quantidade de deformação da parte de rolamento visto que a pressão é relativamente baixa nas partes além da parte de rolamento adjacente a onde o enrolamento começa. Na primeira superfície periférica interna da parte de rolamento adjacente a onde o enrolamento começa, o ângulo inclinado é aumentado com prioridade fornecida para o aumento da resistência e redução da quantidade de deformação visto que a pressão é relativamente alta. Na superfície periférica externa da parte do rolamento que é adjacente a onde o enrolamento começa, o ângulo de inclinação é reduzido com consideração fornecida ao controle de precisão de superfície e impermeabilidade de ar da câmara de compressão. Pode ser garantido que a espessura da parte de rolamento total é reduzida e a capacidade é aumentada. Por outro lado, na parte de rolamento de alta pressão que é adjacente a onde o enrolamento começa, uma inclinação possuindo um primeiro ângulo é utilizada, onde a resistência pode ser garantida e a quantidade de deformação pode ser reduzida para um nível aceitável.

20 25 A pré-forma do elemento deslizante do compressor de acordo com o décimo sexto aspecto possui uma alta resistência à tensão e exhibe boa capacidade de usinagem quando a usinagem é necessária.

30 No compressor de acordo com o décimo sétimo aspecto, um elemento deslizante é utilizado e possui uma resistência à tensão maior do que um elemento deslizante constituído por ferro fundido com flocos de grafite. Com base nos resultados experimentais obtidos, é aparente que quando

a dureza está em uma faixa que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, o elemento deslizante pode demonstrar durabilidade suficiente durante a operação de compressor, o amaciamento em uso pode ocorrer tão logo seja possível, e emperramento durante a operação anormal não ocorre.

5 Consequentemente, nesse compressor, a resistência à tensão é alta, a durabilidade suficiente é demonstrada durante a operação do compressor, o amaciamento em uso pode ocorrer tão logo seja possível, e emperramento durante a operação anormal pode ser impedida. Nesse compressor, o elemento deslizante possui um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em

10 peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio constituído de ferro possuindo impurezas inevitáveis, e grafite que é menor do que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite. Portanto, os méritos e outras vantagens podem ser obtidos visto que a perda de impulsão pode ser reduzida devido a um diâmetro menor, e maior capacidade obtidos

15 pela redução da espessura dos componentes, e danos apresentam menos chances de ocorrer com relação à inclusão de matéria estranha e um aumento súbito na pressão interna devido à maior robustez em comparação com o material FC. Mesmo se os danos ocorressem, pequenas raspas não são produzidas e os tubos não precisam ser limpos.

20 O compressor de acordo com o décimo oitavo aspecto pode contribuir para problemas ambientais globais.

#### Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 é uma vista em corte longitudinal de um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção;

25

A figura 2 é uma vista inferior de um rolamento fixo incorporado em um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade da presente invenção;

A figura 3 é uma vista transversal ao longo da linha III-III do rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade da presente invenção;

30

A figura 4 é uma vista superior de um rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade da presente invenção;

5 A figura 5 é uma vista transversal ao longo da linha V-V do rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade;

A figura 6 é uma vista superior de um anel Oldham incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade;

10 A figura 7 é uma vista lateral de um anel Oldham incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade;

A figura 8 é uma vista inferior de um anel Oldham incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade;

15 A figura 9 é uma vista transversal ilustrando um molde metálico para produzir um rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade e uma pré-forma de rolamento fixo moldada por fundição em matriz semifundida;

20 A figura 10 é uma vista ampliada da área de formação de abertura da pré-forma do rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade;

25 A figura 11 é uma vista em corte longitudinal ilustrando um molde metálico para a produção de um rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade e uma pré-forma de rolamento móvel moldada por fundição em matriz semifundida;

30 A figura 12 é uma vista ampliada da parte central de uma pré-forma de um rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade;

A figura 13 é uma vista em corte lateral ilustrando uma pré-forma de rolamento fixo convencional;

A figura 14 é uma vista em corte longitudinal de uma pré-forma de rolamento móvel convencional;

5 A figura 15 é uma vista em corte longitudinal de um virabrequim incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a primeira modalidade;

A figura 16(a) é um diagrama ilustrando a área de superfície de divisão em um rolamento fixo convencional;

10 A figura 16(b) é um diagrama ilustrando a área de trabalho de compressão em um rolamento fixo convencional;

A figura 16(c) é um diagrama ilustrando a área de impulsão em um rolamento fixo convencional;

15 A figura 16(d) é um diagrama ilustrando a área de superfície de divisão no rolamento fixo da primeira modalidade;

A figura 16(e) é um diagrama ilustrando a área de trabalho de compressão no rolamento fixo da primeira modalidade;

A figura 16(f) é um diagrama ilustrando a área de impulsão no rolamento fixo da primeira modalidade;

20 A figura 17(a) é um diagrama ilustrando a área de superfície de divisão em um rolamento móvel convencional;

A figura 17(b) é um diagrama ilustrando a área de trabalho de compressão em um rolamento móvel convencional;

25 A figura 17(c) é um diagrama ilustrando a área de impulsão em um rolamento móvel convencional;

A figura 17(d) é um diagrama ilustrando a área de superfície de divisão no rolamento móvel da primeira modalidade;

A figura 17(e) é um diagrama ilustrando a área de trabalho de compressão no rolamento móvel da primeira modalidade;

30 A figura 17(f) é um diagrama ilustrando a área de impulsão no rolamento móvel da primeira modalidade;

A figura 18(a) é um diagrama ilustrando a capacidade de entrada

formada por um rolamento convencional;

A figura 18(b) é um diagrama ilustrando a capacidade de entrada formada pelo rolamento da primeira modalidade;

5 A figura 19 é um diagrama esquemático de um aparelho de teste utilizado para testar a resistência à abrasão e resistência a emperramento de um artigo moldado fabricado utilizando-se a fundição por matriz semifundida;

A figura 20 é um gráfico ilustrando a relação entre a dureza e a resistência à abrasão de um artigo moldado fabricado utilizando-se a fundição com matriz semifundida;

10 A figura 21 é um gráfico ilustrando a relação entre a dureza e o amaciamento em uso de um rolamento fabricado utilizando-se fundição com matriz semifundida;

A figura 22 é um gráfico ilustrando a relação entre a dureza e a resistência a emperramento de um artigo moldado fabricado utilizando-se fundição com matriz semifundida;

15 A figura 23 é um gráfico ilustrando a relação entre a dureza e a resistência à tensão de um artigo moldado fabricado utilizando-se fundição com matriz semifundida;

20 A figura 24 é um gráfico ilustrando a relação entre a distância de entalhe e a resistência a corte de um artigo moldado fabricado utilizando-se fundição com matriz semifundida;

A figura 25 é um gráfico ilustrando uma comparação da abrasão da ferramenta de corte com relação a um artigo moldado fabricado utilizando-se a fundição com matriz semifundida;

25 A figura 26 é um gráfico de processo simples da etapa de fundição com molde metálico de acordo com um exemplo modificado (J) da primeira modalidade;

30 A figura 27 é uma vista ampliada da área de formação de abertura da pré-forma de rolamento fixo de acordo com um exemplo modificado (K) da primeira modalidade;

A figura 28 é uma vista ampliada da área de formação de abertura da pré-forma de rolamento fixo de acordo com um exemplo modificado (K)

da primeira modalidade;

A figura 29 é uma vista transversal do rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (L) da primeira modalidade;

5 A figura 30 é uma vista ampliada da área de formação de abertura do rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (L) da primeira modalidade;

A figura 31 é uma vista ampliada da área de formação de abertura do rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (L) da primeira modalidade;

10 A figura 32(a) é um diagrama ilustrando a capacidade de entrada formada por um rolamento convencional;

A figura 32(b) é um diagrama ilustrando a capacidade de entrada formada pelo rolamento de um exemplo modificado (O) da primeira modalidade;

15 A figura 33 é uma vista transversal de um rolamento móvel tipo acionamento interno de acordo com a segunda modalidade;

A figura 34 é uma vista transversal ilustrando o molde metálico para a fabricação do rolamento móvel de acordo com a segunda modalidade, e a pré-forma de rolamento móvel moldada pela fundição em matriz semifundida;

20

A figura 35 é uma vista transversal do molde metálico para fabricação do rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a terceira modalidade, e o rolamento móvel moldado pela fundição em matriz semifundida;

25 A figura 36 é uma vista ampliada da parte de molde de envoltório de um molde metálico para a fabricação de um rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a terceira modalidade;

A figura 37 é uma vista superior do rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a terceira modalidade;

30

A figura 38 é uma vista transversal ao longo da linha A-A do ro-

lamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a terceira modalidade;

5 A figura 39 é um gráfico ilustrando a relação entre o ângulo de enrolamento  $\alpha$  e o ângulo de conicidade  $\theta$  do rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a terceira modalidade;

A figura 40 é uma vista inferior do rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa da terceira modalidade;

10 A figura 41 é uma vista transversal ao longo da linha B-B do rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a terceira modalidade;

A figura 42 é um gráfico ilustrando a relação entre o ângulo de enrolamento  $\alpha$  e o ângulo de conicidade  $\theta$  do rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (A) da terceira modalidade;

15 A figura 43 é um gráfico ilustrando a relação entre o ângulo  $\alpha$  e o ângulo de conicidade  $\theta$  do rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (B) da terceira modalidade;

20 A figura 44 é um gráfico ilustrando a relação entre o ângulo de enrolamento  $\alpha$  e o ângulo de conicidade  $\theta$  do rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (C) da terceira modalidade;

A figura 45 é uma vista transversal de um rolamento móvel fabricado pelo revestimento de uma resina no rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (D) da terceira modalidade;

25 A figura 46 é uma vista em corte longitudinal do rolamento fixo de acordo com um exemplo modificado (F) da terceira modalidade;

A figura 47 é uma vista em corte longitudinal do rolamento móvel de acordo com um exemplo modificado (F) da terceira modalidade;

30 A figura 48 é uma vista em corte longitudinal de um molde metálico para a fabricação do rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade, e a pré-forma do rolamento móvel moldada pela fundição com matriz

semifundida;

A figura 49 é uma vista inferior do rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade;

5 A figura 50 é uma vista inferior da pré-forma de rolamento fixo de acordo com a quarta modalidade;

A figura 51 é uma vista transversal ao longo da linha C-C da pré-forma de rolamento fixo de acordo com a quarta modalidade;

10 A figura 52 é uma vista transversal ao longo da linha D-D do rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade;

15 A figura 53 é uma vista ampliada parcial da seção transversal ao longo da linha D-D do rolamento fixo incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade;

A figura 54 é uma vista em corte longitudinal do rolamento móvel incorporado a um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade;

20 A figura 55 é um diagrama ilustrando um estado no qual um gás refrigerante é comprimido pela variação do estado do entrelaçamento do envoltório dos dois rolamentos em um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade;

25 A figura 56 é um diagrama ilustrando um estado no qual um gás refrigerante é comprimido pela variação do estado do entrelaçamento do envoltório de dois rolamentos em um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade;

30 A figura 57 é um diagrama ilustrando um estado no qual um gás refrigerante é comprimido pela variação do estado do entrelaçamento do envoltório de dois rolamentos em um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a quarta modalidade;

A figura 58(a) é um diagrama ilustrando a faixa de superfície periférica interna da parte do envoltório do rolamento fixo adjacente a onde o

enrolamento começa de acordo com a quarta modalidade;

A figura 58(b) é um diagrama ilustrando a faixa de superfície periférica interna da parte do envoltório do rolamento móvel adjacente a onde o enrolamento começa de acordo com a quarta modalidade;

5 A figura 59 é uma vista em corte longitudinal de um compressor de balanço de acordo com a quinta modalidade;

A figura 60 é uma vista superior de um bloco de cilindro de acordo com a quinta modalidade;

10 A figura 61 é uma vista transversal lateral de uma câmara de cilindro do compressor de balanço de acordo com a quinta modalidade;

A figura 62 é uma vista superior de um pistão do compressor de balanço de acordo com a quinta modalidade;

15 A figura 63 é uma vista superior de um bloco de cilindro de um compressor rotativo de acordo com um exemplo modificado (A) da quinta modalidade; e

A figura 64 é uma vista transversal lateral de uma câmara de cilindro de um compressor rotativo de acordo com um exemplo modificado (A) da quinta modalidade.

#### Descrição das Referências Numéricas

20	1	Compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa (compressor)
	17, 817	Virabrequins (deslizadores)
	17a	Eixo excêntrico (localização de tratamento por calor parcial)
25	17b	Eixo principal (localização de tratamento por calor parcial)
	23	Alojamento (deslizador)
	24, 525, 644, 734	Rolamentos fixos (deslizadores, rolamentos)
	24a, 26a, 96a, 184, 186	Placas de extremidade (partes de placa plana)
30	24b, 26b, 96b, 524b, 526b, 185, 187	Envoltórios (parte de rolamento)
	24P, 26P, 96P, 184a, 186a	Superfícies de extremidade (primeiras superfícies de placa)

	26, 96, 526, 646, 736	Rolamentos móveis (deslizadores, rolamentos)
	39	Anel Oldham (deslizador)
	39a, 39b	Partes de chave de lado de rolamento móvel (localizações de tratamento com calor parcial)
5	39c, 39d	Partes de chave de lado de alojamento (localizações de tratamento com calor parcial)
	60	Suporte principal inferior (deslizador)
	70, 80, 90, 180, 280	moldes metálicos
	71a, 72a, 81a, 91a	Convexidades
10	124, 724	Pré-forma de rolamento fixo (pré-formas de deslizador)
	126, 196, 626, 726	Pré-forma de rolamento móvel (pré-formas do deslizador)
15	185a	Parte do envoltório do rolamento fixo adjacente a onde os enrolamentos começam (parte adjacente a onde o enrolamento começa perto do centro)
	187a	Parte do envoltório do rolamento móvel adjacente a onde o enrolamento começa (parte adjacente a onde o enrolamento começa perto do centro)
20	310b	Produto final (deslizador)
	821	Pistão
	823	Cabeçote dianteiro (deslizador)
	824	Primeiro bloco de cilindro (deslizador)
	825	Placa intermediária (deslizador)
25	826	Segundo bloco de cilindro (deslizador)
	827	Cabeçote traseiro (deslizador)
	801	Compressor de balanço (compressor)
	901	Compressor rotativo (compressor)
	921	Cilindro (deslizador)
30	924	Bloco de cilindro (deslizador)
	IS85a, IS87a	Superfícies periféricas internas da parte do envoltório adjacente a onde o enrolamento começa (primeiras superfícies)

- SC1 Parte periférica da base do envoltório do rolamento fixo (localização de tratamento com calor parcial, área de concentração de tensão)
- 5 SC2 Parte mais interna do envoltório do rolamento fixo (localização de tratamento com calor parcial, área de concentração de tensão)
- SC3 Parte periférica da base de envoltório do rolamento móvel (localização de tratamento com calor parcial, área de concentração de tensão)
- 10 SC4 Parte periférica da base da parte de suporte do rolamento móvel (localização de tratamento de calor parcial, área de concentração de tensão)
- 15 SC5 Parte entalhada formada nas proximidades do centro do desenho da placa de extremidade da parte de suporte do rolamento móvel (localização de tratamento com calor parcial, área de concentração de tensão)
- SC6 Parte mais interna do envoltório do rolamento móvel (localização de tratamento com calor parcial, área de concentração de tensão)
- 20 SC7 Parte periférica da parte entalhada entre a parte de eixo principal e a parte de eixo excêntrico do virabrequim (localização de tratamento com calor parcial, área de concentração de tensão)
- SC8 Parte periférica da base da parte de lâmina no pistão (localização de tratamento com calor parcial, área de concentração de tensão)

## 25 Melhor Forma de Realização da Invenção

### Primeira Modalidade

Um compressor no qual o elemento deslizante de acordo com uma primeira modalidade é utilizado será descrito utilizando um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa como um exemplo. O

30 compressor tipo cúpula de pressão alta e baixa da primeira modalidade é projetado de forma a ser capaz de suportar o dióxido de carbono de refrigeração (CO<sub>2</sub>), R410A, ou outro refrigerante de alta pressão.

O compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 de acordo com a primeira modalidade constitui um circuito de refrigeração juntamente com um evaporador, um condensador, um mecanismo de expansão, e similares; age para comprimir um gás refrigerante no circuito de refrigeração; e é basicamente constituído de um envoltório tipo cúpula cilíndrico e hermeticamente vedado 10, um mecanismo de compressão por rolamento 15, um anel Oldham 39, um motor de acionamento 16, um suporte principal inferior 60, um tubo de sucção 19, e um tubo de descarga 20, como ilustrado na figura 1. Os elementos constituintes do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 serão descritos em detalhes abaixo.

(Detalhes dos elementos constituintes de um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa)

#### (1) Envoltório

O envoltório 10 possui basicamente um envoltório tipo tronco substancialmente cilíndrico 11, uma parte de parede superior em formato de pires 12 soldada de forma impermeável a ar a uma extremidade superior do envoltório tipo tronco 11, e uma parte de parede inferior em formato de pires 13 soldada de forma impermeável a ar a uma extremidade inferior do envoltório tipo tronco 11. Basicamente acomodados no envoltório 10 se encontram o mecanismo de compressão por rolamento 15 para comprimir o gás refrigerante, e o motor de acionamento 16 disposto abaixo do mecanismo de compressão por rolamento 15. O mecanismo de compressão por rolamento 15 e o motor de acionamento 16 são conectados por um virabrequim 17 disposto de modo a se estender na direção vertical dentro do envoltório 10. Como resultado disso, um espaço livre 18 é formado entre o mecanismo de compressão por rolamento 15 e o motor de acionamento 16.

#### (2) Mecanismo de Compressão por Rolamento

O mecanismo de compressão por rolamento 15 é basicamente constituído de um alojamento 23, um rolamento fixo 24 fornecido em contato próximo acima do alojamento 23, e um rolamento móvel 26 para entrelaçar com o rolamento fixo 24, como ilustrado na figura 1. Os elementos constituintes do mecanismo de compressão por rolamento 15 serão discutidos em

detalhes abaixo.

a) Alojamento

O alojamento 23 é encaixado por pressão e preso ao envoltório tipo tronco 11 na direção periférica através de toda a superfície periférica externa do alojamento. Em outras palavras, o envoltório tipo tronco 11 e o alojamento 23 são mantidos em contato próximo de forma impermeável ao ar através de toda a periferia. Por essa razão, o interior do envoltório 10 é dividido em um espaço de alta pressão 28 abaixo do alojamento 23, e um espaço de baixa pressão 29 acima do alojamento 23. Além disso, o rolamento fixo 24 é fixado de forma fixa por um parafuso 38 ao alojamento 23 de forma que a superfície de extremidade superior do alojamento 23 esteja em contato próximo com a superfície de extremidade inferior do rolamento fixo 24. Uma concavidade do alojamento 31 disposta de forma côncava no centro da superfície superior do alojamento 23, e uma parte de suporte 32 que se estende para baixo a partir do centro da superfície inferior do alojamento 23 são formadas no alojamento 23. Um furo de suporte 33 que atravessa na direção vertical é formado na parte de suporte 32, e uma parte de eixo principal 17b do virabrequim 17 é encaixada de forma rotativa no furo de suporte 33 através do suporte de eixo 34.

Na primeira modalidade, o alojamento 23 é fabricado utilizando um método de fabricação novo e especial. O método de fabricação é descrito em detalhes abaixo na seção intitulada "Método de Fabricação de um Elemento Deslizante"

b) Rolamento Fixo

O rolamento fixo 24 é basicamente constituído de uma placa de extremidade 24a e um envoltório de rolamento (formato involuto) 24b que se estende descendentemente a partir da superfície inferior 24P da placa de extremidade 24a, como ilustrado nas figuras de 1 a 3. Um furo de descarga 41 que está em comunicação com uma câmara de compressão descrita posteriormente 40, e uma parte côncava aumentada 42 que está em comunicação com o furo de descarga 41, são formados na placa de extremidade 24a. O furo de descarga 41 é formado de modo a se estender na direção vertical

na parte central da placa de extremidade 24a. A parte côncava aumentada 42 é uma concavidade que é formada de modo a alargar na direção horizontal na superfície superior da placa de extremidade 24a. Uma área de formação de abertura P (vide figura 9) fornecida com o furo de descarga 41 é formada de maneira fina de antemão no rolamento fixo 24, como ilustrado no método de fabricação descrito abaixo, onde a geração de furos de assopramento CN (vide figura 9) é reduzida. A razão da altura do envoltório 24b com relação à espessura do envoltório 24b é de 15 ou mais. A parte de ângulo e a parte de canto do envoltório 24b possuem um formato arredondado que encaixa na parte de ângulo e parte de canto do envoltório 26b do rolamento móvel.

Um corpo de tampa 44 é fixado de forma fixa com um parafuso 44a à superfície superior do rolamento fixo 24 de modo a assentar na parte côncava ampliada 42. Um espaço de silencioso 45 para silenciar o ruído operacional do mecanismo de compressão de rolamento 15 é formado pela cobertura da parte côncava ampliada 42 com um corpo de tampa 44. O rolamento fixo 24 e o corpo de tampa 44 são vedados por contato próximo através de empacotamento, que não é representado.

Na primeira modalidade, o rolamento fixo 24 é fabricado utilizando-se o método novo e especial de fabricação. O método de fabricação é descrito em detalhes abaixo na seção intitulada "Método de Fabricação de um Elemento Deslizante".

#### c) Rolamento Móvel.

O rolamento móvel 26 é um rolamento móvel tipo de acionamento externo e é basicamente constituído de uma placa de extremidade 26a, um envoltório de rolamento (formato involuto) 26b que se estende para cima a partir da superfície de extremidade 26P da placa de extremidade 26a, uma parte de suporte 26c que se estende para baixo a partir da superfície inferior da placa de extremidade 26a e é encaixada no lado externo do virabrequim 17, e uma parte de sulco 26d (vide figura 5) formada nas duas extremidades da placa de extremidade 26a, como ilustrado nas figuras 1, 4 e 5.

O rolamento móvel 26 é suportado pelo alojamento 23 através

de um anel Oldham 39 encaixado dentro da parte de sulco 26d (vide figura 1). Uma parte de eixo excêntrico 17a do virabrequim 17 é encaixada dentro da parte de suporte 26c. O rolamento móvel 26, sendo incorporado no mecanismo de compressão por rolamento 15 dessa forma, orbita de forma não rotativa pelo interior do alojamento 23 devido à rotação do virabrequim 17. O envoltório 26b do rolamento móvel 26 entrelaça com o envoltório 24b do rolamento fixo 24, e a câmara de compressão 40 é formada entre as partes de contato dos dois envoltórios 24b, 26b (vide figura 18(b)). Na câmara de compressão 40, os dois envoltórios são deslocados na direção do centro em conjunto com a órbita do rolamento móvel 26, e a capacidade da câmara de compressão diminui. No compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1, o gás refrigerante na câmara de compressão 40 é comprimido dessa forma.

Na primeira modalidade, o rolamento móvel 26 é fabricado utilizando um método de fabricação novo e especial. O método de fabricação é descrito em detalhes abaixo na seção intitulada "Método de Fabricação de um Elemento Deslizante".

#### d) Outros

Um canal de comunicação 46 é formado no mecanismo de compressão por rolamento 15 através do rolamento fixo 24 e do alojamento 23. O canal de comunicação 46 é constituído de um canal no lado do rolamento 47 formado como um entalhe no rolamento fixo 24, e um canal no lado do alojamento 48 formado como um entalhe no alojamento 23. A extremidade superior do canal de comunicação 46, isto é, a extremidade superior do canal no lado do rolamento 47, abre para a parte côncava ampliada 42, e a extremidade inferior do canal de comunicação 46, isto é, a extremidade inferior do canal no lado do alojamento 48, abre para a superfície de extremidade inferior do alojamento 23. Em outras palavras, a abertura de extremidade inferior do canal do lado do alojamento 48 é uma porta de descarga 49 através da qual o refrigerante no canal de comunicação 46 flui para o espaço livre 18.

### (3) Anel Oldham

Um anel Oldham 39 é um elemento para impedir a rotação do rolamento móvel 26, e é basicamente constituído de um corpo principal 39e, partes chave do lado de rolamento móvel 39a, 39b, e partes chave do lado do alojamento 39c, 39d, como ilustrado nas figuras de 6 a 8. O corpo principal 39e é um artigo moldado substancialmente anular, como ilustrado nas figuras de 6 a 8. As partes chave do lado do rolamento móvel 39a, 39b estão voltadas em direções opostas, com o eixo geométrico do corpo principal 39e disposto entre as mesmas, e são um par de projeções que se estendem para um lado ao longo da direção axial a partir das partes de projeção que se estendem para o lado periférico externo na direção radial do corpo principal 39e. As partes chave do lado do alojamento 39c, 39d estão voltadas em direções opostas, com o eixo geométrico do corpo principal 39e disposto entre as mesmas; são um par de projeções que se estendem para o lado oposto das partes chave do lado do rolamento móvel 39a, 39b ao longo da direção axial a partir das partes de projeção que se estendem para o lado periférico externo na direção radial do corpo principal 39e; e são dispostas em uma posição que é inclinada substancialmente por 90° a partir das partes chave do lado do rolamento móvel 39a, 39b em torno do centro do eixo geométrico. As partes chave do lado do rolamento móvel 39a, 39b são encaixadas em uma parte de sulco 26d do rolamento móvel 26, e partes chave do lado do alojamento 39c, 39d são encaixadas em um sulco Oldham (não ilustrado) formado no alojamento 23. Os sulcos Oldham são sulcos elípticos dispostos nas posições de forma que os sulcos estejam voltados um para outro no alojamento 23.

Na primeira modalidade, o anel Oldham 39 é fabricado utilizando-se um método de fabricação novo e especial. O método de fabricação é descrito em detalhes abaixo na seção intitulada "Método de Fabricação de um Elemento Deslizante".

#### (4) Motor de Acionamento

O motor de acionamento 16 é um motor DC na primeira modalidade, e é basicamente constituído de um estator anular 51 preso à superfície de parede interna do alojamento 10, e um rotor 52 acomodado de forma

rotativa com um pequeno espaço (canal de espaço de ar) dentro do estator 51. O motor de acionamento 16 é disposto de forma que a extremidade superior de uma extremidade de bobina 53 formada na extremidade superior do estator 51 esteja substancialmente na mesma posição de altura que a  
5 extremidade inferior da parte de suporte 32 do alojamento 23.

Um fio de cobre é enrolado em torno de uma parte de dente do estator 51, e uma extremidade de bobina 53 é formada acima e abaixo do estator. A superfície periférica externa do estator 51 é fornecida com partes cortadas no núcleo que foram formadas como entalhes em uma pluralidade  
10 de localizações a partir da superfície de extremidade superior para a superfície de extremidade inferior do estator 51 em intervalos prescritos na direção periférica. Um canal de resfriamento de motor 55 que se estende na direção vertical é formado pelas partes cortadas do número entre o envoltório tipo tronco 11 e o estator 51.

Um rotor 52 é conectado de forma acionada ao rolamento móvel 26 do mecanismo de compressão por rolamento 15 através do virabrequim 17 disposto no centro axial do envoltório tipo tronco 11 de forma a se estender na direção vertical. Uma placa guia 58 para orientar o refrigerante que fluiu para fora da porta de descarga 49 do canal de comunicação 46 para o  
15 canal de resfriamento de motor 55 é disposta no espaço livre 18.  
20

#### (5) Virabrequim

O virabrequim 17 é um artigo moldado integralmente e substancialmente cilíndrico, como ilustrado na figura 1, e é basicamente constituído por uma parte de eixo excêntrico 17a, uma parte de eixo principal 17b, uma  
25 parte de peso equilibrado 17c, e uma parte de eixo secundária 17d. A parte de eixo excêntrico 17a é acomodada na parte de suporte 26c do rolamento móvel 26. A parte de eixo principal 17 é acomodada no furo de suporte 33 do alojamento 23 através do suporte de eixo 34. A parte de eixo secundária 17d é acomodada no suporte principal inferior 60.

Na primeira modalidade, o virabrequim 17 é fabricado utilizando-se um método de fabricação novo e especial. O método de fabricação é descrito em detalhes abaixo na seção intitulada "Método de Fabricação de  
30

um Elemento Deslizante"

(6) Suporte Principal Inferior

O suporte principal inferior 60 é disposto em um espaço inferior abaixo do motor de acionamento 16. O suporte principal inferior 60 é preso  
5 ao envoltório tipo tronco 11, e constitui o suporte do lado de extremidade inferior do virabrequim 17, e acomoda a parte de eixo secundária 17d do virabrequim 17.

Na presente modalidade, o suporte principal inferior 60 é fabricado utilizando-se um método de fabricação novo e especial. O método de  
10 fabricação é descrito em detalhes abaixo na seção intitulada "Método de Fabricação de um Elemento Deslizante".

(7) Tubo de Sucção

O tubo de sucção 19 é utilizado para orientar o refrigerante do circuito de refrigeração para o mecanismo de compressão por rolamento 15  
15 e é encaixado de forma impermeável a ar na parte de parede superior 12 do envoltório 10. O tubo de sucção 19 passa através do espaço de baixa pressão 29 na direção vertical, e a parte de extremidade interna é encaixada dentro do rolamento fixo 24.

(8) Tubo de Descarga

O tubo de descarga 20 é utilizado para descarregar o refrigerante para dentro do envoltório 10 para o exterior do envoltório 10, e é encaixado de forma impermeável ao ar dentro do envoltório tipo tronco 11 do envoltório 10. O tubo de descarga 20 possui uma parte de extremidade interna 36  
20 formada no formato de um cilindro se estendendo na direção vertical, e é preso à parte de extremidade inferior do alojamento 23. A abertura de extremidade interna do tubo de descarga 20, isto é, a entrada, é aberta para  
25 baixo.

(Método de Fabricação de um Elemento Deslizante)

No compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 de acordo com a primeira modalidade, um virabrequim 17, um alojamento 23, um rolamento fixo 24, um rolamento móvel 26, um anel Oldham 39, e um suporte principal inferior 60 constituem os elementos deslizantes.  
30

Esses elementos deslizantes são fabricados utilizando-se o método de fabricação descrito abaixo.

(1) (Matéria-prima)

O material de ferro como matéria-prima dos elementos deslizantes de acordo com a primeira modalidade é um lingote ao qual os componentes a seguir foram adicionados: C: 2,3 a 2,4% em peso, Si: 1,95 a 2,05% em peso, Mn: 0,6 a 0,7% em peso, P: <0,035% em peso, S: <0,04% em peso, Cr: 0,00 a 0,50% em peso, Ni: 0,50 a 1,00% em peso. Como utilizado aqui, as razões de peso são razões com relação a toda a quantidade. Além disso, o termo "lingote" se refere a um material pré-moldado no qual um material de ferro possuindo os componentes descritos acima foi temporariamente fundido em um forno de fundição e, depois disso, moldado em um formato cilíndrico ou similar utilizando um aparelho de fundição contínua. Aqui, o teor de C e Si é determinado de modo a satisfazer dois objetivos: para se alcançar uma resistência à tensão e módulo de elasticidade de tensão que são superiores aos do ferro fundido com flocos de grafite, e para fornecer uma fluidez adequada para moldagem de uma pré-forma de elemento deslizante possuindo um formato complexo. O teor de Ni é determinado de modo a alcançar uma estrutura metálica que aperfeiçoa a robustez da estrutura metálica e é adequada para impedir rachaduras de superfície durante a moldagem.

(2) Etapa de Fabricação

Os elementos deslizantes de acordo com a primeira modalidade são fabricados através de uma etapa de fundição com matriz semifundida, uma etapa de tratamento com calor, uma etapa de acabamento, e uma etapa de tratamento com calor parcial. As etapas serão descritas em detalhes abaixo.

a) Etapa de Fundição com Matriz Semifundida

Na etapa de fundição com matriz semifundida, primeiro, um lingote é trazido para um estado semifundido por aquecimento de alta frequência. A seguir, o lingote semifundido é introduzido em um molde metálico prescrito, e é então moldado em um formato desejado enquanto uma pres-

são prescrita é aplicada utilizando-se uma máquina de fundição com matriz para obtenção de uma pré-forma do elemento deslizante. A estrutura metálica da pré-forma do elemento deslizante se torna ferro branco quando a pré-forma do elemento deslizante é removida do molde e resfriada rapidamente.

- 5 A pré-forma do elemento deslizante é ligeiramente maior do que o elemento deslizante que será obtido no final, e a pré-forma do elemento deslizante se torna o elemento deslizante final quando a tolerância de usinagem foi removida em uma etapa de acabamento final posterior.

Na primeira modalidade, a pré-forma 124 do rolamento fixo 24 é  
10 moldada utilizando-se o molde metálico 70 ilustrado na figura 9, e a pré-forma 126 do rolamento móvel 26 é moldada utilizando-se o molde metálico 80 ilustrado na figura 11.

(Moldagem do Rolamento Fixo)

O molde metálico 70 para obtenção de uma pré-forma 124 do  
15 rolamento fixo 24 pela fundição de matriz semifundida é constituído por uma primeira parte de molde 71 e uma segunda parte de molde 72. O formato de uma parte de espaço 73 que é formada quando a primeira parte de molde 71 e a segunda parte de molde 72 são combinadas corresponde ao formato da aparência externa do rolamento fixo 24 (isto é, a pré-forma 124) antes do  
20 corte.

Uma convexidade 71a e uma convexidade 72a são formadas na primeira parte do molde 71 e na segunda parte do molde 72, respectivamente, de modo a estarem voltadas uma para a outra a fim de formar uma área de formação de abertura P, que é uma área na qual um furo de descarga 41  
25 será formado nas proximidades do centro da pré-forma 124 do rolamento fixo 24. O espaçamento entre a convexidade 71a e a convexidade 72a é determinada em 4 mm ou menos. Portanto, a geração dos furos de assopramento CN pode ser adicionalmente reduzida devido à espessura  $t_2$  (vide figuras 9 e 10) da área de formação de abertura P ser reduzida para 4 mm  
30 ou menos.

Aqui, como um exemplo comparativo, a espessura de uma área de formação de abertura Q nas proximidades do centro da pré-forma 224 é

mantida em torno da mesma espessura que as partes periféricas quando a pré-forma 224 de um rolamento fixo convencional formado pela fundição com matriz semifundida ilustrado na figura 13 é considerado. Portanto, os furos de assopramento CN podem ser gerados sobre uma faixa ampla dentro de uma parte 224a que corresponde a uma placa de extremidade visto que os furos de assopramento também são gerados nas proximidades do centro da parte 224a que corresponde a uma placa de extremidade. Conseqüentemente, os furos de assopramento CN são expostos ao exterior a partir do furo de descarga 241 quando o furo de descarga 241 (parte cercada pelas duas linhas imaginárias na figura 13) é formado pela perfuração dentro da área de formação de abertura Q nas proximidades do centro da pré-forma 224. Como resultado disso, a resistência à fadiga do rolamento fixo depois da fabricação é consideravelmente reduzida.

(Moldagem do Rolamento Móvel)

O molde metálico 80 utilizado na fundição com matriz semifundida de uma pré-forma 126 de um rolamento móvel 26 é constituído por uma primeira parte de molde 81 e uma segunda parte de molde 82, como ilustrado na figura 11. O formato do espaço 83 formado quando a primeira parte do molde 81 e a segunda parte do molde 82 são combinadas corresponde ao formato da aparência externa do rolamento móvel 26 (isto é, a pré-forma 126) antes do corte.

Uma convexidade 81a para a formação de um espaço interno 26f (vide figura 5) da parte de suporte 26c do rolamento móvel 26 é formada na primeira parte de molde 81. O espaçamento da convexidade 81a e a segunda parte do molde 82 é determinada em 4 mm ou menos. Portanto, a espessura  $t_1$  (vide figuras 11 e 12) da parte central da técnica que corresponde a uma placa de extremidade na pré-forma 126 do rolamento móvel 26 tem 4 mm ou menos. Conseqüentemente, a ocorrência de furos de assopramento CN pode ser reduzida nessa parte.

A pré-forma 126 do rolamento móvel 26 possui uma espessura  $t_1$  em uma parte central 26e da parte que corresponde a uma placa de extremidade. Essa espessura é inferior à espessura da pré-forma de um rola-

mento móvel de um acionador interno; isto é, um rolamento móvel no qual uma unidade de suporte constituída por uma haste arredondada sólida encaixa dentro do eixo de acionamento. Conseqüentemente, com esse rolamento móvel 26, a ocorrência dos furos de assopramento CN pode ser reduzida em comparação com o rolamento móvel de um acionador interno.

Aqui, quando uma pré-forma de rolamento móvel convencional 226 formada pela fundição com matriz semifundida na figura 14 é considerada como um exemplo comparativo, a espessura da parte central 226e é quase igual a das partes periféricas. Portanto, inúmeros furos de assopramento CN são gerados nas proximidades do centro da parte 226a que corresponde a uma placa de extremidade. Conseqüentemente, a resistência do rolamento móvel formado de tal maneira é reduzida. Em particular, visto que a maior carga de gás (ou pressão) ocorre na parte central 226e durante a operação do compressor por rolamento, a placa de extremidade tende a se deformar quando a resistência da parte central 226e é reduzida. Adicionalmente, quando a placa de extremidade se deforma, o estado deslizante entre o rolamento móvel e o rolamento fixo é degradado, e isso resulta em abrasão e emperramento.

#### b) Etapa de Tratamento com Calor

Na etapa de tratamento com calor, a pré-forma do elemento deslizante depois da etapa de fundição com matriz semifundida é tratada com calor. Nessa etapa de tratamento com calor, a estrutura metálica da pré-forma do elemento deslizante muda de uma estrutura de ferro branco para uma estrutura metálica constituída de uma base de perlita/ferrita e grafite granulado. A grafitização e transformação de perlita da estrutura de ferro branco podem ser ajustadas pelo ajuste da temperatura do tratamento com calor, do tempo de retenção, da taxa de resfriamento, e similares. Como descrito, por exemplo, em "Research of Semi-Molten Iron Molding Techniques," Honda R&D Technical Review, Vol. 14, No. 1, uma estrutura metálica possuindo uma resistência à tensão de cerca de 500 MPa a 700 MPa e uma dureza de cerca de HB 150 (HRB 81 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417)) a HB 200 (HRB 96 (valor convertido a par-

tir da tabela de conversão de dureza SAE J 417)) pode ser obtida pela retenção do metal por 60 minutos a 950 C e, depois disso, pelo resfriamento gradual do metal no forno a uma taxa de resfriamento de 0,05 a 0,10 C/seg. Tal estrutura metálica é basicamente ferrita, e é, portanto, macia e possui excelente capacidade de usinagem. No entanto, uma borda de acúmulo de uma lâmina durante a usinagem pode ser formada, e a vida útil da ferramenta com lâmina pode ser reduzida. O metal é retido por 60 minutos a 1000 C, então resfriado com ar, mantido por uma duração de tempo prescrita a uma temperatura que é ligeiramente inferior à temperatura inicial, e depois resfriado com ar, onde uma estrutura metálica possuindo uma resistência à tensão de cerca de 600 MPa a 900 MPa e uma dureza de cerca de HB 200 (HRB 96 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417)) a HB 250 (HRB 105, HRC 26 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417; HRB 105 é um valor de referência para extensão além da faixa prática efetiva de um tipo de teste)) pode ser obtida. Em tal estrutura metálica, uma substância cuja dureza é igual a do ferro fundido com flocos de grafite tem a mesma capacidade de usinagem que o ferro fundido com flocos de grafite, e melhor capacidade de usinagem do que o ferro fundido com grafite esferoidal possuindo a mesma ductilidade e robustez. Também é possível um método no qual o metal seja mantido por 60 minutos a 1000 C, resfriado em óleo, mantido por uma duração de tempo prescrita a uma temperatura que é ligeiramente inferior à temperatura inicial, e depois disso resfriado com ar, onde uma estrutura metálica possuindo uma resistência à tensão de cerca de 800 MPa a 1300 MPa e uma dureza de cerca de HB 250 (HRB 105, HRC 26 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417; HRB 105 é um valor de referência para extensão além da faixa prática efetiva de um tipo de teste)) a HB 350 (HRB 122, HRC 41 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417; HRB 122 é um valor de referência para extensão além da faixa prática efetiva de um tipo de teste)) pode ser obtida. Tal estrutura metálica é basicamente perlita, e é, portanto, dura e possui baixa capacidade de usinagem mas possui excelente resistência à abrasão. No entanto, existe a possi-

bilidade de o metal danificar o outro elemento do par de deslizamento devido à dureza excessiva.

Na etapa de tratamento com calor na primeira modalidade, a pré-forma do elemento deslizante é tratada com calor sob condições que  
5 fazem com que a dureza seja maior que HRB 90 (HB 176 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417) mas menor que HRB 100 (HB 219 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417)). É aparente que quando a pré-forma do elemento deslizante é fabricada utilizando-se a fundição com matriz semifundida, a dureza da pré-  
10 forma do elemento deslizante está em uma relação proporcional com a resistência à tensão da pré-forma do elemento deslizante, e, portanto, corresponde substancialmente a uma faixa na qual a resistência à tensão da pré-forma do elemento deslizante nesse caso é de 600 MPa a 900 MPa.

Na etapa de tratamento com calor na primeira modalidade, a  
15 pré-forma do elemento deslizante é tratada com calor sob as condições que fazem com que a dureza seja maior que HRB 90 (HB 176 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417) mas inferior a HRB 100 (HB 219 (valor convertido a partir da tabela de conversão de dureza SAE J 417)). É aparente que quando a pré-forma do elemento deslizante é fabricada  
20 utilizando-se a fundição com matriz semifundida, a dureza da pré-forma do elemento deslizante está em uma relação proporcional com a resistência à tensão da pré-forma do elemento deslizante, e portanto, corresponde substancialmente a uma faixa na qual a resistência à tensão da pré-forma do elemento deslizante nesse caso é de 600 MPa a 900 MPa.

Na etapa de tratamento com calor da pré-forma 124 do rolamento  
25 fixo 24 e a pré-forma 126 do rolamento móvel 26, o tratamento com calor é realizado de forma que a razão da resistência à tensão com relação ao módulo de Young seja de 0,0046 ou menos. O tratamento com calor é realizado de forma que a razão da resistência à tensão com relação ao módulo  
30 Young seja de 0,0033 ou mais, de forma que a razão de ferrita seja reduzida para um nível que permite que a resistência à abrasão seja garantida e de forma que uma borda de acúmulo tenha menos chances de ser formada du-

rante o corte. Visto que o módulo de Young é de 175 a 190 GPa independentemente do tratamento com calor, o tratamento com calor é realizado de forma que a resistência à tensão seja de cerca de 600 MPa a 900 MPa.

c) Etapa de Acabamento

5 Na etapa de acabamento, a pré-forma do elemento deslizante é usinada e o elemento deslizante é completado.

Na etapa de acabamento da pré-forma 124 do rolamento fixo 24, o furo de descarga 41, que é um furo vazado na área de formação de abertura P, é formado pela perfuração conhecida de forma convencional ou similar, e a parte correspondente ao envoltório é cortada pelo esmerilhamento da extremidade ou similar. A altura H da placa de extremidade 24P para a extremidade distal, além da espessura T, são fornecidas como valores prescritos, como ilustrado na figura 3.

10

Na etapa de acabamento da pré-forma 126 do rolamento móvel 26, a parte correspondente ao envoltório é cortada pelo esmerilhamento de extremidade ou similar, e uma parte entalhada (contra furo) SC5 para dispersão da tensão de uma carga de gás é formada pelo esmerilhamento de extremidade ou similar. A altura H da placa de extremidade 26P para a extremidade distal, além da espessura T, são valores prescritos fornecidos, como ilustrado na figura 5. A parte entalhada (contra furo) SC5 age para dispersar a tensão da parte de base do envoltório 26b, que é a parte na qual a tensão é concentrada ao máximo.

15

20

Quando o compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 de acordo com a primeira modalidade é incorporado em um circuito de refrigeração de um aparelho de refrigeração no qual R410A é utilizado como um refrigerante, a altura H e a espessura T dos envoltórios 24b e 26b são projetados de forma que a razão (H/T) seja de 10 a 19, assumindo-se que a razão da intensidade de tensão com relação ao módulo Young do rolamento fixo 24 e do rolamento móvel 26 seja de 0,0033 a 0,0046. A quantidade de flexão (quantidade de deformação) na extremidade distal da parte de extremidade (parte de extremidade onde o enrolamento começa) no centro do rolamento dos envoltórios 24b, 26b pode ser mantida dentro de uma

25

30

faixa aceitável pela utilização de um desenho, e não há problemas em termos de intensidade, mesmo quando R410A, que é um gás refrigerante utilizado no aparelho de refrigerante, está em sua pressão máxima.

Quando o compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 de acordo com a primeira modalidade é incorporado em um circuito de refrigeração de um aparelho de refrigeração no qual dióxido de carbono é utilizado como um refrigerante, a altura H e a espessura T dos envoltórios 24b e 26b são projetadas de forma que a razão (H/T) seja de 2 a 8, assumindo-se que a razão da intensidade de tensão com relação ao módulo Young do rolamento fixo 24 e do rolamento móvel 26 seja de 0,0033 a 0,0046. A quantidade de flexão (quantidade de deformação) na extremidade distal da parte de extremidade (parte de extremidade onde o enrolamento começa) no centro do rolamento dos envoltórios 24b, 26b pode ser mantida dentro de uma faixa aceitável pela utilização de tal desenho, e não existe qualquer problema em termos de intensidade, mesmo quando o dióxido de carbono, que é um gás refrigerante utilizado no aparelho de refrigeração, está na pressão máxima.

#### d) Etapa de Tratamento com Calor Parcial

Na etapa de tratamento com calor parcial, o tratamento com calor de laser ou tratamento com calor em alta frequência é realizado em locais específicos do elemento deslizante, e a resistência à fadiga e resistência à abrasão dos locais específicos é aperfeiçoada. No tratamento com aquecimento por laser, ou tratamento com calor de alta frequência, um feixe de laser ou uma onda de alta frequência é irradiado de forma que a dureza da superfície das partes tratadas seja de HRC 50 a HRC 65.

Na etapa de tratamento com calor parcial do rolamento fixo 25, o tratamento com calor de laser é realizado na parte periférica SC1 da base do envoltório 24b na qual a tensão é concentrada durante a operação do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1, e o tratamento com calor de alta frequência é realizado na parte mais interna SC2 do envoltório 24b (vide figuras 2 e 3; nos diagramas, os locais de tratamento com calor de laser são sombreados).

Na etapa de tratamento com calor parcial do rolamento móvel 26, o tratamento com aquecimento de laser é realizado na parte periférica SC3 da base do envoltório 26b e na parte periférica SC4 da base da parte de suporte 26c na qual a tensão é concentrada durante a operação do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1, e tratamento com calor de alta frequência é realizado na parte entalhada SC5 formada nas proximidades do centro do desenho da placa de extremidade 26a e na parte mais interna SC6 do envoltório 26b (vide figuras 4 e 5; nos diagramas, os locais de tratamento com calor de laser são sombreados).

Na etapa de tratamento com calor parcial do virabrequim 17, o tratamento com calor de alta frequência é realizado na parte de eixo excêntrico 17a e parte de eixo principal 17b, que exigem resistência à abrasão. O tratamento com aquecimento de laser realizado na parte periférica SC7 da parte entalhada que está presente entre a parte do eixo excêntrico 17a e a parte de eixo principal 17b na qual a tensão é concentrada durante a operação do compressor (vide figura 15; no diagrama, os locais de tratamento com calor de laser são sombreados).

Na etapa de tratamento com calor parcial do anel Oldham 39, o tratamento com calor de alta frequência é realizado nas partes chave do lado de rolamento móvel 39a, 39b e as partes chave do lado do alojamento 39c, 39d, que exigem a resistência à abrasão (vide figuras 6, 7 e 8; nos diagramas, os locais de tratamento com calor de alta frequência são sombreados).

(Operação de um Compressor por Rolamento tipo Cúpula de Pressão Alta e Baixa)

A seguir, a operação do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 será brevemente descrito. Primeiro, quando o motor de acionamento 16 é acionado, o eixo de acionamento 17 gira, e o rolamento móvel 26 orbita sem girar. Nesse ponto, o gás refrigerante de baixa pressão passa através do tubo de sucção 19, é sugado a partir da borda periférica da câmara de compressão 40 para dentro da câmara de compressão 40, é comprimido à medida que a capacidade da câmara de compressão 40 muda, e se torna um gás refrigerante de alta pressão (vide figura 18(b)). O

gás refrigerante de alta pressão passa a partir da parte central da câmara de compressão 40 através do canal de descarga 41; é descarregado para o espaço do silencioso 45; então passa através do canal de comunicação 46, o canal do lado do rolamento 47, do canal do lado do alojamento 48, e a porta de descarga 49; flui para fora para o espaço livre 18; e flui para baixo entre a placa guia 58 e a superfície interna do envoltório tipo tronco 11. Uma parte do gás refrigerante se ramifica para fora e flui na direção periférica entre a placa guia 58 e o motor de acionamento 16 quando o gás refrigerante flui para baixo entre a placa guia 58 e a superfície interna do envoltório tipo tronco 11. Nesse ponto, o óleo lubrificante misturado com o gás refrigerante se separa. Por outro lado, a outra parte do gás refrigerante ramificado flui para baixo através do canal de resfriamento de motor 55 para o espaço abaixo do motor, e então inverte o curso e flui para cima através do canal de resfriamento de motor 55 no lado (lado esquerdo na figura 1) voltado para o canal de comunicação 46 ou canal de espaço de ar entre o estator 51 e o rotor 52. Depois disso, o gás refrigerante pode ter passado através da placa guia 58 e o gás refrigerante que fluiu do canal de espaço de ar ou do canal de resfriamento de motor 55 se misturam no espaço livre 18. O gás refrigerante misturado flui a partir da parte de extremidade interna 36 do tubo de descarga 20 para o tubo de descarga 20, e é então descarregado para o exterior do envoltório 10. O gás refrigerante descarregado para o exterior do envoltório 10 circula através do circuito de refrigeração, então passa através do tubo de sucção 19 novamente, e é sugado e comprimido no mecanismo de compressão por rolamento 15.

25 (Comparação de um rolamento convencional no qual um material FC é utilizado, e o rolamento da primeira modalidade)

A seguir, uma comparação é feita com referência às figuras de 16 a 18 entre um rolamento fixo convencional 324 e o rolamento móvel 326 que utilizam FC250, e o rolamento fixo 24 e o rolamento móvel 26 do compressor 1 de acordo com a primeira modalidade. Nesse caso, a altura H dos envoltórios 285, 287, 24b, 26b dos rolamentos 324, 326, 24, 26 são todos configurados para serem iguais. A espessura T dos envoltórios 285, 287 são

determinadas com base nas linhas gerais do desenho para intensidade convencional no rolamento fixo convencional 324 e rolamento móvel 326, e a espessura T dos envoltórios 24b, 26b são configuradas com base nas linhas gerais do desenho descritas acima para o rolamento fixo 24 e o rolamento móvel 26. Um material de fundição de matriz semifundida é utilizado para o rolamento fixo 24 e o rolamento móvel 26, e visto que a intensidade é aumentada em comparação com o FC250 convencional, a espessura T dos envoltórios é reduzida em comparação com o rolamento fixo convencional 324 e rolamento móvel 326.

10 As partes sombreadas das figuras 16(a), 16(b) e 16(c) indicam a área de superfície de divisão, a área de trabalho por compressão, e a área de impulsão, respectivamente, em um rolamento fixo convencional 324. A área de superfície de divisão é uma área de superfície transversal lateral de um envoltório (envoltório 285, nesse caso). Em contraste, as partes sombreadas das figuras 16(d), 16(e), e 16(f) indicam a área de superfície de divisão, a área de trabalho por compressão e a área de impulsão, respectivamente, no rolamento fixo 24. Quando as figuras 16(a) e 16(d) são comparadas, a área de superfície de divisão é reduzida no rolamento fixo 24 em comparação com o rolamento fixo convencional 324. Isso porque a razão (H/T) da altura H para a espessura T do envoltório 24b é aumentada em associação com a maior intensidade. Quando uma comparação é feita com referência às figura 16(c) e 16(f) entre as áreas de superfície por compressão efetivas obtidas pela subtração da área de superfície de divisão da área de superfície da área de trabalho por compressão, a área de superfície por compressão efetiva é de 48 cm<sup>2</sup>, ou cerca de 20% maior no rolamento fixo 24, em comparação com os 40 cm<sup>2</sup> do rolamento fixo convencional 324.

30 As partes sombreadas das figuras 17(a), 17(b) e 17(c) indicam a área de superfície de divisão, área de trabalho por compressão e área de impulsão, respectivamente, em um rolamento móvel convencional 326. A área de superfície de divisão é uma área de superfície transversal lateral de um envoltório (envoltório 287, nesse caso). Em contraste, as partes sombreadas das figuras 17(d), 17(e) e 17(f) indicam a área de superfície de divisão,

5 área de trabalho por compressão, e área de impulsão, respectivamente, no  
rolamento móvel 26. Quando as figuras 17(a) e 17(d) são comparadas, a  
área de superfície de divisão é reduzida no rolamento móvel 26 em compa-  
15 ração com o rolamento móvel convencional 326. Isso porque a razão (H/T)  
da altura H para a espessura T do envoltório 26b é aumentada em associa-  
ção com a maior intensidade. Quando uma comparação é feita com referên-  
cia às figuras 17(c) e 17(f) entre as áreas de superfície de compressão efeti-  
vas obtidas pela subtração da área de superfície de divisão da área de su-  
10 perfície da área de trabalho por compressão, a área de superfície por com-  
pressão efetiva tem  $32 \text{ cm}^2$ , ou cerca de 15% mais que o rolamento móvel  
26, em comparação com os  $28 \text{ cm}^2$  do rolamento móvel convencional 326.

A parte sombreada da figura 18(a) ilustra a capacidade de suc-  
ção formada pelo rolamento fixo convencional 324 e rolamento móvel 326  
possuindo envoltórios 285, 287 nos quais a espessura T é relativamente  
15 grande; e a parte sombreada da figura 18(b) ilustra a capacidade de sucção  
formada pelo rolamento fixo 24 e rolamento móvel 26 possuindo envoltórios  
24b, 26b nos quais a espessura T é relativamente pequena (fina). No com-  
pressor 1, a espessura T dos envoltórios 24b, 26b é reduzida e a razão (H/T)  
é aumentada. A capacidade de sucção é, dessa forma, cerca de 1,5 vezes  
20 maior em comparação com um compressor no qual os rolamentos conven-  
cionais 324, 326 são adotados.

(Testes)

(1) Teste de Resistência à Abrasão e Teste de amaciamento em  
uso

25 Primeiro, uma peça de teste em formato de pino 412a e uma  
peça de teste em formato de disco 412b tal como as ilustradas na figura 19  
foram fabricadas a partir de um material fabricado por fundição com matriz  
semifundida, e as peças de teste 412a, 412b possuindo níveis diferentes de  
dureza foram fabricadas pela variação das condições de tratamento com  
30 calor do material fabricado pela fundição com matriz semifundida. As peças  
de teste 412a, 412b foram colocadas em uma parelho de teste pino/disco  
401 tal como o ilustrado na figura 19, a peça de teste em formato de pino

412a que foi colocada em um retentor 413 foi deslizada por duas horas contra a peça de teste em formato de disco 412b sob condições de uma velocidade de deslizamento média de 2,0 m/s e uma carga de pressão de superfície constante de 20 MPa em uma mistura líquida 416 constituída de óleo etéreo (100 C) e refrigerante R410A armazenada em um recipiente 410, e a quantidade de abrasão foi medida. A pressão de superfície nesse caso foi ajustada pela utilização de carga aplicada ao eixo de lado inferior 411b. Uma vedação mecânica 414 foi fornecida entre um eixo de rotor do lado superior 411a e um recipiente 410. A quantidade de abrasão foi obtida pela adição da quantidade de abrasão de pino e quantidade de abrasão de disco.

Os dados obtidos a partir dessa experiência são resumidos no gráfico de barras ilustrado na figura 20. A relação entre a quantidade de abrasão e a dureza das peças de teste fabricadas pela fundição em matriz semifundida (doravante referida como peças de teste de fundição em matriz semifundida) é ilustrada na área da esquerda voltada para o gráfico. Para referência, a quantidade de abrasão e a dureza das peças de teste constituídas de FC250 (doravante referidas como peças de teste FC250), que é um material convencional, são ilustradas na área direita voltada para o gráfico. As peças de teste constituídas de FC250 apresentam um nível de dureza (HRB 101,0) que indica boas características de amaciamento em uso em um compressor convencional. Além disso, a estrutura de base da peça de teste FC250 exibindo tal nível de dureza contém 95% ou mais de estrutura de perlita.

Aqui, em vista da área esquerda, é aparente que a dureza e a quantidade de abrasão das peças de teste de fundição em matriz semifundida possuem uma relação substancialmente proporcional. Quando as peças de teste de fundição em matriz semifundida e a peça de teste FC250 são comparadas, é aparente que a peça de teste de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de HRB 103,7 apresenta uma quantidade de abrasão drasticamente menor do que a peça de teste FC250, a peça de teste de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de HRB 98,0 tem substancialmente a mesma quantidade de abrasão que a peça de teste

FC250, e a peça de teste de fundição com matriz semifundida apresentando uma dureza de HRB 87,4 apresenta uma quantidade de abrasão drasticamente maior do que a peça de teste FC250. Em outras palavras, é aparente que a peça de teste de fundição de matriz semifundida possuindo uma dureza de HRB 98,0 tem cerca que a mesma característica de amaciamento em uso que a peça de teste FC250 possuindo uma dureza de HRB 100 ou mais. Isso sugere que o fenômeno de abrasão depende não apenas da dureza, mas também da estrutura de base. Em outras palavras, quando a razão da estrutura de perlita constituindo a estrutura de base é alta, a característica de amaciamento em uso do artigo moldado é ruim, mesmo quando a dureza é igual. Nesse caso, a dureza que pode demonstrar boas características de amaciamento em uso é uma dureza que é empiricamente determinada para ter uma quantidade de abrasão de mais de 5  $\mu\text{m}$ , mas inferior a 13  $\mu\text{m}$ . Conseqüentemente, uma peça de teste de fundição com matriz semifundida que possui um nível de dureza superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100 apresenta excelentes "características de breaking-in". Isto é suportado pela curva de "breaking-in" de um artigo de fundição com matriz semifundida ilustrado na figura 21. É aparente a partir da figura 21, que 100 horas são necessárias para o breaking-in suficiente quando a dureza é de HRB 100 ou mais, mas "breaking-in" é substancialmente completado em dez ou mais horas quando a dureza é igual a HRB 100 ou menos.

## (2) Teste de Resistência a Emperramento

Primeiro, uma peça de teste em formato de pino 412a e uma peça de teste em formato de disco 412b tal como as ilustradas na figura 19 foram fabricadas a partir de um material fabricado por fundição em matriz semifundida, e peças de teste 412a, 412b possuindo diferentes níveis de dureza foram fabricadas pela variação das condições de tratamento com calor do material fabricado pela fundição com matriz semifundida. As peças de teste 412a, 412b foram colocadas em um aparelho de teste de pino/disco 401 tal como ilustrado na figura 19, e uma carga (pressão de superfície) foi aplicada em etapas de 15,6 MPa sob condições de uma velocidade de deslizamento média de 2,0 m/s em uma mistura líquida 416 constituída de óleo

etéreo (100 C) e refrigerante R410A armazenada em um recipiente 410. O ponto no qual o torque de fricção, como detectado por um detector de torque 415, aumentou rapidamente foi determinado como sendo o ponto no qual emperramento ocorre, e a pressão de superfície nesse momento foi utilizada  
5 como a pressão de superfície na qual emperramento ocorre. A pressão de superfície nesse caso foi ajustada pela utilização da carga aplicada ao eixo do lado inferior 411b. Uma vedação mecânica 414 foi fornecida entre um eixo de rotor do lado superior 411a e o recipiente 410.

Os dados obtidos a partir dessa experiência foram resumidos no gráfico de barras ilustrado na figura 22. A relação entre a pressão de superfície na qual emperramento ocorre e a dureza das peças de teste fabricadas pela fundição com matriz semifundida (doravante referidas como peças de teste de fundição com matriz semifundida) é ilustrada nesse gráfico.  
10

É aparente a partir da figura 22 que a pressão de superfície na qual emperramento ocorre é drasticamente reduzida quando a dureza da peça de teste de fundição com matriz semifundida está entre HRB 98,0 e HRB 103,8. Em outras palavras, isso mostra que emperramento ocorre mais prontamente quando a dureza da peça de teste moldada por fundição com matriz semifundida é de HRB 100 ou mais. Quando o rolamento móvel e o rolamento fixo são fabricados utilizando-se a fundição com matriz semifundida, a dureza do rolamento móvel e do rolamento fixo deve ser inferior a HRB 100 a fim de impedir que o rolamento móvel e o rolamento fixo causem emperramento durante a operação anormal do compressor.  
15  
20

### (3) Teste de Ductilidade

A figura 23 ilustra a relação entre o alongamento de tensão e a dureza de um artigo moldado fabricado utilizando-se a fundição com matriz semifundida. O alongamento de tensão foi medido de acordo com o método de teste descrito em JIS Z2241. Nesse teste de tensão, o formato da peça de teste foi o da peça de teste No. 4 ou No. 5 descrita em JIS Z2201.  
25

É aparente a partir da figura 23 que o alongamento e a dureza de um artigo moldado fabricado por fundição com matriz semifundida (doravante referido como artigo de fundição com matriz semifundida) estão em  
30

uma relação inversamente proporcional. Quando comparado com um artigo moldado a partir de FC250 ou FCD600 (doravante referidos como artigo moldado de forma convencional), é aparente que o artigo de fundição com matriz semifundida exibe uma ductilidade drasticamente maior do que um artigo moldado de forma convencional. No caso de um artigo de fundição com matriz semifundida, o fato é que uma borda de acúmulo é prontamente formada durante a usinagem, e a capacidade de processamento por esmerilhamento é degradada, quando o alojamento de tensão é de 14% ou mais; raspas finas são prontamente produzidas no caso de rachaduras terem ocorrido quando o alongamento de tensão é de 8% ou menos (possivelmente devido ao fluxo de retorno do fluido (compressão hidráulica), que pode ocorrer quando o artigo de fundição com matriz semifundida é um rolamento móvel ou um rolamento fixo); e o efeito de prevenção de tais situações não pode ser fornecido suficientemente pelo aperfeiçoamento da ductilidade. Por essa razão, o artigo fundido com matriz semifundida possui preferivelmente e de forma ideal um alongamento de tensão que é superior a 8%, mas inferior a 14%. Portanto, a dureza do artigo de fundição com matriz semifundida é idealmente maior do que HRB 90, mas inferior a HRB 100.

#### (4) Teste de Corte

A figura 24 ilustra a relação entre a distância de entalhe e a resistência a corte de um artigo moldado fabricado utilizando-se a fundição com matriz semifundida. O teste de corte foi realizado utilizando-se um método de corte descendente com o auxílio de um esmeril de extremidade como uma lâmina de corte sob condições secas em uma velocidade de rotação de esmeril de extremidade de 6000 rpm e uma taxa de alimentação de 1800 mm/min - 0,05/lâmina. A dureza do artigo de fundição com matriz semifundida nesse momento foi de HRB 98, e a dureza do artigo moldado de referência FC250 foi de HRB 101.

É aparente a partir da figura 24 que com um artigo de fundição com matriz semifundida, a resistência ao corte aumenta de forma proporcional à medida que a distância de entalhe aumenta da mesma forma que para um artigo moldado FC250, mas o valor absoluto é inferior ao de um artigo

moldado FC250.

#### (5) Teste de Abrasão de Ferramenta

A figura 25 ilustra uma comparação da abrasão de ferramenta de corte para um artigo moldado fabricado utilizando a fundição com matriz semifundida. O teste de abrasão de ferramenta foi realizado da mesma forma que o teste de corte pela utilização do método de corte descendente com o auxílio de um esmeril de extremidade como uma lâmina de corte sob condições secas em uma velocidade de rotação de esmeril de extremidade de 8000 rpm e uma taxa de alimentação de 1920 mm/min - 0,04/lâmina. Os dados na figura 25 são constituídos de valores obtidos pela rotação de uma ferramenta para a distância de corte notada acima das barras. A dureza dos artigos de fundição com matriz semifundida nesse momento é de HRB 93 a 95 e HRB 98 a 100, e a dureza do artigo moldado FC250 de referência é de HRB 101.

É aparente a partir da figura 25 que quando o artigo moldado FC250 e o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 93 a 95 são comparados, a quantidade de abrasão de ferramenta para os dois artigos moldados é substancialmente igual na parte periférica externa da lâmina e a base da lâmina independentemente do fato de o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 93 a 95 possuir uma distância de corte maior do que o artigo moldado FC250. Portanto, o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 93 a 95 tem cerca da mesma ou melhor capacidade de usinagem que o artigo moldado FC250. Quando uma comparação é feita entre o artigo de fundição de matriz semifundida possuindo uma dureza de 93 a 95 e o artigo de fundição de matriz semifundida possuindo uma dureza de 98 a 100, o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 93 a 95 possui uma menor quantidade de abrasão na base da lâmina do que o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 98 a 100, independentemente do fato de o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 93 a 95 possuir uma distância de corte maior do que o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 98 a 100. Em

outras palavras, o artigo de fundição com matriz semifundida possuindo uma dureza de 93 a 95 possui uma capacidade de usinagem drasticamente melhor do que o artigo de fundição de matriz semifundida possuindo uma dureza de 98 a 100.

5 (Características do Compressor por Rolamento do tipo Cúpula com Pressão Alta e Baixa de Acordo com a Primeira Modalidade)

(1)

Na primeira modalidade, o rolamento móvel 26 e o rolamento fixo 24 são fabricados através de uma etapa de fundição com matriz semi-  
10 fundida e uma etapa de tratamento com calor. Conseqüentemente, um rolamento móvel e um rolamento fixo podem ser prontamente fornecidos por esse método de fabricação com maior resistência à tensão e dureza do que um rolamento móvel e um rolamento fixo constituídos por ferro fundido com flocos de grafite fabricado utilizando-se fundição com areia convencional.

15 (2)

Na primeira modalidade, a pré-forma de rolamento móvel e a pré-forma de rolamento fixo são fabricadas através de uma etapa de fundição de matriz semifundida e uma etapa de tratamento com calor, e a dureza é ajustada de forma a ser superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. A resistência à tensão da pré-forma de rolamento móvel e a pré-forma de rolamento fixo corresponde substancialmente à faixa de 600 MPa a 900 MPa. Conseqüentemente, quando esse método de fabricação de um elemento deslizante para compressor é adotado, as placas de extremidade 24a, 26a do rolamento móvel 26 e do rolamento fixo 24, além de envoltórios 24b, 26b,  
25 pode ser afinado. Portanto, o compressor por rolamento 1 pode ter um diâmetro menor, e, conseqüentemente, a perda de impulsão pode ser reduzida e a capacidade pode ser aumentada. Além disso, a tensão gerada no rolamento é maior do que durante a operação normal (durante a carga total) quando a capacidade é controlada durante uma operação caracterizada por  
30 uma razão de alta compressão, mesmo em um controlador de capacidade com base em um pistão de descarregador, mas visto que a resistência é aperfeiçoada e a dureza é melhorada, a possibilidade de o rolamento ser da-

nificado ou similar pode ser reduzida. Tal rolamento móvel 26 e rolamento fixo 24 apresentam excelente robustez em comparação com um terminal FC, e danos não devem ocorrer decorrentes de um aumento súbito na pressão interna ou inclusão de matéria estranha. Mesmo se danos ocorrerem, raspas 5 finas não devem ser produzidas e os tubos não precisarão ser lavados. Quando uma pré-forma de rolamento móvel e a pré-forma de rolamento fixo constituídas de ferro fundido com flocos de grafite fabricadas por fundição com areia são usinadas e o rolamento móvel e o rolamento fixo finais são formados, a pré-forma de rolamento móvel e a pré-forma de rolamento fixo 10 são normalmente presas novamente várias vezes a fim de se remover as distorções produzidas pela usinagem. No entanto, não existe qualquer preocupação com distorções causadas pela usinagem quando uma pré-forma do rolamento móvel e a pré-forma do rolamento fixo possuindo tal alta resistência à tensão são usinadas. Portanto, a adoção do presente método de fabricação 15 permite que o custo da nova fixação seja reduzido.

(3)

É aparente que quando um elemento deslizante fabricado pela fundição com matriz semifundida é tratada com calor, a resistência à tensão do elemento deslizante está em uma relação proporcional com a dureza do 20 elemento deslizante. Portanto, a resistência à tensão pode ser medida no elemento deslizante de acordo com a primeira modalidade meramente pela medição da dureza.

(4)

Na etapa de tratamento com calor da primeira modalidade, o 25 tratamento com calor é realizado de forma que a dureza da pré-forma do rolamento móvel e a pré-forma do rolamento fixo seja maior do que HRB 90, mas inferior a HRB 100. Por essa razão, um rolamento móvel 26 e o rolamento fixo 24 que pode demonstrar uma durabilidade suficiente durante a operação do compressor, que prontamente sofre "breaking-in" o mais cedo 30 possível, e que não cause emperramento durante a operação anormal podem ser fabricados quando o método de fabricação do elemento deslizante do compressor é adotado. Quando a dureza está nessa faixa, a usinagem da

pré-forma de rolamento móvel e a pré-forma do rolamento fixo é aperfeiçoada, a pré-forma do rolamento móvel e a pré-forma do rolamento fixo apresentam menor tendência de ser danificadas, e o manuseio é facilitado. Por essa razão, a abrasão de ferramenta e a quebra da ferramenta têm menores chances de ocorrer, a vida útil da ferramenta é estendida, uma borda de acúmulo tem menos chances de ser formada, a capacidade de processamento por esmerilhamento é boa, o tempo de usinagem pode ser reduzido, e os custos de usinagem podem, portanto, ser reduzidos. Independentemente dos rolamentos possuírem abrasão de ferramenta e tempo de usinagem superiores devido à menor dureza com relação a FCD possuindo a mesma resistência à tensão (resistência à tensão é alta no mesmo nível da dureza), pode ser dito que a maior resistência à tensão pode ser alcançada. Além disso, o rolamento móvel 26, o anel Oldham 39, a vedação (não ilustrada), e similares têm menos chances de serem danificados visto que a aspereza de superfície dos mesmos é prontamente reduzida em comparação com um material FC.

(5)

Na primeira modalidade, o rolamento fixo 24 é fabricado por moldagem de um material metálico pela fundição com matriz semifundida utilizando um molde metálico 70 possuindo convexidades 71a, 72a nas quais uma área de formação de abertura P pode ser formada de maneira fina nas proximidades do centro da pré-forma 124, e, depois disso, pela formação de um furo de descarga 41 na área de formação de abertura fina P. Uma área de formação de abertura P do furo de descarga 41 pode ser formada com o auxílio de convexidades 71a, 72a até uma espessura de 4 mm ou menos nas proximidades do centro da parte que corresponde à placa de extremidade na pré-forma 124 do rolamento fixo 24. Conseqüentemente, a ocorrência dos furos de assopramento CN pode ser reduzida na pré-forma 124 do rolamento fixo 24. Portanto, apenas pequenos furos de assopramento divididos CN estão presentes na periferia longe das proximidades do centro dentro da placa de extremidade 24a no rolamento fixo 24. Como resultado disso, a probabilidade de um furo de assopramento CN dentro da pré-forma 124 ser

exposto ao exterior é eliminada mesmo se um furo de descarga 41 for formado na área de formação de abertura P da pré-forma 124, e uma redução na resistência à fadiga pode ser inibida.

(6)

5 Na primeira modalidade, o rolamento móvel 26 é fabricado por moldagem de um material metálico pela fundição com matriz semifundida utilizando um molde metálico 80 possuindo uma convexidade 81a na qual uma parte prescrita pode ser formada com uma espessura de 4 mm ou menos nas proximidades do centro da pré-forma 126. Conseqüentemente, a  
10 ocorrência de furos de assopramento CN na pré-forma 126 do rolamento móvel 26 pode ser reduzida. Portanto, apenas pequenos furos de assopramento divididos CN estão presentes na periferia longe das proximidades do centro dentro da placa de extremidade 26a no rolamento móvel.

(7)

15 Elementos constituintes possuindo muito poucos defeitos são adotados no compressor por rolamento do tipo cúpula com pressão alta e baixa 1 da primeira modalidade. Por essa razão, o compressor tipo cúpula com pressão alta e baixa 1 também pode comprimir dióxido de carbono ou outros refrigerantes de alta pressão.

20 (8)

Existem problemas visto que a formatação quase final é difícil e a capacidade de usinagem é ruim com aço de alto teor de carbono e ferro dúctil como materiais de alta resistência. Portanto, um rolamento é freqüentemente fabricado utilizando-se FC250 ou outro ferro fundido normal em um  
25 compressor por rolamento convencional. Em contraste, no compressor por rolamento do tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 de acordo com a primeira modalidade, o rolamento fixo 24 e o rolamento móvel 26 podem ser concedidos alta resistência pela moldagem com o auxílio da fundição com matriz semifundida.

30 Por essa razão, a capacidade pode ser aumentada consideravelmente sem alterar substancialmente o diâmetro externo no compressor 1, como ilustrado na figura 18 e outros diagramas.

(9)

Em comparação com um material convencional tal como FC250, um artigo produzido por fundição com matriz (referido aqui como fundição com matriz semifundida), no qual um material de ferro em um estado semi-  
5 fundido (semi-sólido) é pressionado dentro de um molde para a fabricação de uma fundição, possui alta resistência mesmo sem realizar o tratamento com calor especial, mas resistência à tensão pode ser adicionalmente aperfeiçoada pela realização do tratamento com calor que envolve a retenção do artigo a uma temperatura prescrita por uma duração de tempo prescrita e  
10 ajuste da velocidade de resfriamento.

No entanto, quando a resistência à tensão é aumentada para um nível que não é convencionalmente utilizado, outros problemas podem ocorrer quando a razão (H/T), isto é, a razão de altura (H) para espessura (T) do envoltório, é determinada apenas a partir do ponto de vista convencional de  
15 resistência com base no fato de se danos decorrentes de fadiga ocorreram ou não. Em outras palavras, quando a razão (H/T) é excessivamente grande devido à resistência, desvantagens ocorrem mesmo se não houver qualquer problema em termos de resistência. Isto é, visto que a deformação dos envoltórios 24b, 26b é muito grande quando o corte é realizado, o resultado é  
20 que a tolerância para usinagem e alimentação de corte do esmeril de extremidade ou similar não pode ser aumentada e o tempo de usinagem é estendido, a quantidade de deformação (quantidade de flexionamento) dos envoltórios 24b, 26b é aumentada e o desempenho é reduzido durante a operação do compressor 1, e o ruído é aumentado pelo contato com um rolamento  
25 contrário. Adicionalmente, no caso dos envoltórios 24b, 26b, que são formatados da mesma maneira que os rolamentos 24, 26, existirem, as distorções tendem a aparecer quando a resistência é consideravelmente aumentada pelo tratamento com calor. Quando a resistência é excessivamente alta, a velocidade de usinagem durante o corte é reduzida e os custos são aumen-  
30 tados.

Em vista do acima exposto, no compressor 1, a razão da resistência à tensão com relação ao módulo de Young dos rolamentos 24, 26 de-

pois do tratamento com calor é determinada de forma que os custos adicionais não sejam realizados devido ao aumento excessivo na resistência pelo tratamento com calor. Esse é o resultado da pesquisa para determinação do nível suficiente de resistência à tensão do ponto de vista da resistência à fadiga quando a razão (H/T) do envoltório é determinada com consideração fornecida ao limite superior da quantidade de deformação dos envoltórios 24b, 26b que é necessária do ponto de vista de tempo de usinagem, desempenho perdido e ruído. Especificamente, a razão da resistência à tensão para o módulo de Young é determinado em 0,0046 ou menos, como descrito acima, de forma a limitar a quantidade de resistência aumentada pelo tratamento com calor.

Como descrito acima, no desenho dos rolamentos 24, 26 nesse caso, problemas durante a operação, tal como maior nível de ruído e desempenho reduzido decorrentes do flexionamento dos envoltórios 24b, 26b podem ser reduzidos enquanto se satisfaz as exigências de resistência visto que um equilíbrio foi alcançado com o módulo de Young (robustez) sem reforço excessivo. Visto que o flexionamento dos envoltórios 24b, 26b durante o corte é reduzido, os custos de fabricação podem ser reduzidos pelo encurtamento do tempo de usinagem e obtenção de outros benefícios.

Como descrito acima, a resistência à tensão dos rolamentos 24, 26 pode ser determinada para 1000 MPa ou maior dependendo do tratamento com calor, mas nesse caso, o aumento na resistência pelo tratamento com calor é limitado.

Por outro lado, a resistência à tensão dos rolamentos 24, 26 pode ser determinada para cerca de 500 MPa pela redução da velocidade do resfriamento. Inversamente, é ilógico se gastar tempo no tratamento com calor a fim de limitar o nível de resistência, e visto que desvantagens surgem visto que resistência à abrasão é reduzida quando a razão de ferrita da estrutura metálica é aumentada, o tratamento com calor é realizado de forma que a razão da resistência à tensão para o módulo de Young é de 0,0033 ou mais no compressor 1.

Na primeira modalidade, o virabrequim 17, o rolamento móvel 26, o rolamento fixo 24, e o anel Oldham 39 são fabricados através de uma etapa de fundição com matriz semifundida e uma etapa de tratamento com calor. Conseqüentemente, os custos com a matéria-prima, custos com usinagem, e gastos com abrasão de ferramenta podem ser mantidos baixos em comparação com a fundição com areia convencional, e o despejo resultante do esmerilhamento, o despejo da usinagem líquida, e outros tipos de despejo podem ser reduzidos. Além disso, o virabrequim 17, o rolamento fixo 24, o rolamento móvel 26, um anel Oldham 39 podem ser facilmente fornecidos com maior resistência à tensão e maior dureza do que um virabrequim, um rolamento móvel, um rolamento fixo, um anel Oldham constituídos de ferro fundido com flocos de grafite e fabricados por fundição com areia convencional.

(11)

Na primeira modalidade, a pré-forma do virabrequim, a pré-forma do rolamento móvel, a pré-forma do rolamento fixo, e a pré-forma do anel Oldham foram fabricadas através de uma etapa de fundição com matriz semifundida e uma etapa de tratamento com calor, e a dureza dessas pré-formas foi ajustada de forma a ser superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. Nesse caso, a resistência à tensão da pré-forma do virabrequim, da pré-forma do rolamento móvel, da pré-forma do rolamento fixo, e da pré-forma do anel Oldham corresponde substancialmente a uma faixa de 600 MPa a 900 MPa. Conseqüentemente, a adoção desse método para a fabricação de um elemento deslizante para compressor permite que as placas de extremidade 24a, 26a do rolamento móvel 26 e do rolamento fixo 24, além dos envoltórios 24b, 26b (\*9), sejam feitos de maneira mais fina, e o anel Oldham 39 seja também fabricado de forma mais fina. Além disso, o diâmetro do virabrequim 17 pode ser reduzido. Portanto, o diâmetro do compressor por rolamento 1 pode ser reduzido, e a perda de impulsão pode, conseqüentemente, ser reduzida e a capacidade aumentada. Além disso, a tensão gerada no rolamento é maior do que durante a operação normal (durante a carga total) quando a capacidade é controlada durante a operação de razão

de alta compressão, mesmo em um controlador de capacidade com base em um pistão de descarregador, mas visto que a resistência é aperfeiçoada e a robustez é melhorada, a possibilidade de o rolamento ser danificado ou similar pode ser reduzida. Tal virabrequim 17, rolamento móvel 26, rolamento 5 fixo 24, e anel Oldham 39 possuem excelente robustez em comparação com um material FC, e danos não devem ocorrer decorrente de um aumento súbito de pressão devido à inclusão de matéria estranha. Mesmo se danos ocorrerem, raspas finas não devem ser produzidas e os tubos não precisarão ser lavados. Quando uma pré-forma de virabrequim, uma pré-forma de rolamento 10 móvel, uma pré-forma de rolamento fixo, e uma pré-forma de anel Oldham constituídas de ferro fundido com flocos de grafite e fabricadas por fundição com areia são usinadas e o virabrequim final 17, rolamento móvel 26, rolamento fixo 24, e anel Oldham 39 são formadas, a pré-forma do virabrequim, a pré-forma do rolamento móvel, a pré-forma do rolamento fixo e a 15 pré-forma do anel Oldham são normalmente presas novamente várias vezes a fim de remover as distorções produzidas pela usinagem. No entanto, não há preocupações quanto às distorções causadas pela usinagem quando uma pré-forma de virabrequim, uma pré-forma de rolamento móvel, uma pré-forma de rolamento fixo, e uma pré-forma de anel Oldham possuindo tal alta 20 resistência à tensão são usinadas. Portanto, a adoção do presente método de fabricação permite que o custo com a nova retenção seja reduzido.

(12)

É aparente que quando um elemento deslizante fabricado pela fundição com matriz semifundida é tratado com calor, a resistência à tensão 25 do elemento deslizante está em uma relação proporcional com a dureza do elemento deslizante. Portanto, a resistência à tensão pode ser garantida no elemento deslizante de acordo com a primeira modalidade pela mera medição da dureza.

(13)

30 Na etapa de tratamento com calor da primeira modalidade, o tratamento com calor é realizado de forma que a dureza da pré-forma do virabrequim, a pré-forma do rolamento móvel, a pré-forma do rolamento fixo,

e a pré-forma do anel Oldham seja maior que HRB 90, mas inferior a HRB 100. Por essa razão, um virabrequim 17, um rolamento móvel 26, um rolamento fixo 24, e um anel Oldham 39 que possam demonstrar suficiente durabilidade durante a operação de compressor, que prontamente sofrem "breaking-in" o mais cedo possível, e que não causam emperramento durante a operação anormal podem ser fabricados quando esse método de fabricação de elemento deslizante para compressor é adotado. Quando a dureza está nessa faixa, a usinagem da pré-forma do virabrequim, a pré-forma do rolamento móvel, a pré-forma do rolamento fixo, e a pré-forma do anel Oldham é aperfeiçoada; a pré-forma do virabrequim, a pré-forma do rolamento móvel, a pré-forma do rolamento fixo, e a pré-forma do anel Oldham apresentam menor tendência a danos; e o manuseio é facilitado. Por essa razão, a abrasão de ferramenta e quebra de ferramenta têm menos chances de ocorrer, a vida útil da ferramenta é estendida, uma borda de acúmulo tem menos chances de se formar, e a capacidade de processamento de esmerilhamento é boa, o tempo de usinagem pode ser reduzido e os custos com usinagem podem, portanto, ser reduzidos. Deve-se notar que independentemente de os rolamentos apresentarem abrasão de ferramenta e tempo de usinagem superiores devido à menor dureza com relação ao FCD possuindo a mesma resistência à tensão (resistência à tensão é alta no mesmo nível de dureza), pode ser dito que a maior resistência à tensão pode ser alcançada. Além disso, o rolamento móvel 26 tem poucas chances de danificar o anel Oldham 39, a vedação (não ilustrada), e similares visto que a aspereza da superfície dos mesmos pode ser mais prontamente obtida em comparação com um material FC.

(14)

Na etapa de tratamento com calor parcial da primeira modalidade, uma área de concentração de tensão (parte periférica SC1 da base do envoltório 24b e a parte mais interna SC2 do envoltório 24b) do rolamento fixo 24 é submetida ao tratamento com calor parcial. Conseqüentemente, uma resistência à fadiga suficiente pode ser impressa à área de concentração de tensão no rolamento fixo 24 enquanto o elemento deslizante, que

exige uma capacidade de deslizamento, retém boas características de "breaking-in".

(15)

Na etapa de tratamento com calor parcial da primeira modalidade, a área de concentração de tensão (parte periférica SC3 da base do envoltório 26b, a parte entalhada SC5 formada nas proximidades do centro do desenho da placa de extremidade 26a, a parte periférica SC4 da base da parte de suporte 26c, a parte mais interna SC6 do envoltório 26b) do rolamento móvel 26 é submetida ao tratamento com calor parcial. Conseqüentemente, uma resistência à fadiga suficiente pode ser impressa à área de concentração de tensão no rolamento móvel 26 enquanto o elemento deslizante, que exige capacidade de deslizamento, retém as boas características de "breaking-in".

(16)

Na etapa de tratamento com calor parcial da primeira modalidade, a parte de eixo excêntrico 17a e a parte de eixo principal 17b do virabrequim 17 são submetidas ao tratamento com calor de alta frequência. Conseqüentemente, a parte de eixo excêntrico 17a e a parte de eixo principal 17b podem ser concedidos resistência à abrasão suficiente. Portanto, a vida útil do virabrequim 17 pode ser estendida.

(17)

Na etapa de tratamento com calor parcial da primeira modalidade, a parte periférica SC7 da parte entalhada que está presente entre a parte de eixo excêntrico 17a e a parte de eixo principal 17b do virabrequim 17 é submetida a um tratamento com calor de laser. Conseqüentemente, a parte de concentração de tensão do virabrequim 17 pode receber uma resistência à fadiga suficiente.

(18)

Na fundição com matriz semifundida da primeira modalidade, a parte de peso equilibrado 17c é formada integralmente com o virabrequim 17. Conseqüentemente, uma parte de anel separada ou similar que um peso equilibrado não é exigida. Portanto, os custos com material associados com

um peso equilibrado podem ser reduzidos. Além disso, na fabricação de um peso equilibrado, o peso equilibrado tem por núcleo um formato aproximado e então uma etapa de usinagem é necessária para se ajustar ou de outra forma modificar o equilíbrio, mas o virabrequim 17, de acordo com a presente invenção, é fabricado pela fundição com matriz semifundida. Portanto, o material pode ser moldado em um formato que é muito próximo do formato final, e o número de etapas de fabricação de um compressor pode ser reduzido. Portanto, o virabrequim do compressor 17 pode contribuir para uma redução nos custos de fabricação de um compressor.

10 (19)

Na etapa de tratamento com calor parcial da primeira modalidade, as partes chave do lado de rolamento móvel 39a, 39b e as partes chave do lado do alojamento 39c, 39d do anel Oldham 39 são submetidas ao tratamento com calor de alta frequência. Conseqüentemente, as partes chave do lado de rolamento móvel 39a, 39b e as partes chave do lado do alojamento 39c, 39d podem receber resistência à abrasão suficiente. Portanto, a vida útil do anel Oldham 39 pode ser estendida.

(Exemplo Modificado da Primeira Modalidade)

(A)

20 Um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa e impermeável a ar 1 foi adotado na primeira modalidade, mas o compressor pode ser um compressor tipo cúpula de pressão alta ou um compressor tipo cúpula de pressão baixa. O compressor também pode ser um compressor aberto ou semi-impermeável.

25 (B)

Um mecanismo de compressão por rolamento 15 foi utilizado no compressor por rolamento 1 de acordo com a primeira modalidade, mas o mecanismo de compressão pode ser um mecanismo de compressão rotativo, um mecanismo de compressão alternado, um mecanismo de compressão rosqueado, ou similar. O mecanismo de compressão por rolamento 15 pode ser um rolamento tipo de co-rotação e dentes duplos.

(C)

Na primeira modalidade, um lingote foi utilizado no qual os componentes a seguir foram adicionados: C: 2,3 a 2,4% em peso, Si: 1,95 a 2,05% em peso; Mn: 0,6 a 0,7% em peso, P: <0,035% em peso, S: <0,04% em peso, Cr: 0,00 a 0,50% em peso, Ni: 0,50 a 1,00% em peso. A razão elementar do material de ferro pode ser determinada de forma arbitrária desde que a razão não se distancie do espírito da presente invenção.

(D)

Na primeira modalidade, um anel Oldham 39 foi utilizado como o mecanismo de prevenção de rotação, mas um pino, um acoplamento esférico, uma manivela ou qualquer outro mecanismo pode ser utilizado como o mecanismo de prevenção de rotação.

(E)

Na primeira modalidade, um exemplo foi dado do caso no qual o compressor por rolamento 1 foi utilizado em um circuito refrigerante, mas a aplicação não está limitada ao condicionamento de ar, e também pode ser feita a um compressor utilizado sozinho ou incorporado a um sistema, ou a um assoprador, um supercarregador, uma bomba, ou similar.

(F)

Um óleo lubrificante está presente no compressor 1 de acordo com a primeira modalidade, mas um compressor, assoprador, supercarregador, ou bomba sem óleo ou livre de óleo (que pode ou não conter óleo) também pode ser utilizado.

(G)

O compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 de acordo com a primeira modalidade foi um compressor por rolamento tipo acionamento externo, mas o compressor por rolamento de acordo com a presente modalidade pode ser um compressor por rolamento tipo acionamento interno. Além disso, em tal caso, a parte de eixo tipo pino do acionador interno do rolamento móvel pode ser aquecida seletivamente por aquecimento de alta frequência ou outro método depois da etapa de tratamento com calor, e a dureza da superfície da parte de eixo tipo pino pode ser determinada de forma que seja superior a HRC 50, mas inferior a HRC 65.

Dessa forma, a resistência à abrasão da parte de eixo tipo pino do acionador interno pode ser consideravelmente aumentada.

(H)

Na primeira modalidade, a pré-forma do elemento deslizante foi formada em um elemento deslizante final através de uma etapa de acabamento final, mas a etapa de acabamento pode ser omitida no caso de o formato quase final de um ártico substancialmente completado ser possível na etapa de fundição com matriz semifundida.

(I)

Na etapa de tratamento com calor da primeira modalidade, toda a pré-forma do elemento deslizante foi tratada com calor, mas quando a pré-forma do elemento deslizante é o rolamento móvel 26 ou o rolamento fixo 24, a dureza pode ser determinada como sendo superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100 para apenas as extremidades distais dos envoltórios 24b, 26b e a parte de superfície (superfície de impulsão) do lado da placa de extremidade, que são locais importantes em termos de resistência a emperramento, resistência à abrasão e características de "breaking-in". A razão da área de superfície de ferrita pode ser determinada de forma a ser superior a 5%, mas inferior a 50%, e a razão de área de superfície de grafite pode ser determinada de forma a ser superior a 2%, mas inferior a 6%.

(J)

O elemento deslizante de acordo com a primeira modalidade foi fabricado através de uma etapa de fundição com matriz semifundida, uma etapa de tratamento com calor, uma etapa de acabamento, e uma etapa de tratamento com calor parcial, mas tal elemento deslizante pode ser fabricado através de uma etapa de moldagem por fundição de molde metálico, uma etapa de tratamento com calor, uma etapa de acabamento, e uma etapa de tratamento com calor parcial. As matérias-primas podem ser as mesmas. Na etapa de fundição com molde metálico, uma matéria-prima liquefeita por aquecimento a alta temperatura é despejada dentro de um espaço de molde de fundição 303 formado por um molde fixo 302 e um molde móvel 301, como ilustrado na figura 26. Depois disso, a matéria-prima líquida dentro do

espaço de molde de fundição 303 é rapidamente resfriada através do molde fixo 302 e do molde móvel 301. Nesse ponto, a matéria-prima líquida dentro do espaço de moide de fundição 303 solidifica para se tornar um material moldado sólido 310. Nesse caso, o material moldado 310 sofre contração por calor. Por essa razão, o material moldado 310 pode ser prontamente liberado do molde. As partes desnecessárias do material moldado sólido 310 são, depois disso, recortadas (abaixo, o material moldado cortado 310 é referido como um material de pré-forma 301a). A seguir o material de pré-forma 301a é tratado com calor na etapa de tratamento com calor, e a dureza do material é ajustada de forma a ser superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. Nesse ponto, a dureza alvo pode ser configurada a uma faixa de HRB 90 a HRB 95. Na etapa de acabamento final, o material de pré-forma 301a que sofreu a etapa de tratamento com calor é finamente usinado para formar um produto final 310b. No presente exemplo modificado, a etapa de tratamento com calor e a etapa de acabamento final são realizadas da mesma forma que a etapa de tratamento com calor e a etapa de acabamento final de acordo com a primeira modalidade.

(K)

Na primeira modalidade, convexidades mutuamente voltadas uma para a outra 71a e 72a formam concavidades a partir dos dois lados, acima e abaixo, na placa de extremidade 24a para reduzir a espessura da placa de extremidade 24a, como ilustrado nas figuras 9 e 10, quando a pré-forma 124 do rolamento fixo 24 é moldada. No entanto, a presente invenção não está limitada a isso.

Como um exemplo modificado da primeira modalidade, a parte correspondente à placa de extremidade pode ser pressionada apenas a partir do lado superior, como ilustrado na figura 27, por exemplo. A parte correspondente à parte da placa de extremidade pode ser pressionada apenas a partir do lado inferior, como ilustrado na figura 28, onde a parte correspondente à placa de extremidade pode ser moldada de modo a ter uma espessura prescrita  $t_2$  (por exemplo, 4 mm ou menos). Qualquer um desses casos reduz a ocorrência de furos de assopramento CN da mesma forma que na

primeira modalidade.

(L)

Na primeira modalidade, um espaço entre uma segunda parte de molde 82 e uma convexidade 81a na qual um espaço interno 26f da parte de suporte 26c é formado é determinado para uma distância prescrita (por exemplo, 4 mm ou menos) quando a pré-forma 126 do rolamento móvel 26 é moldada, como ilustrado nas figuras 11 e 12, onde a espessura t1 na parte central da parte correspondente à placa de extremidade é trazida através do processo de moldagem para um nível prescrito (por exemplo, 4 mm ou menos). No entanto, a presente invenção não está limitada a isso.

Como um exemplo modificado da primeira modalidade, é possível também se considerar um caso no qual, por exemplo, um furo de descarga 26h é formado na placa de extremidade 26a do rolamento móvel 26, como ilustrado na figura 29, ao invés de um furo de descarga 41 estando no rolamento fixo 24. Quando o rolamento móvel 26 possuindo tal furo de descarga 26h é fabricado, as convexidades que estão voltadas uma para a outra são fornecidas para a primeira parte de molde 81 e a segunda parte de molde 82 do molde metálico 80 (vide figura 11) para a fabricação da pré-forma 126 do rolamento móvel 26, da mesma forma que o molde metálico 70 para a fabricação da pré-forma 124 do rolamento fixo 24. A fundição com matriz semifundida pode ser realizada utilizando-se um molde metálico 80 possuindo tais convexidades opostas. Pela moldagem de tal forma, a pré-forma 126 do rolamento móvel 26 possuindo uma área de formação de abertura fina R é formada nas proximidades do centro da parte correspondente à placa de extremidade tal como as ilustradas nas figuras 30 e 31. Nesse caso, a ocorrência de furos de assopramento CN é reduzida e a probabilidade de um furo de assopramento CN dentro da pré-forma 126 ser exposto ao exterior é eliminada quando um furo de descarga é formado na área de formação de abertura R por perfuração.

Aqui, no caso da pré-forma 126 do rolamento móvel 26 na figura 30, a área de formação de abertura R é afinada pelo pressionamento da parte correspondente à placa de extremidade a partir de cima e assentamento

da altura do fundo do espaço interno 26f da parte de suporte 26c de forma a ser ligeiramente maior do que a do rolamento móvel existente no lado inferior da parte que corresponde à placa de extremidade. A ocorrência de furos de assopramento CN pode, dessa forma, ser reduzida.

5                   No caso da pré-forma 126 do rolamento móvel 26 da figura 31, a altura do fundo do espaço interno 26f é determinada como sendo quase igual à do rolamento móvel existente, e a área de formação de abertura R é afinada pelo aumento da concavidade da parte correspondente à placa de extremidade a partir de cima. A ocorrência de furos de assopramento CN  
10 pode, dessa forma, ser reduzida.

(M)

Uma parte entalhada SC5 foi formada por um esmeril de extremidade ou similar no rolamento móvel 26 de acordo com a primeira modalidade, mas uma parte entalhada (contra furo) SC5 também pode ser formada  
15 de antemão na etapa de fundição de matriz semifundida na superfície superior da parte central da placa de extremidade 26a do rolamento móvel 26 ilustrado nas figuras 4 e 5.

Em tal caso, a parte entalhada (contra furo) SC5 e o espaço interno 26f da parte de suporte 26c são formados ao mesmo tempo, a espesura da parte central da parte correspondente à placa de extremidade é afinada, e a ocorrência de furos de assopramento CN é adicionalmente reduzi-  
20 da.

Além disso, o trabalho pode ser reduzido e as aparas não são produzidas visto que a parte entalhada (contra furo) SC5 não precisa ser  
25 formada pelo corte com um esmeril de extremidade ou similar depois da fundição com matriz semifundida, da mesma forma que no método de fabricação do rolamento móvel 26 de acordo com a primeira modalidade.

(N)

Na primeira modalidade, um material de ferro foi utilizado como  
30 a matéria-prima do elemento deslizante, mas um material metálico além do ferro pode ser utilizado desde que o material não se distancie do espírito da presente invenção.

(O)

Na primeira modalidade, a capacidade de sucção é aumentada por um fator de cerca de 1,5 utilizando o rolamento fixo 24 e o rolamento móvel 26 nos quais os envoltórios 24b, 26b possuindo uma espessura T que é inferior a um rolamento fixo convencional 324 e o rolamento móvel 326 são adotados, como ilustrado na figura 18(b). No entanto, é possível também se reduzir a espessura do envoltório de apenas um dos rolamentos. Por exemplo, no caso de o rolamento móvel 26 da primeira modalidade e o rolamento fixo convencional 324 serem combinados, a capacidade de sucção pode ser aumentada em cerca de 1,25 vezes mais que o convencionalmente possível, como ilustrado na figura 32(b).

#### Segunda Modalidade

Um compressor no qual o elemento deslizante de acordo com a segunda modalidade é utilizado será descrito utilizando um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa, como um exemplo. O compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa da segunda modalidade é um no qual o rolamento móvel tipo acionamento externo 26 do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa 1 da primeira modalidade é substituído por um rolamento móvel tipo de acionamento interno. Portanto, apenas o rolamento móvel será descrito abaixo.

#### (Configuração do Rolamento Móvel)

O rolamento móvel 96 é basicamente constituído de uma placa de extremidade 96a, um envoltório de rolamento (formato involuto) 96b que se estende para cima a partir da superfície de extremidade 96p da placa de extremidade 96a, uma parte de suporte 96c que se estende para baixo a partir da superfície inferior da placa de extremidade 96a, e uma parte de sulco 96d formada nas duas extremidades da placa de extremidade 96a, como ilustrado na figura 33.

O rolamento móvel 96 é um rolamento móvel tipo de acionamento interno. Em outras palavras, o rolamento móvel 96 possui uma parte de suporte 96c que encaixa dentro de uma parte côncava formada na extremidade distal do virabrequim 17.

As proximidades do centro da placa de extremidade 96a são formadas com uma espessura  $t_3$  que é inferior à espessura das outras partes (por exemplo, a parte perto da periferia da placa de extremidade 96a), como ilustrado na figura 33. Em outras palavras, uma parte côncava de núcleo 96f criada durante a fundição com matriz semifundida é formada dentro da parte de suporte 96c. Portanto, a ocorrência de furos de assopramento CN (vide figura 34) na parte correspondente à placa de extremidade na pré-forma 196 é reduzida. A espessura  $t_3$  nas proximidades do centro da parte correspondente à unidade de suporte é determinada para a 4 mm ou menos na pré-forma 196.

A espessura da parte de suporte 96c é tal que a espessura  $t_4$  aumentaria consideravelmente sem a parte côncava 96f, e furos de assopramento CN ocorrerão mais prontamente dentro da parte de suporte 96c. A espessura  $t_5$  da parte de suporte 96c é reduzida devido à presença da parte côncava de núcleo 96f. Portanto, a ocorrência dos furos de assopramento CN dentro da parte de suporte 96c é reduzida e uma redução na resistência da parte de suporte 96c limitada. A espessura  $t_5$  da parte de suporte 96c é determinada par 4 mm ou menos.

(Moldagem do Rolamento Móvel)

Um molde 90 para a fundição com matriz semifundida da pré-forma 196 do rolamento móvel 96 é constituído de uma primeira parte de molde 91 e uma segunda parte de molde 92, como ilustrado na figura 34. O formato de uma parte de espaço 93 que é formado quando a primeira parte de molde 91 e a segunda parte de molde 92 são combinadas corresponde ao formato da aparência externa da pré-forma 196 do rolamento móvel 96 a ser moldado.

Uma convexidade 91a para a formação de uma parte côncava com núcleo 96f da parte de suporte 96c do rolamento móvel 96 é formada na primeira parte do molde 91. O espaçamento entre a convexidade 91a e a segunda parte do molde 92 é determinada para 4 mm ou menos. Portanto, a espessura  $t_3$  na parte central 96e da placa de extremidade 96a é reduzida para 4 mm ou menos.

Uma pré-forma 196 do rolamento móvel 96 possuindo a espesura t3 na parte central da parte que corresponde à placa de extremidade de 4 mm ou menos pode ser fabricada pela fundição com matriz semifundida de ferro ou outro material metálico utilizando o molde 90 configurado da forma descrita acima.

(Características do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a segunda modalidade)

(1)

Na segunda modalidade, uma parte côncava com núcleo 96f é formada em pelo menos uma parte do interior de uma parte de suporte 96c com o auxílio de uma parte côncava 91a de um molde 90 quando uma pré-forma 196 de um rolamento móvel 96 é formada por fundição com matriz semifundida, e uma parte central da parte que corresponde à placa de extremidade da pré-forma 196 do rolamento móvel 96 é dessa forma formada como tendo 4 mm ou menos. Como resultado, a ocorrência de furos de assopramento CN no rolamento móvel 96 é reduzida.

A parte côncava com núcleo 96f é formada na parte de suporte 96c do rolamento móvel 96, onde o peso do rolamento móvel 96 pode ser consideravelmente reduzido e o rolamento móvel 96 pode ser tornado mais leve.

(2)

Na segunda modalidade, a parte côncava com núcleo 96f é formada na parte correspondente à parte de suporte da pré-forma 196 do rolamento móvel 96, onde a parte que corresponde à parte de suporte é formada como tendo 4 mm ou menos. Como resultado, a ocorrência dos furos de assopramento CN na parte de suporte 96c é reduzida, e a degradação na resistência da parte de suporte 96c também é reduzida.

### Terceira Modalidade

Um compressor no qual o elemento deslizante de acordo com uma terceira modalidade é utilizado será descrito abaixo utilizando-se um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa como um exemplo. A diferença entre o compressor tipo cúpula de pressão alta e baixa

da terceira modalidade e o compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa da primeira modalidade é o formato do envoltório do rolamento fixo e do rolamento móvel. Portanto, apenas o rolamento fixo e o rolamento móvel serão descritos abaixo.

5                    Uma pré-forma 626 do rolamento móvel 526 de acordo com a terceira modalidade é formada pela fundição com matriz semifundida utilizando um molde 180 ilustrado na figura 35, por exemplo.

Uma descrição específica é fornecida abaixo:

10                    O molde 180 para a fundição com matriz semifundida 626 do rolamento móvel 526 é constituído de uma primeira parte de molde 181 e uma segunda parte de molde 182, como ilustrado na figura 35. O formato de uma parte de espaço 183 que é formada quando a primeira parte de molde 181 e a segunda parte de molde 182 são combinadas corresponde ao formato da aparência externa da pré-forma 626 do rolamento móvel 526 a ser  
15 moldado.

O molde 180 é fornecido com uma parte de molde de envoltório 182a. A parte de molde de envoltório 182a possui um formato externo que é configurado de forma que o ângulo de conicidade da parte Q0 onde o enrolamento começa perto do centro da parte correspondente ao envoltório da  
20 pré-forma 626 do rolamento móvel 526 seja maior que o ângulo de conicidade da parte Q4 onde o enrolamento termina no lado de fora (vide ângulos de conicidade  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  do rolamento móvel 26 da figura 36).

A superfície lateral 182b e a superfície lateral 182c da parte de molde de envoltório 182a possuem uma parte Q1 que está mais próxima do  
25 centro do que a parte Q3 entre a parte Q1 e a parte Q3 da parte correspondente ao envoltório, como ilustrado nas figuras 35 e 36, por exemplo. Portanto, o ângulo de conicidade  $\theta_1$  da parte Q1 é determinado como sendo maior que o ângulo de conicidade  $\theta_3$  da parte Q3 no lado externo.

A pré-forma 626 é transformada no rolamento móvel 526 através  
30 de uma etapa de acabamento. O formato do envoltório do rolamento móvel 526 é descrito abaixo.

No rolamento móvel 526, o formato do rolamento do envoltório

526b possui um ângulo de conicidade na parte Q10 onde o enrolamento começa perto do centro. Esse ângulo é maior que o ângulo de conicidade da parte Q14 onde o enrolamento termina no lado de fora, como ilustrado nas figuras 37 e 38, e o ângulo de conicidade de onde o enrolamento começa até onde o enrolamento termina é determinado de forma a mudar de forma gradual e contínua. Especificamente, a parte Q10 do envoltório 526b onde o enrolamento começa é determinada de forma a ser um ângulo de conicidade máximo (por exemplo, 2 graus), o ângulo de conicidade nas partes intermediárias (Q11 a Q13) é configurado de forma a reduzir continuamente à medida que o ângulo de enrolamento  $\alpha$  muda e o ângulo de conicidade da parte Q14 onde o enrolamento termina é configurado para o ângulo mínimo (por exemplo, 0,5 graus). Em outras palavras, a relação entre o ângulo de enrolamento  $\alpha$  e o ângulo de conicidade  $\theta$  do envoltório é configurada de forma que o ângulo de conicidade  $\theta$  tenha um valor máximo de 2 graus quando o ângulo de enrolamento  $\alpha$  é o ângulo onde o enrolamento começa, o ângulo de conicidade  $\theta$  diminui de forma proporcional ao aumento do ângulo de enrolamento  $\alpha$ , e o ângulo de conicidade  $\theta$  possui um valor mínimo de 0,5 graus quando o ângulo de enrolamento  $\alpha$  é o ângulo onde o enrolamento termina, como ilustrado no gráfico da figura 39.

20 O rolamento fixo 524 é fabricado da mesma forma que o rolamento móvel 526. O formato do envoltório do rolamento móvel depois da etapa de acabamento é descrito abaixo.

No rolamento fixo 524, o formato do rolamento do envoltório 524b possui um ângulo de conicidade na parte P0 onde o enrolamento começa perto do centro. O ângulo de conicidade é maior do que o ângulo de conicidade da parte P4 onde o enrolamento termina no lado de fora, como ilustrado nas figuras 40 e 41, e o ângulo de conicidade de onde os enrolamentos começa até onde o enrolamento termina é determinado como mudando de forma gradual e contínua. Especificamente, a parte P0 do envoltório 524b onde o enrolamento começa é determinado como sendo um ângulo de conicidade máximo (por exemplo, 2 graus), o ângulo de conicidade nas partes intermediárias (P1 a P3) sendo determinado de modo a aumentar de

forma contínua à medida que o ângulo do enrolamento  $\alpha$  muda, e o ângulo de conicidade da parte P4 onde o enrolamento termina é determinado para o ângulo mínimo (por exemplo, 0,5 graus). Em outras palavras, a relação entre o ângulo de enrolamento  $\alpha$  e o ângulo de conicidade  $\theta$  do envoltório é determinado de forma que o ângulo de conicidade  $\theta$  tenha o valor máximo de 2 graus onde o ângulo de enrolamento  $\alpha$  é o ângulo onde o enrolamento começa, o ângulo de conicidade  $\theta$  diminui de forma proporcional ao aumento do ângulo de enrolamento  $\alpha$ , e o ângulo de conicidade  $\theta$  tem um valor mínimo de 0,5 graus quando o ângulo de enrolamento  $\alpha$  é o ângulo onde o enrolamento termina, como ilustrado no gráfico da figura 39.

(Características do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa de acordo com a terceira modalidade)

(1)

Na pré-forma 626 do rolamento móvel 526 de acordo com a terceira modalidade, o ângulo de conicidade com relação ao molde na parte correspondente ao envoltório varia de acordo com o ângulo de enrolamento da parte correspondente ao envoltório de acordo com a presente invenção. Portanto, o formato do envoltório é determinado de acordo com a resistência e qualidade, e o material desperdiçado pode ser eliminado.

(2)

Na pré-forma 626 do rolamento móvel 526 na terceira modalidade, o formato do rolamento da parte correspondente ao envoltório é configurado de forma que o ângulo de conicidade na parte Q0 onde o enrolamento começa perto do centro da parte correspondente ao envoltório seja maior do que o ângulo de conicidade da parte Q4 onde o enrolamento termina no lado de fora, e de forma que o ângulo de conicidade mude de forma gradual e contínua de onde o enrolamento começa no centro da parte correspondente ao envoltório até o local onde o enrolamento termina. Portanto, a tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rolamento durante a liberação do molde é reduzida quando a pré-forma 626 do rolamento móvel 526 é moldada por fundição com matriz semifundida. Como resultado disso, a formação normal de rachaduras pode ser reduzida e a vida útil do molde pode

ser estendida. Portanto, os custos com o molde podem ser reduzidos e os custos com fabricação do rolamento fixo 24 e do rolamento móvel 26 podem ser reduzidos em associação com isso.

(3)

5 Na terceira modalidade, o ângulo de conicidade na parte Q0 onde o enrolamento começa perto do centro da parte correspondente ao envoltório da pré-forma 626 do rolamento móvel 526 é maior do que o ângulo de conicidade da parte Q4 onde o enrolamento termina no lado de fora. Por essa razão, o efeito adverso no formato quase final do envoltório como um todo (isto é, moldagem quase no formato final) pode ser reduzido mesmo se o  
10 ângulo de conicidade na parte central da parte correspondente ao envoltório for aumentado.

Em outras palavras, quando o ângulo de conicidade para toda a parte correspondente ao envoltório é aumentado, a tensão aplicada ao molde na parte correspondente ao envoltório como um todo é reduzida durante  
15 a liberação do molde, mas o efeito adverso na formatação quase final é aumentado. No entanto, na terceira modalidade, o efeito adverso na formatação quase final é reduzido pelo aumento do ângulo de conicidade nas proximidades do centro da parte correspondente ao envoltório para ser maior  
20 que o ângulo de conicidade da parte onde o enrolamento termina no lado de fora.

(Exemplos Modificados da Terceira Modalidade)

(A)

Na pré-forma 626 do rolamento móvel 526 de acordo com a terceira modalidade, o ângulo de conicidade é determinado de forma a mudar  
25 de maneira gradual e contínua de onde o enrolamento começa no centro da parte correspondente ao envoltório para a localização onde o enrolamento termina, mas a presente invenção não está limitada a essa configuração. A mudança no ângulo de conicidade  $\theta$  com relação ao ângulo de enrolamento  
30  $\alpha$  da parte correspondente ao envoltório pode ser configurada de modo que a taxa de redução no ângulo de conicidade  $\theta$  é maior em uma faixa perto de onde o enrolamento começa, como ilustrado no gráfico da figura 42, e de

forma que a taxa de redução do ângulo de conicidade  $\theta$  seja reduzida em uma faixa próxima a onde o enrolamento termina (o valor máximo do ângulo de conicidade  $\theta$  é de 2 graus, e o valor mínimo é de 0,5 graus). Nesse caso também, a tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rola-  
5 mento é reduzida durante a liberação do molde, e a vida útil do molde é estendida quando a pré-forma 626 do rolamento móvel 526 é moldada por fundição com matriz semifundida.

No caso de mudança no ângulo de conicidade  $\theta$  com relação ao ângulo de enrolamento  $\alpha$  da parte correspondente ao envoltório ilustrada no  
10 gráfico da figura 42, o ângulo de conicidade  $\theta$  é configurado de forma a ser um ângulo baixo nas partes além das partes onde o enrolamento começa e o enrolamento termina, em comparação com o caso no gráfico da figura 39 (mudança na qual o ângulo de conicidade  $\theta$  diminui de forma linear na proporção de um aumento no ângulo de enrolamento  $\alpha$ ). Portanto, qualquer e-  
15 feito adverso na formatação quase final da parte correspondente ao envoltório como um todo pode ser adicionalmente reduzido.

(B)

Na pré-forma 626 do rolamento móvel 526 de acordo com a terceira modalidade, o formato da parte correspondente ao envoltório é deter-  
20 minado de forma que o ângulo de conicidade mude de forma gradual e contínua de onde o enrolamento começa até onde o enrolamento termina, mas a presente invenção não está limitada a essa configuração. A mudança no ângulo de conicidade  $\theta$  com relação ao ângulo de enrolamento  $\alpha$  próximo onde o enrolamento começa tem o valor máximo (2 gramas), e de forma que  
25 o ângulo de conicidade  $\theta$  da parte correspondente ao envoltório pode ser determinado de forma que o ângulo de conicidade  $\theta$  diminua de forma escalonada de onde o enrolamento começa até onde o enrolamento termina, como ilustrado no gráfico da figura 43 (o valor máximo do ângulo de conicidade  $\theta$  sendo de 2 graus, e o valor mínimo sendo de 0,5 graus). Nesse caso tam-  
30 bém, a tensão aplicada ao molde nas proximidades do centro do rolamento é reduzida durante a liberação do molde, e a vida útil do molde é estendida quando a pré-forma 626 do rolamento móvel 526 é moldada por fundição

com matriz semifundida. Além disso, a configuração do ângulo de conicidade  $\theta$  em uma faixa de ângulos de enrolamento individuais  $\alpha$  da parte correspondente ao envoltório é facilitada.

(C)

5 Na pré-forma 626 do rolamento móvel 526 de acordo com a terceira modalidade, o formato da parte correspondente a envoltório é configurado de modo que o ângulo de conicidade de onde o enrolamento começa para onde o enrolamento termina muda de forma gradual e contínua, mas a presente invenção não está limitada a essa configuração. A mudança no  
10 ângulo de conicidade  $\theta$  com relação a um ângulo de enrolamento  $\alpha$  da parte correspondente ao envoltório é configurada de modo que o ângulo de conicidade  $\theta$  em uma faixa prescrita dos ângulos de enrolamento  $\alpha$  em outras faixas de ângulo seja determinado para o valor mínimo (0,5 graus), como ilustrado no gráfico da figura 44. Nesse caso também, a tensão aplicada ao  
15 molde nas proximidades do centro do rolamento é reduzida durante a liberação do molde, e a vida útil do molde é estendida quando a pré-forma 626 do rolamento móvel 526 é moldado por fundição com matriz semifundida. Além disso, qualquer efeito adverso no formato quase final da parte correspondente ao envoltório geral pode ser adicionalmente reduzido.

20 (D)

Apesar de não ser particularmente mencionado na terceira modalidade, a superfície do rolamento pode ser revestida com uma resina. Por exemplo, o vazamento do gás refrigerante comprimido por um compressor pode ser reduzido e o ruído suprimido quando toda a superfície do rolamento  
25 móvel 536 é revestida com uma resina RS da forma ilustrada na figura 45. O ruído e vazamento do gás refrigerante podem ser reduzidos quando pelo menos o envoltório 536b do rolamento móvel 536 é revestido com uma resina RS.

Quando o rolamento é revestido com uma resina dessa forma, a  
30 resistência do rolamento dentro do revestimento de resina pode ser aperfeiçoada apenas nos locais desejados pelo aumento do ângulo de conicidade da parte onde o enrolamento começa perto do centro do envoltório 536b.

Adicionalmente, quando a superfície da resina RS é usinada pelo corte depois de o envoltório 536b do rolamento móvel 536 ter sido revestido com resina RS, o rolamento móvel 536 pode ser usinado com boa precisão em um formato externo prescrito.

5 O rolamento fixo pode ser revestido com a resina RS da mesma forma que o rolamento móvel 536. Nesse caso também, o ruído e o vazamento do gás refrigerante podem ser reduzidos quando pelo menos o envoltório do rolamento fixo é revestido com uma resina RS.

(E)

10 Na terceira modalidade, um rolamento de compressor é fabricado por fundição com matriz semifundida ou outro método de moldagem semifundida, mas a presente invenção não está limitada a isso, e a vida útil de um molde pode ser estendida na presente invenção quando o rolamento de compressor é um nos quais o material é injetado dentro do molde e então  
15 moldado. Por exemplo, a vida útil de um molde pode ser estendida criando-se o ângulo de conicidade na parte onde o enrolamento começa perto do centro do envoltório do rolamento de forma maior do que o ângulo de conicidade da parte onde o enrolamento termina no lado de fora, mesmo quando o rolamento é um no qual o material metálico fundido com alta temperatura é  
20 injetado dentro do molde e então fundido.

(F)

Na pré-forma 626 o rolamento móvel 526 de acordo com a terceira modalidade, o ângulo de conicidade da parte Q0 onde o enrolamento começa perto do centro da parte correspondente ao envoltório é maior do  
25 que o ângulo de conicidade da parte Q4 onde o enrolamento termina no lado de fora, mas a presente invenção não está limitada a isso, e o ângulo de conicidade no lado externo pode ser maior.

Em outras palavras, na pré-forma de rolamento fixo 644 e na pré-forma de rolamento móvel 646, o ângulo de conicidade nas partes P23,  
30 Q24 onde o enrolamento terminal no lado de fora da parte correspondente ao envoltório pode ser maior do que o ângulo de conicidade das partes P21, Q21 onde o enrolamento começa perto do centro, como ilustrado nas figuras

46 e 47.

Essa configuração é eficiente para o caso no qual a espessura da parte periférica externa da parte correspondente a envoltório é fina e a precisão é difícil de se alcançar durante a usinagem. Por exemplo, visto que

5 a borda periférica externa da parte correspondente ao envoltório tem um formato de cantilever, a resistência da parte periférica externa da parte correspondente a envoltório é reduzida quando a espessura de toda a parte correspondente a envoltório é reduzida. Por essa razão, a parte periférica externa da parte correspondente a envoltório deforma prontamente durante

10 a usinagem. Em vista dessa situação, a precisão pode ser garantida tornando-se o ângulo de conicidade da parte periférica externa da parte correspondente a envoltório maior do que o da parte central.

A parte correspondente a envoltório pode ser configurada de modo que o ângulo de conicidade de onde o enrolamento começa até onde

15 o enrolamento termina mude gradualmente e continuamente (isto é, aumenta continuamente a partir de onde o enrolamento começa perto do centro até onde o enrolamento termina no lado externo) da mesma forma que na terceira modalidade. Nesse caso, o desperdício de material pode ser eliminado de forma mais eficiente.

20 A parte correspondente a envoltório também pode ser configurada de modo que o ângulo de conicidade de onde o enrolamento começa até onde o enrolamento termina de forma escalonada (isto é, aumenta de forma escalonada de onde o enrolamento começa perto do centro até onde o enrolamento termina no lado externo) da mesma forma que no exemplo modifi-

25 cado (B) da terceira modalidade. Nesse caso, o desperdício de material pode ser eliminado de forma mais eficiente.

Em um ângulo prescrito entre onde o enrolamento começa até onde o enrolamento termina (isto é, uma faixa prescrita perto da parte onde o enrolamento termina), a parte correspondente a envoltório pode ser confi-

30 gurada de forma que o ângulo de conicidade seja maior do que o ângulo de conicidade em outras faixas de ângulo da mesma forma que no exemplo modificado (C) da terceira modalidade. Nesse caso, o desperdício de mate-

rial pode ser eliminado de forma mais eficiente.

Pelo menos a parte correspondente a envoltório pode ser revestida com uma resina da mesma forma que no exemplo modificado (D) da terceira modalidade. Nesse caso, o ruído e o vazamento do gás refrigerante  
5 podem ser reduzidos.

#### Quarta Modalidade

Um compressor no qual o elemento deslizante de acordo com uma quarta modalidade é utilizado será descrito abaixo utilizando-se um compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa, como um e-  
10 xemplo. A diferença entre o compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa da quarta modalidade e o compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa da primeira modalidade é o formato do envoltório do rolamento fixo e do rolamento móvel. Portanto, apenas o rolamento fixo e o rolamento móvel serão descritos abaixo.

15 Uma pré-forma de rolamento móvel 726 de acordo com a quarta modalidade é formada por fundição com matriz semifundida utilizando um molde 280 ilustrado na figura 48, por exemplo.

Uma descrição específica é fornecida abaixo.

O molde 280 para a fundição com matriz semifundida da pré-  
20 forma de rolamento móvel 726 é constituído de uma primeira parte de molde 281 e uma segunda parte de molde 282, como ilustrado na figura 48. O formato de uma parte de espaço que é formada quando a primeira parte de molde 281 e a segunda parte de molde 282 são combinadas corresponde ao formato da aparência externa da pré-forma de rolamento móvel 726 a ser  
25 moldada. Na parte correspondente a envoltório da segunda parte de molde 282 do molde 280, o formato externo é configurado de modo a manter o ângulo de conicidade necessário quando a pré-forma do rolamento móvel 726 é liberada do molde 280. Especificamente, o formato da parte correspondente a envoltório da segunda parte de molde 282 é determinado de modo que  
30 toda a superfície da parte correspondente a envoltório 87 seja inclinada no primeiro ângulo  $\theta$  com relação a uma linha ortogonal à parte 86a correspondente à placa de extremidade. A espessura da parte correspondente a en-

voltório 87 da pré-forma do rolamento móvel 726 nos limites com a parte 86a correspondente à placa de extremidade é  $t + t_1 + t_1$ , onde  $t$  é a espessura da extremidade distal.

5 A pré-forma do rolamento fixo 724 é também fabricada da mesma maneira que a pré-forma do rolamento móvel 726.

A pré-forma do rolamento fixo 724 e a pré-forma do rolamento móvel 726 moldadas por fundição de matriz semifundida são adicionalmente usinadas por corte, onde o rolamento fixo final 734 e o rolamento móvel 736 a serem incorporados em um compressor são formados.

10 O rolamento fixo 734 ilustrado na figura 49 é fabricado por usinagem da pré-forma de rolamento fixo 724 ilustrada nas figuras 50 e 51. Uma operação de corte para a formação de um envoltório 185 do envoltório 85 será descrita nesse ponto. Essa operação é um dos processos de usinagem que podem ser utilizados. Esses processos também incluem perfuração de um furo de descarga 741.

15 Nesse caso, o envoltório 85 é diferenciado em superfícies OS85a, IS85b, OS85b, que estão em contato próximo com o envoltório 187 do rolamento móvel 36 como outro elemento do par de entrelaçamento e que podem formar uma parte de extremidade da câmara de compressão

20 740, e dentro de uma superfície periférica interna IS85a da parte 85a onde o enrolamento começa (parte perto do centro do envoltório 85), que não está em contato próximo com o envoltório 187 do rolamento móvel 736 como o outro elemento do par de entrelaçamento. As superfícies anteriores OS85a, IS85b, OS85b são usinadas por corte, e a última superfície IS85a não é usi-

25 nada por corte. Dentre as superfícies OS85a, IS85b, OS85b, a superfície periférica externa OS85a da parte 85a está perto de onde o enrolamento começa, e a superfície periférica interna IS85b e a superfície periférica externa OS85b da parte 85b estão mais perto de onde o enrolamento termina do que a parte 85a perto de onde o enrolamento começa. As superfícies

30 OS85a, IS85b, OS85b são usinadas por corte em um processo de esmeril de extremidade, as inclinações ilustradas nas figuras 50 e 51 são removidas, e as superfícies OS185a, IS185b, OS185b ilustradas nas figuras 49 e 52 são

formadas. As superfícies OS85a, IS85b, OS85b indicadas por linhas tracejadas na figura 52 são cortadas, e as superfícies OS185a, IS185b, OS185b indicadas por linhas sólidas são formadas. O ângulo de inclinação das superfícies OS185a, IS185b, OS185b com relação à linha ortogonal à superfície de placa de extremidade 184a é de 0 grau. Por outro lado, a superfície periférica interna IS85a da parte 85a do envoltório 85 perto de onde o enrolamento começa é deixada inalterada como a superfície periférica interna da parte 185a perto de onde o enrolamento começa no envoltório final 185 também. A figura 53 ilustra uma vista ampliada da parte 185a perto de onde o enrolamento começa na figura 52. Na parte 185a do envoltório 185 perto de onde o enrolamento começa, a superfície periférica externa OS185a é ortogonal à superfície da placa de extremidade 184a, ao passo que a superfície periférica interna IS85a se inclina por um primeiro ângulo  $\theta$  com relação à linha ortogonal para a superfície de placa de extremidade 184a. A parte 85a do envoltório 185 perto de onde o enrolamento começa tem uma espessura ta no limite com a superfície da placa de extremidade 184a, e essa espessura é maior do que a das outras partes 85b do envoltório 185. As partes 85b do envoltório 185 além da parte 85a perto de onde o enrolamento começa são usinadas pelo corte de modo a ter a mesma espessura do limite com a superfície de placa de extremidade 184a com a extremidade distal, e a espessura é determinada como sendo igual à espessura t da extremidade distal da parte 85a perto de onde o enrolamento começa ilustrado na figura 53.

O rolamento móvel 736 ilustrado na figura 54 é fabricado pela usinagem da pré-forma do rolamento móvel 726 ilustrada na figura 48. Dentre os processos de usinagem, a operação de corte para a formação de um envoltório 187 do envoltório 87 será descrita nesse ponto.

Nesse caso, o envoltório 87 é diferenciado em superfícies OS87a, IS87b, OS87b, que estão em contato próximo com o envoltório 185 do rolamento fixo 734 como o outro elemento do par de entrelaçamento e que pode formar uma parte de extremidade da câmara de compressão 740, e dentro de uma superfície periférica interna IS87a, da parte 87a onde o enrolamento começa (parte próxima ao centro do envoltório 87), que não está

em contato próximo com o envoltório 185 do rolamento fixo 734 como o outro elemento do par de entrelaçamento. As superfícies anteriores OS87a, IS87b, OS87b são usinadas por corte, e a última superfície IS87a não é usinada por corte. Dentre as superfícies OS87a, IS87b, OS87b, a superfície

5 periférica externa OS87a da parte 87a está perto de onde o enrolamento começa, e a superfície periférica interna IS87b e a superfície periférica externa OS87b da parte 87b estão mais perto de onde o enrolamento termina do que a parte 87a próxima de onde o enrolamento começa. As superfícies OS87a, IS87b, OS87b são usinadas por corte em um processo de esmeri-

10 lhamento de extremidade, as inclinações ilustradas na figura 48 são removidas, e as superfícies OS187a, IS187b, OS187b ilustradas na figura 54 são formadas. As superfícies OS87a, IS87b, OS87b indicadas por linhas tracejadas na figura 54 são cortadas, e as superfícies OS187a, IS187b, OS187b indicadas por linhas sólidas são formadas. O ângulo de inclinação das su-

15 perfícies OS187a, IS187b, OS187b com relação à linha ortogonal à superfície de placa de extremidade 186a é de 0 grau. Por outro lado, a superfície periférica interna IS87a da parte 87a do envoltório 87 perto de onde o enrolamento começa é deixada inalterada como a superfície periférica interna da parte 187a perto de onde o enrolamento começa no envoltório final 187 tam-

20 bém. Na parte 187a do envoltório 187 perto de onde o enrolamento começa, a superfície periférica externa OS187a é ortogonal à superfície da placa de extremidade 186a, ao passo que a superfície periférica interna IS87a inclina por um primeiro ângulo  $\theta$  com relação à linha ortogonal à superfície de placa de extremidade 186a. A parte 87a do envoltório 187 perto de onde o enro-

25 lamento começa tem, dessa forma, uma espessura  $t_a$  no limite com a superfície da placa de extremidade 186a, e essa espessura é maior do que a de outras partes 87b do envoltório 187. As partes 87b do envoltório 187 além da parte 87a perto de onde o enrolamento começa são usinadas por corte de modo a ter a mesma espessura do limite com a placa de extremidade 186a

30 até a extremidade distal, e a espessura é configurada para a espessura  $t$ , que é inferior à espessura  $t_a$ , como ilustrado na figura 54.

(Movimento de rolamento durante a operação de compressão)

As figuras 55 a 57 são diagramas ilustrando um estado no qual um gás refrigerante é comprimido em associação com a variação na capacidade da câmara de compressão 740. As figuras 55 a 57 são vistas transversais laterais da parte de entrelaçamento do envoltório 185 do rolamento fixo 734 e o envoltório 187 do rolamento móvel, e são vistas a partir de cima. O rolamento móvel 736 gira com relação ao rolamento fixo 734, onde o estado muda em seqüência das figuras 55(a), 55(b), 56(a), 56(b), 57(a) e 57(b). As superfícies periféricas internas IS85a, IS87a das partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa (superfícies com linhas espessas nos diagramas; vide figura 58) são superfícies que não fazem contato com o envoltório de contraparte, não constituem partes de extremidade da câmara de compressão 740, e não contribuem para o trabalho de compressão. Portanto, apesar de essas superfícies serem inclinadas em um primeiro ângulo  $\theta$ , a precisão de superfície das superfícies IS85a, e IS87a não afeta a impermeabilidade a ar da câmara de compressão 740.

(Características do compressor por rolamento tipo cúpula de pressão alta e baixa para a quarta modalidade)

(1)

A utilização de ferro de fundição dúctil e aço de alto teor de carbono, que são materiais de alta resistência, torna difícil se alcançar um formato quase final e resulta em baixa capacidade de usinagem. Portanto, o rolamento em um compressor por rolamento convencional é freqüentemente fabricado utilizando-se FC250 ou outro ferro fundido normal.

Em contraste, no compressor de acordo com a quarta modalidade, a pré-forma do rolamento fixo 724 e a pré-forma do rolamento móvel 726 são moldadas por fundição com matriz semifundida, onde a alta resistência e alta rigidez são alcançadas e o rolamento fixo final 734 e o rolamento móvel 736 são moldados para um formato quase final.

No entanto, as pré-formas de rolamento 724, 726, que são materiais de fundição com matriz semifundida, recebem maior resistência pelo tratamento com calor, mas a rigidez (módulo Young) é fixo e não pode ser ajustado. Portanto, a quantidade de deformação (flexionamento) dos envol-

tórios 185, 187 durante a operação aumenta quando os envoltórios 185, 187 são meramente afinados à medida que a resistência é aumentada, e o ruído e abrasão tendem a ser gerados. Quando o espaço entre os dois envoltórios 185, 187 é aumentado de modo a permitir uma quantidade considerável de deformação a fim de evitar esse ruído e abrasão, a impermeabilidade ao ar da câmara de compressão é reduzida e o desempenho de compressão é degradado.

A fim de se evitar essas desvantagens, é possível se considerar o aumento da rigidez dos envoltórios 185, 187 como um todo pelo aumento da espessura da parte de base da parte perto das placas de extremidade 184, 186 e a redução da espessura da parte de extremidade distal, ao invés de se reduzir meramente a espessura dos envoltórios 185, 187. No entanto, deméritos ocorrem visto que a capacidade da câmara de compressão é reduzida quando a espessura da parte de base é aumentada como um todo. Além disso, é possível que o controle de qualidade (controle da precisão de superfície) seja dificultado e o desempenho seja comprometido por se deixar uma inclinação nos envoltórios 185, 187 nos quais a alta precisão é exigida.

Em vista do acima, no compressor de acordo com a quarta modalidade, uma inclinação possuindo um primeiro ângulo  $\theta$  é fornecida para as superfícies IS85a, IS87a do lado periférico interno para aumentar a resistência e para reduzir consideravelmente a quantidade de deformação nas partes 185a, 187a perto de onde o enrolamento começa nos envoltórios 185, 187. Nesses envoltórios, existe um aumento na pressão aplicada pelo gás refrigerante comprimido perto do centro. Por outro lado, a inclinação é eliminada das partes 185b, 187b que são configuradas a uma distância do centro dos envoltórios 185, 187, e uma redução na capacidade é evitada. Além disso, as superfícies periféricas externas OS185a, OS187a das partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa são superfícies que fazem contato com o rolamento contrário e que realizam o trabalho de compressão. A inclinação é eliminada visto que o controle da precisão de superfície se torna difícil quando uma grande inclinação é fornecida, e o vazamento de gás refrigerante tende a aumentar nas partes de contato

dos dois rolamentos 734, 736. Uma inclinação possuindo um primeiro ângulo  $\theta$  é fornecida para as superfícies periféricas internas IS85a, IS87a das partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa, mas não há demérito visto que essas superfícies IS85a, IS87a não são superfícies que fazem contato com um rolamento contrário e não afetam a impermeabilidade a ar da câmara de compressão 740.

Dessa forma, no compressor, de acordo com a quarta modalidade, a pressão é relativamente baixa nas partes 185b, 187b além das partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa. Portanto, prioridade é dada ao aumento da capacidade ao invés de ao aumento da resistência e redução da quantidade de deformação, e o ângulo de inclinação é determinado para zero. A pressão é relativamente alta nas superfícies periféricas internas IS85a, IS87a das partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa. Portanto, um ângulo de inclinação (primeiro ângulo  $\theta$ ) é fornecido com o objetivo de se aumentar a resistência e reduzir a quantidade de deformação. Nas superfícies periféricas externas OS185a, OS187a das partes 185a, 187a, dos envoltórios 185, 187, perto de onde o enrolamento começa, o ângulo de inclinação é configurado para zero com consideração sendo dada ao controle da precisão de superfície e impermeabilidade a ar da câmara de compressão 740. Por essa razão, a espessura dos envoltórios 185, 187 é reduzida como um todo e a capacidade é garantida, mas uma inclinação possuindo um primeiro ângulo  $\theta$  é fornecida para as partes 185a, 187a perto de onde o enrolamento começa dos envoltórios 185, 187, que recebem alta pressão, onde a resistência pode ser garantida e a quantidade de deformação pode ser mantida dentro de níveis aceitáveis. Existe uma vantagem visto que o controle da precisão de superfície e impermeabilidade a ar da câmara de compressão 740 são garantidos devido ao fato de o ângulo de inclinação ser configurado para zero também para as partes 185b, 187b além das partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa.

(2)

No compressor de acordo com a quarta modalidade, todas as

superfícies OS182a, IS185b, OS185b, OS187a, IS187b, OS187b no rolamento 124, 126 possuem um ângulo de inclinação igual a zero, exceto pelas superfícies IS85a, IS87a, que são fornecidas com uma inclinação possuindo um primeiro ângulo  $\theta$ . Dessa forma, as superfícies que fazem contato com o envoltório do rolamento contrário entrelaçado e realizam o trabalho de compressão possuem, todas, um ângulo de inclinação igual a zero. Portanto, o controle da precisão de superfície para essas superfícies é facilitado, e existe menos desvantagem onde o gás refrigerante vaza da parte de entrelaçamento dos envoltórios 185, 187 dos dois rolamentos 124, 126 para a câmara de compressão 740 no lado externo durante a operação do compressor.

(3)

No compressor, de acordo com a quarta modalidade, as superfícies periféricas internas IS85a, IS87a das partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa são superfícies que não fazem contato com os envoltórios contrários entrelaçados 187, 185. Em vista do fato de a alta precisão de superfície não ser exigida para essas superfícies, a usinagem por corte das superfícies IS85a e IS87a é omitida. Os custos reduzidos podem, dessa forma, ser garantidos e o tempo necessário para usinagem por corte é reduzido.

20

(4)

No compressor de acordo com a quarta modalidade, o ângulo de conicidade mantido durante a liberação do molde é fornecido para as pré-formas 724, 726 dos rolamentos não cortados 734, 736, e o ângulo de conicidade é diretamente utilizado como inclinação das superfícies IS85a, IS87a dos envoltórios 185, 187. Portanto, as superfícies IS85a, IS87a dos envoltórios 185, 187 são configurados para o primeiro ângulo  $\theta$  sem corte.

25

(5)

No compressor de acordo com a quarta modalidade, as partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa nos rolamentos 734, 736 possuem superfícies periféricas internas IS85a, IS87a que são inclinadas por um primeiro ângulo  $\theta$  com relação à linha ortogonal para as superfícies de placa de extremidade 184a, 186a em contraste

30

com as superfícies periféricas externas OS185a, OS187a que são ortogonais às superfícies de placa de extremidade 184a, 186a. As partes 85a, 87a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa possuem uma espessura na no limite com as superfícies de placa de extremidade 184a, 186a, e essa espessura é maior do que a de outras partes 85b, 87b dos envoltórios 185, 187. A resistência é, portanto, aumentada nas partes 185a, 187a dos envoltórios 185, 187 perto de onde o enrolamento começa nos rolamentos 734, 736 desse compressor. Portanto, os rolamentos 734, 736 desse compressor podem suportar um aumento na pressão decorrente de uma diferença de alta pressão mesmo quando o dióxido de carbono ou outro refrigerante de alta pressão é comprimido. Adicionalmente, a altura dos dentes dos rolamentos 734, 736 pode ser aumentada dessa forma. Em outras palavras, a capacidade da câmara de compressão 740 pode ser aumentada mesmo enquanto os envoltórios 185, 187 são reduzidos em diâmetro. O envoltório tipo tronco 11 é reduzido em termos de diâmetro quando o diâmetro do compressor pode ser reduzido dessa forma. O envoltório tipo tronco 11 possuindo um diâmetro reduzido pode demonstrar a mesma resistência à compressão com menor espessura do que um envoltório tipo tronco convencional. Conseqüentemente, os custos com matéria-prima e similares do envoltório tipo tronco 11 podem ser reduzidos. O diâmetro dos envoltórios 185, 187 dos rolamentos 734, 736 também pode ser reduzido. Por essa razão, a área de superfície deslizante da parte de impulsão, que é sujeita a condições rigorosas, pode ser aumentada.

(6)

No compressor de acordo com a quarta modalidade, os rolamentos 734, 736 são fabricados por uma fundição com matriz semifundida. Conseqüentemente, os rolamentos 734, 736 possuem uma aspereza de superfície que é inferior à dos rolamentos obtidos por fundição de ferro convencional. Por essa razão, as rachaduras dificilmente ocorrerão na superfície dos rolamentos 734, 736 mesmo quando o dióxido de carbono ou outro refrigerante de alta pressão for comprimido nesse compressor.

(Exemplo modificado da quarta modalidade)

Na quarta modalidade, as pré-formas 724, 726 dos rolamentos de compressor 734, 736 são fabricadas por fundição com matriz semifundida ou outro método de moldagem semifundida, mas a presente invenção não está limitada a isso. Por exemplo, apenas o ângulo de inclinação das superfícies periféricas internas da parte perto de onde o enrolamento começa no centro do envoltório, que não faz contato com o rolamento contrário durante a operação de compressor pode ser aumentado, e a capacidade da câmara de compressão pode ser aumentada enquanto se reduz a quantidade de deformação e se aumenta a resistência. Isto é verdadeiro até mesmo no caso de um rolamento que foi fundido por injeção de material metálico fundido a alta temperatura no molde.

No entanto, o problema da quantidade de deformação (flexionamento) na parte perto de onde o enrolamento começa no centro do envoltório é basicamente considerado no caso de um rolamento no qual a rigidez relativamente mais alta não é desejável tanto quanto a maior resistência obtida utilizando-se um material de alta resistência. Portanto, a presente invenção é tornada mais útil visto que a rigidez dessa parte apenas pode ser aperfeiçoada.

#### Quinta Modalidade

Um compressor no qual um elemento deslizante de acordo com uma quinta modalidade é utilizado será descrito abaixo utilizando-se um compressor de balanço como um exemplo.

O compressor de balanço 801 de acordo com a quinta modalidade é um compressor de balanço de dois cilindros, como ilustrado na figura 59, e é basicamente constituído de um envoltório tipo cúpula impermeável a ar cilíndrico 810, um mecanismo de compressão por balanço 815, um motor de acionamento 816, um tubo de sucção 819, um tubo de descarga 820 e um silencioso 860. O compressor por balanço 801 possui um acumulador (separador de vapor e líquido) 895 montado no envoltório 810. Os elementos constituintes do compressor por balanço 801 são descritos abaixo.

(Detalhes dos elementos constituintes do compressor por balanço)

### (1) Envoltório

O envoltório 810 possui um envoltório tipo tronco substancialmente cilíndrico 811, uma parte de parede superior em formato de pires 812 soldada de forma impermeável a ar a uma extremidade superior do envoltório tipo tronco 811, e uma parte de parede inferior em formato de pires 813 soldada de forma impermeável a ar a uma extremidade inferior do envoltório tipo tronco 811. Basicamente acomodados no envoltório 810 estão o mecanismo de compressão por balanço 815 para comprimir um gás refrigerante, e o motor de acionamento 816 disposto acima do mecanismo de compressão por balanço 815. O mecanismo de compressão por balanço 815 e o motor de acionamento 816 são conectados por um virabrequim 817 disposto de modo a se estender na direção vertical dentro do envoltório 810.

### (2) Mecanismo de compressão por balanço

O mecanismo de compressão por balanço 815 é basicamente constituído de um virabrequim 817, um pistão 821, uma bucha 822, um cabeçote dianteiro 823, um primeiro bloco de cilindro 824, uma placa intermediária 825, um segundo bloco de cilindro 826, e um cabeçote posterior 827, como ilustrado nas figuras de 59 a 61. Na quinta modalidade, o cabeçote dianteiro 823, o primeiro bloco de cilindro 824, a placa intermediária 825, o segundo bloco de cilindro 826, e o cabeçote posterior 827 são fixados integralmente por uma pluralidade de parafusos 890. Além disso, na quinta modalidade, o mecanismo de compressão por balanço 815 é imerso em óleo lubrificante L que acumula na parte inferior do envoltório 810, e o óleo lubrificante L é alimentado para o mecanismo de compressão por balanço 815 por pressão diferencial. Os elementos constituintes do mecanismo de compressão por balanço 815 serão descritos em detalhes abaixo.

#### a) Primeiro bloco de cilindro

Um furo de cilindro 824a, um furo de sucção 824b, um canal de descarga 824c, um furo de acomodação de bucha 824d, e um furo de acomodação de lâmina 824e são formados no primeiro bloco de cilindro 824, como ilustrado na figura 60. O furo de cilindro 824a é um furo cilíndrico que passa ao longo da direção de espessura de placa, como ilustrado nas figu-

ras 59 e 60. O furo de sucção 824b passa através do furo de cilindro 824a a partir da superfície de parede periférica externa. O canal de descarga 824c é formado pelo entalhamento de uma parte de uma parte periférica interna da parte cilíndrica que forma o furo do cilindro 824a. O furo de acomodação de bucha 824d é um furo que se estende na direção da espessura de placa e é disposto entre o furo de sucção 824b e o canal de descarga 824c quando observado na direção da espessura de placa. O furo de acomodação de lâmina 824e é um furo que se estende na direção da espessura da placa e está em comunicação com o furo de acomodação de bucha 824d.

10 O primeiro bloco de cilindro 824 é encaixado no cabeçote dianteiro 823 e a parte intermediária 825 de forma que o canal de descarga 824c esteja voltado para o cabeçote dianteiro 823 em um estado no qual uma parte do eixo excêntrico 817a do virabrequim 817 e uma parte do cilindro 821a do pistão 821 são acomodadas no furo de cilindro 824a, uma parte de lâmina 8126 do pistão 821 e a bucha 822 sejam acomodados no furo de acomodação de bucha 824d, e a parte de lâmina 821b do pistão 821 seja acomodada no furo de acomodação de lâmina 824e (vide figura 61). Como resultado, uma primeira câmara de cilindro Rc1 é formada no mecanismo de compressão por balanço 815; e a primeira câmara de cilindro Rc1 é dividida pelo pistão 821 em uma câmara de sucção que está em comunicação com o furo de sucção 824b, e uma câmara de descarga que está em comunicação com o canal de descarga 824c.

#### b) Segundo bloco de cilindro

25 Um furo de cilindro 826a, um furo de sucção 826b, um canal de descarga 826c, um furo de acomodação de bucha 826d, e um furo de acomodação de lâmina 826e são formados no segundo bloco de cilindro 826 da mesma forma que o primeiro bloco de cilindro 824, como ilustrado na figura 60. Um furo de cilindro 826a é um furo cilíndrico que se estende na direção da espessura da placa, como ilustrado nas figuras 59 e 60. O furo de sucção 826b passa da superfície de parede periférica externa para o furo de cilindro 826a. O canal de descarga 826c é formado pelo entalhamento de uma parte de uma parte periférica interna da parte de cilindro que forma o furo de cilin-

dro 826a. O furo de acomodação de bucha 826d é um furo que se estende na direção da espessura da placa e é disposto entre o furo de sucção 826b e o canal de descarga 826c quando visualizado na direção da espessura da placa. O furo de acomodação de lâmina 826e é um furo que se estende na  
5 direção da espessura da placa e está em comunicação com o furo de acomodação de bucha 826d.

O segundo bloco de cilindro 826 é encaixado dentro do cabeçote traseiro 827 da placa intermediária 825 de forma que o canal de descarga 826c esteja voltado para o cabeçote traseiro 827 em um estado no qual uma  
10 parte do eixo excêntrico 817b do virabrequim 817 e uma parte de cilindro 821a do pistão 821 sejam acomodadas no furo de cilindro 826a, uma parte de lâmina 821b do pistão 821 e a bucha 822 são acomodadas no furo de acomodação de bucha 826d, e a parte de lâmina 821b do pistão 821 é acomodada no furo de acomodação de lâmina 826e (vide figura 61). Como re-  
15 sultado, uma segunda câmara de cilindro Rc2 é formada no mecanismo de compressão por balanço 815; e a segunda câmara de cilindro Rc2 é dividida pelo pistão 821 em uma câmara de sucção que está em comunicação com o furo de sucção 826b, e uma câmara de descarga que está em comunicação com o canal de descarga 826c.

#### 20 c) Virabrequim

O virabrequim 817 possui duas partes de eixo excêntrico 817a, 817b fornecidas para uma das partes de extremidade. As duas partes de eixo excêntrico 817a, 817b são formadas de modo que os eixos geométricos excêntricos estejam voltados um para o outro através do eixo geométrico  
25 central do virabrequim 817. O virabrequim 817 é preso ao rotor 852 do motor de acionamento 186 no lado no qual as partes do eixo excêntrico 817a, 817b não são fornecidos.

#### d) Pistão

O pistão 821 possui uma parte de rolo substancialmente cilíndrica 821a, uma parte de lâmina 821b que se projeta para fora na direção radi-  
30 al da parte de cilindro 821a, como ilustrado nas figuras 59 a 62. A parte de rolo 821a é encaixada dentro das partes de eixo excêntrico 817a, 817b do

virabrequim 817, e é inserida nesse estado dentro dos furos de cilindro 824a, 826a dos blocos de cilindro 824, 826. A parte de rolo 821a se move, dessa forma, de forma orbital em torno do eixo geométrico rotativo do virabrequim 817 quando o virabrequim 817 gira. A parte de lâmina 821b é acomodada nos furos de acomodação de bucha 824d, 826d e furos de acomodação de lâmina 824e, 826e. A parte de lâmina 821b, dessa forma, balança e move simultaneamente de forma alternada na direção do comprimento.

e) Bucha

A bucha 822 é um elemento substancialmente semicilíndrico e é acomodada nos furos de acomodação de bucha 824d, 826d de modo a reter a parte de lâmina 821b do pistão 821 em ambos os lados.

f) Cabeçote dianteiro

O cabeçote dianteiro 823 é um elemento que cobre o primeiro bloco de cilindro 824 no lado do canal de descarga 824c e é encaixado no envoltório 810. Uma parte de suporte 823a é formada no cabeçote dianteiro 823, e o virabrequim 817 é inserido na parte de suporte 823a. Além disso, também é formado no cabeçote dianteiro 823 uma abertura 823b para alimentação para o tubo de descarga 820 de um gás refrigerante que flui para dentro através do canal de descarga 824c formado no primeiro bloco de cilindro 824. A abertura 823b é aberta e fechada por uma válvula de descarga (não ilustrada) para prevenir o fluxo de retorno do gás refrigerante.

g) Cabeçote traseiro.

O cabeçote traseiro 827 cobre o segundo bloco de cilindro 826 no lado do canal de descarga 826c. Uma parte de suporte 827a é formada no cabeçote traseiro 827, e o virabrequim 817 é inserido na parte de suporte 827a. Além disso, uma abertura (não ilustrada) para alimentação para o tubo de descarga 820 de um gás refrigerante que flui para dentro através do canal de descarga 826c formado no segundo bloco de cilindro 826 é formada no cabeçote traseiro 827. A abertura é aberta e fechada por uma válvula de descarga (não ilustrada) para prevenção do fluxo de retorno do gás refrigerante.

h) Placa intermediária

A placa intermediária 825 é disposta entre o primeiro bloco de cilindro 824 e o segundo bloco de cilindro 826, e divide a primeira câmara de cilindro Rc1 e a segunda câmara de cilindro Rc2.

### (3) Motor de Acionamento

5 O motor de acionamento 816 é um motor de corrente contínua na quinta modalidade, e é basicamente constituído de um estator anular 851 preso à superfície de parede interna do envoltório 810, e um rotor 852 acomodado de forma rotativa com um leve espaço (canal de espaço de ar) no lado interno do estator 851. O fio de cobre é enrolado em torno de uma parte  
10 de dente (não ilustrada) do estator 851, e uma extremidade do espiral 853 é formada acima e abaixo do estator. A superfície periférica externa do estator 851 é fornecida com partes recortadas de núcleo (não ilustradas) que foram formadas como um entalhe em uma pluralidade de locais a partir da superfície de extremidade superior para a superfície de extremidade inferior do es-  
15 tator 851 em intervalos prescritos na direção periférica.

Um virabrequim 817 é preso ao longo do eixo geométrico rotativo no rotor 852.

### (4) Tubo de sucção

O tubo de sucção 819 é fornecido de modo a passar através do  
20 envoltório 810, e possui uma extremidade que é encaixada dentro dos furos de sucção 824b, 826b formados no primeiro bloco de cilindro 824 e o segundo bloco de cilindro 826, e outra extremidade que é encaixada dentro do acumulador 895.

### (5) Tubo de descarga

25 O tubo de descarga 820 é fornecido de modo a passar através da parte de parede superior 812 do envoltório 810.

### (6) Silencioso

O silencioso 860 é utilizado para abafar o ruído de descarga do gás refrigerante, e é montado no cabeçote dianteiro 823.

30 (Método de fabricação de um elemento deslizante)

No compressor por balanço 801 de acordo com uma quinta modalidade, os blocos de cilindro 824, 826, o pistão 821, e o virabrequim 817

são fabricados pelo mesmo método de fabricação que o utilizado para a fabricação do elemento deslizante da primeira modalidade. Nesse caso, o pistão 821 e o virabrequim 817 são tratados com calor na etapa de tratamento com calor sob condições nas quais a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100.

Na quinta modalidade, depois da etapa de acabamento, os aquecedores de alta frequência são inseridos nos furos de acomodação de bucha 824d, 826d dos blocos de cilindro 824, 826, e os blocos de cilindro 824, 826 são submetidos a um tratamento com calor de alta frequência de forma que a dureza das partes na periferia dos furos de acomodação de bucha 824d, 826d seja configurada de forma a ser superior a HRC 50, mas inferior a HRC 65. Os blocos de cilindro 824, 268 antes do tratamento com calor de alta frequência são tratados com calor sob condições nas quais a dureza é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. Depois do acabamento, o virabrequim 817 é submetido a um tratamento com calor de alta frequência no eixo principal e partes de eixo secundário acomodadas no cabeçote dianteiro 823 e cabeçote traseiro 827.

Na quinta modalidade, depois da etapa de acabamento, a parte periférica SC8 da base da parte de lâmina 821b do pistão 821 na qual a tensão é prontamente concentrada (vide figura 62; os locais de tratamento com calor parcial são sombreados), é submetida a tratamento com calor parcial.

(Operação do compressor por balanço)

Quando o motor de acionamento 816 é acionado, as partes de eixo excêntrico 817a, 817b giram de forma excêntrica em torno do virabrequim 817, e a parte de rolo 821a encaixada dentro das partes de eixo excêntrico 817a, 817b orbitam enquanto a superfície periférica externa da parte de rolo 821a faz contato com a superfície periférica interna das câmaras de cilindro Rc1, Rc2. A parte de lâmina 821b alterna enquanto as duas superfícies laterais são mantidas pela bucha 822, acompanhando a órbita da parte de rolo 821a dentro das câmaras de cilindro Rc1, Rc2. Nesse ponto, um gás refrigerante de baixa pressão é sugado a partir da porta de sucção 819 dentro da câmara de sucção e é comprimido para uma alta pressão na câmara

de descarga, e o gás refrigerante de alta pressão é, depois disso, descarregado a partir dos canais de descarga 824c, 826c.

(Características do compressor por balanço)

(1)

5 Na quinta modalidade, os blocos de cilindro 824, 826 e o pistão 821 são fabricados através de uma etapa de fundição com matriz semifundida e uma etapa de tratamento com calor. Conseqüentemente, um bloco de cilindro e pistão pode ser prontamente fornecido com maior resistência à tensão e dureza que um bloco de cilindro e pistão constituídos de ferro fundido com flocos de grafite fabricado utilizando fundição com areia convencional (visto que uma maior resistência e rigidez que FC250 podem ser alcançadas pela realização do tratamento com calor).

(2)

15 Na quinta modalidade, os blocos de cilindro 824, 826 e o pistão 821 são fabricados através de uma etapa de fundição com matriz semifundida e uma etapa de tratamento com calor, e a dureza desses componentes é ajustada de forma a ser superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. Nesse caso, a dureza dos blocos de cilindro 824, 826 e do pistão 821 corresponde substancialmente a uma resistência à tensão dentro de uma faixa de 600 MPa a 900 MPa. Conseqüentemente, os blocos de cilindro 824, 826 e o pistão 821 podem ser afinados pela adoção desse método de fabricação de um elemento deslizante de compressor. Portanto, o compressor por balanço 801 pode ser reduzido em diâmetro, e a abrasão dos blocos de cilindro 824, 826 e do pistão 821 pode ser conseqüentemente reduzida e a capacidade de compressão aumentada.

(3)

25 Na etapa de tratamento com calor da quinta modalidade, a pré-forma do bloco de cilindro e a pré-forma do pistão são tratadas com calor para uma dureza superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100. Conseqüentemente, quando esse método de fabricação de um elemento deslizante de compressor é adotado, os blocos de cilindro 824, 826 e o pistão 821 podem ser fabricados de forma que uma durabilidade suficiente possa ser demons-

trada durante a operação do compressor, o "breaking-in" ocorre o mais cedo possível, e emperramento durante a operação anormal não ocorre. Quando a dureza está nessa faixa, a capacidade de usinagem da pré-forma do bloco de cilindro e da pré-forma de pistão é boa, a pré-forma do bloco de cilindro e a pré-forma do pistão não são prontamente danificadas, e o manuseio é facilitado. Conseqüentemente, a abrasão e quebra de ferramentas têm menos chances de ocorrer, a vida útil da ferramenta é estendida, uma borda de acúmulo tem menos chances de se formar, a capacidade de processamento por esmerilhamento é boa, e os custos com usinagem são reduzidos visto que o tempo de usinagem pode ser reduzido. Independentemente de os rolamentos possuírem abrasão de ferramenta e tempo de usinagem superiores devido à menor dureza com relação a FCD que possui a mesma resistência à tensão (resistência à tensão é alta no mesmo nível da dureza), pode ser dito que a maior resistência à tensão pode ser alcançada.

15 (4)

Na quinta modalidade, os blocos de cilindro 824, 826 são fabricados por uma fundição com matriz semifundida e uma etapa de tratamento com calor, depois do que os aquecedores de alta freqüência são inseridos nos furos de acomodação de bucha 824d, 826d, e o endurecimento é realizado de forma que a dureza das partes da periferia dos furos de acomodação de bucha 824d, 826d seja maior do que HRC 50, mas menor que HRC 65. Por essa razão, a abrasão das partes da periferia dos furos de acomodação de bucha 824d, 826d é reduzida mesmo quando CO2 ou outro refrigerante natural é sugado.

25 (5)

Na quinta modalidade, a parte de eixo principal, a parte de eixo secundário acomodada no cabeçote dianteiro 823 e no cabeçote traseiro 827, e a parte de eixo excêntrico do virabrequim 817 são submetidos ao tratamento com calor de alta freqüência. Conseqüentemente, uma resistência à abrasão suficiente pode ser impressa à parte de eixo principal, parte de eixo secundário, e parte de eixo excêntrico. Portanto, a vida útil do virabrequim 817 pode ser estendida.

(6)

Na quinta modalidade, a parte periférica SC8 da base da parte de lâmina 821b do pistão 821 na qual a tensão é prontamente concentrada é parcialmente tratada com calor. Conseqüentemente, o pistão 821 não tem  
5 muita chance de ser destruído mesmo se uma carga bem grande for aplicada à parte de lâmina 821b.

(Exemplo modificado da quinta modalidade)

(A)

Na quinta modalidade, os blocos de cilindro 824, 826 e o pistão  
10 821 foram tratados com calor de forma que a dureza dos blocos de cilindro 824, 826 e o pistão 821 do compressor por balanço 801 foi superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, depois do que os aquecedores de alta frequência foram inseridos nos furos de acomodação de bucha 824d, 826d, e um tratamento de endurecimento foi realizado de modo que a dureza das partes  
15 na periferia dos furos de acomodação de bucha 824d, 826d foi aumentado para mais de HRC 50, mas inferior a HRC 65. Nesse caso, tal técnica de ajuste de dureza pode ser aplicada a um bloco de cilindro 924 e um rolo 921 de um compressor rotativo 901 tal como ilustrado na figura 64. Em outras palavras, o rolo 921 e o bloco de cilindro 924 do compressor rotativo 901 são  
20 tratados com calor de forma que a dureza do bloco de cilindro 924 e o rolo 921 seja maior que HRB 90, mas menor que HRB 100. Depois disso, um aquecedor de alta frequência é inserido em um furo de acomodação de aleta 924d, e o bloco de cilindro 924 é submetido a um tratamento de endurecimento de forma que a dureza das partes na periferia do furo de acomodação  
25 de aleta 924d seja maior que HRC 50, mas menor que HRC 65 (vide figura 63). Uma aleta 922 pode ser fabricada utilizando-se o mesmo método. Nas figuras 63 e 64, a referência numérica 924a indica um furo de cilindro, 924c é um canal de descarga, 924b é um furo de sucção, 917 é um virabrequim, 917a é um eixo excêntrico do virabrequim, 923 é uma mola e Rc3 é uma  
30 camada de cilindro. O rolo 921 e o bloco de cilindro 924 podem ser fabricados de acordo com o método de fabricação descrito no exemplo modificado (H) da primeira modalidade.

(B)

O compressor por balanço 801 de acordo com a quinta modalidade foi um compressor de balanço de dois cilindros, mas o compressor por balanço também pode ser um compressor por balanço de cilindro único.

5

(C)

No compressor por balanço 801 de acordo com a quinta modalidade, os blocos de cilindro 824, 826 e o pistão 821 foram fabricados através de uma etapa de fundição com matriz semifundida e uma etapa de tratamento com calor, mas o virabrequim 817, o cabeçote dianteiro 823, o cabeçote traseiro 827, a placa intermediária 825, e outros elementos deslizantes podem ser fabricados através das mesmas etapas.

10

#### Aplicabilidade Industrial

15

O elemento deslizante de compressor de acordo com a presente invenção tem alta resistência à tensão, pode demonstrar a durabilidade suficiente durante a operação, é prontamente "amaciado pelo uso" o mais cedo possível, não emperre durante a operação anormal, e pode, portanto, ser útil como um compressor projetado para demanda de atualização.

## REIVINDICAÇÕES

1. Elemento deslizante de compressor possuindo um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor que o grafite em flocos do ferro fundido com flocos de grafite, e uma dureza que é maior que HRB 90, mas inferior a HRB 100, em pelo menos uma parte do elemento deslizante.
2. Elemento deslizante de compressor, de acordo com a reivindicação 1, sendo fabricado por fundição com matriz semifundida ou fundição com matriz semisólida, então pelo resfriamento rápido e então um tratamento com calor.
3. Elemento deslizante de compressor de acordo com a reivindicação 1, sendo fabricado pela fundição em molde metálico, então pelo resfriamento rápido e então por um tratamento com calor.
4. Elemento deslizante de compressor de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, no qual a razão da resistência à tensão para o módulo Young é de 0,0046 ou menos.
5. Elemento deslizante para compressor de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, no qual uma parte do mesmo é parcialmente tratada com calor.
6. Elemento deslizante de compressor de acordo com a reivindicação 5, no qual a dureza de um local que é parcialmente tratado com calor é maior do que HRC 50, mas menor que HRC 65.
7. Elemento deslizante de compressor de acordo com a reivindicação 5 ou 6, no qual um local que é parcialmente tratado com calor é uma área de concentração de tensão.
8. Elemento deslizante de compressor de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 7, sendo fabricado utilizando um molde possuindo uma convexidade que permite que uma parte prescrita nas proximidades de um centro seja formada de maneira fina, e sendo fornecida com uma parte prescrita fina nas proximidades do centro.
9. Elemento deslizante de compressor de acordo com alguma

das reivindicações de 1 a 7, no qual uma pré-forma de elemento deslizante fornecida com uma parte prescrita fina nas proximidades de um centro é moldada utilizando um molde possuindo uma convexidade que permite que uma parte prescrita nas proximidades do centro seja formada de maneira fina, e um furo vazado seja formado na parte prescrita fina na pré-forma.

10. Rolamento de compressor possuindo um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, e grafite que é menor do que o grafite em floco do ferro fundido com flocos de grafite, o rolamento de compressor compreendendo:

uma parte de placa; e

uma parte de rolamento que se estende a partir de uma primeira superfície de placa da parte de placa em uma direção perpendicular à primeira superfície de placa enquanto um formato de rolamento é mantido, onde a parte de placa e a parte de rolamento possuem uma dureza que é maior que HRB 90, mas menor que HRB 100.

11. Rolamento de compressor de acordo com a reivindicação 10, no qual um ângulo de conicidade da parte de rolamento com relação a um molde varia de acordo com um ângulo de enrolamento.

12. Rolamento de compressor de acordo com a reivindicação 11, no qual a parte de rolamento apresenta um formato de rolamento no qual um ângulo de conicidade com relação ao molde na parte onde o enrolamento começa perto de um centro é maior do que o ângulo de conicidade de uma parte externa onde o enrolamento termina.

13. Rolamento de compressor de acordo com a reivindicação 11, no qual a parte de rolamento apresenta um formato de rolamento no qual um ângulo de conicidade com relação ao molde na parte onde o enrolamento terminal no lado externo é maior do que um ângulo de conicidade da parte onde o enrolamento começa perto do centro.

14. Rolamento de compressor de acordo com a reivindicação 10, no qual:

a parte de rolamento possui uma primeira superfície que inclina

em um primeiro ângulo com relação a uma linha que é ortogonal à parte de superfície plana, a primeira superfície sendo posicionada no lado periférico interno da parte nas proximidades do início do enrolamento perto do centro; e

5                    uma superfície além da primeira superfície que possui um ângulo de inclinação com relação à linha ortogonal para a parte de placa plana que é inferior ao primeiro ângulo.

15. Rolamento de compressor de acordo com a reivindicação 14, no qual a parte do envoltório perto de onde o enrolamento começa possui  
10 uma espessura no limite com a parte plana que é maior que em outras partes do envoltório.

16. Pré-forma de elemento deslizante de compressor, possuindo um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas  
15 inevitáveis, grafite que é menor que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite e uma dureza que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100 em pelo menos uma parte do elemento deslizante.

17. Compressor, compreendendo um elemento deslizante possuindo um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de  
20 silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite e uma dureza que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100 em pelo menos uma parte do elemento deslizante.

18. Compressor de acordo com a reivindicação 17, sendo capaz  
25 de acomodar um refrigerante de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

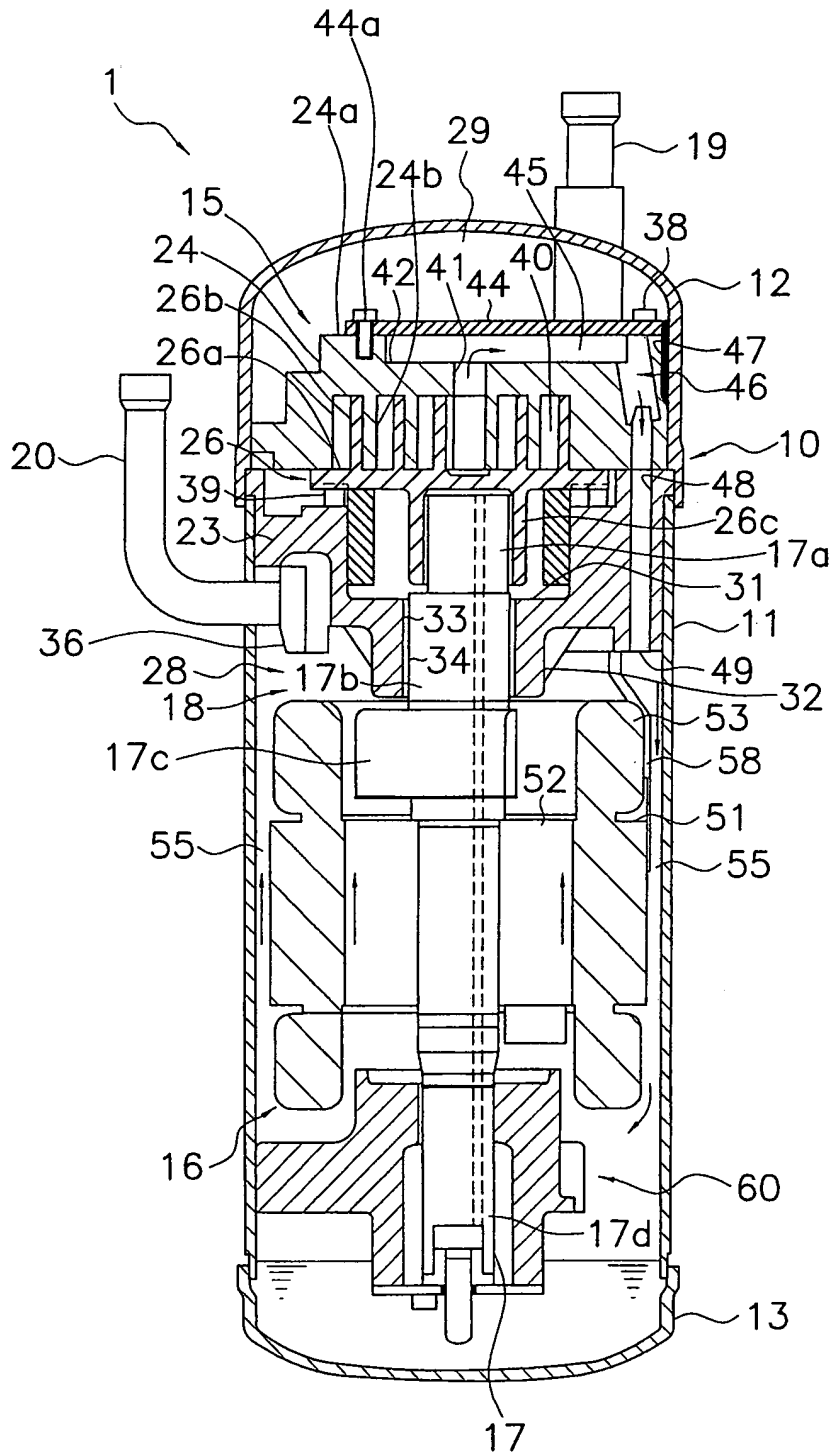


FIG. 1

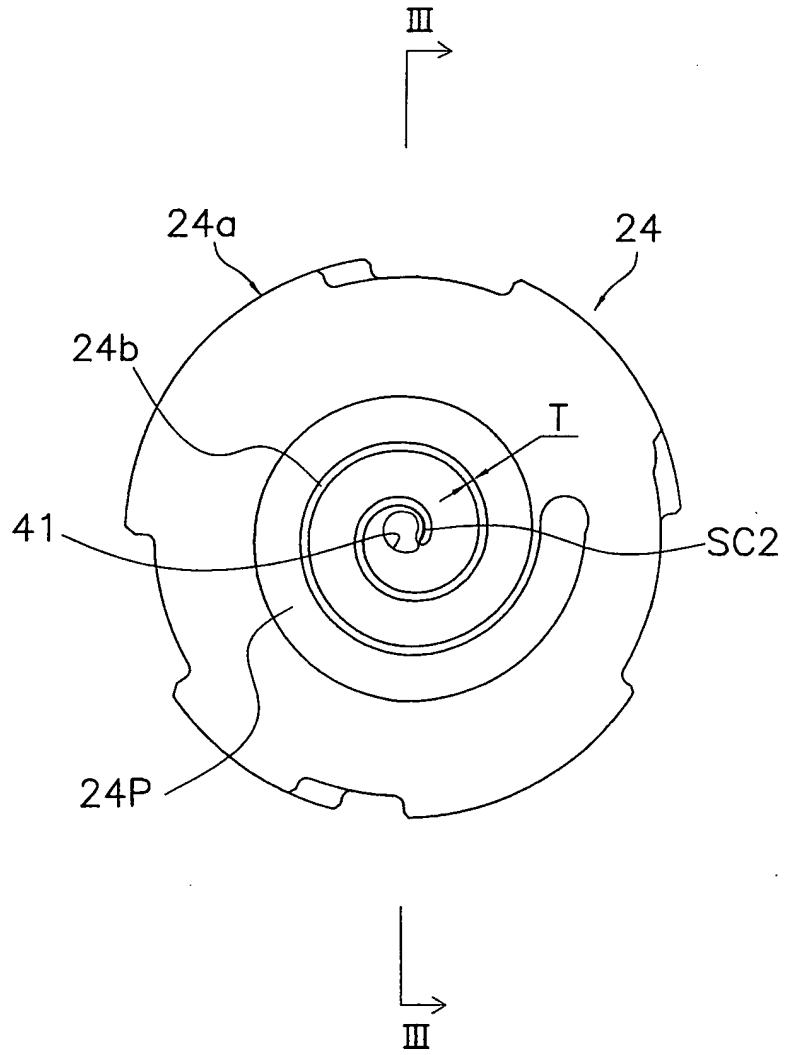


FIG. 2

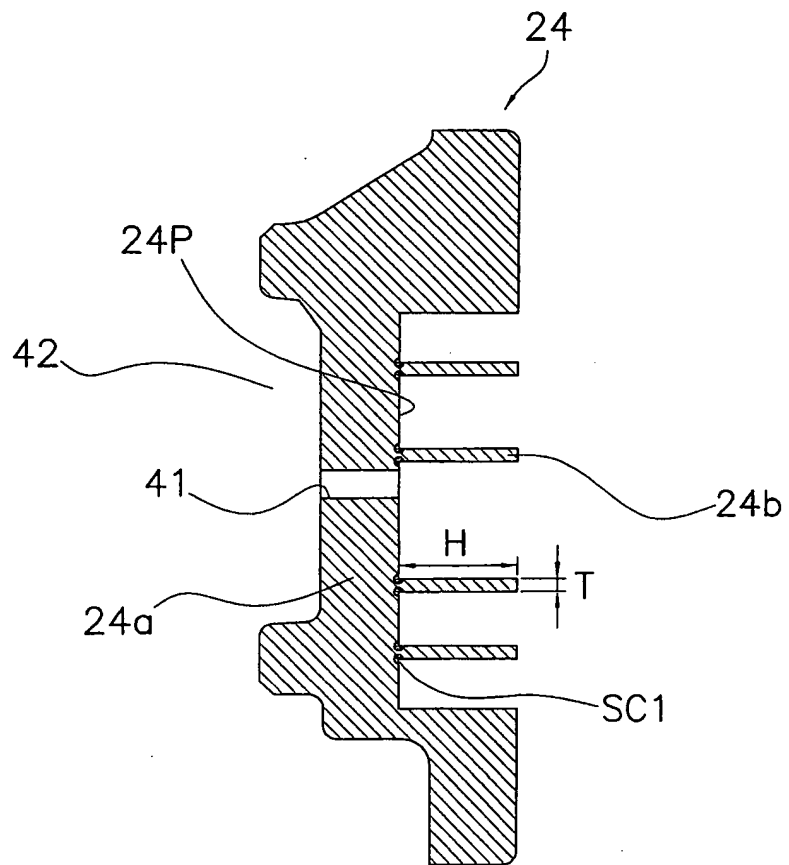


FIG. 3

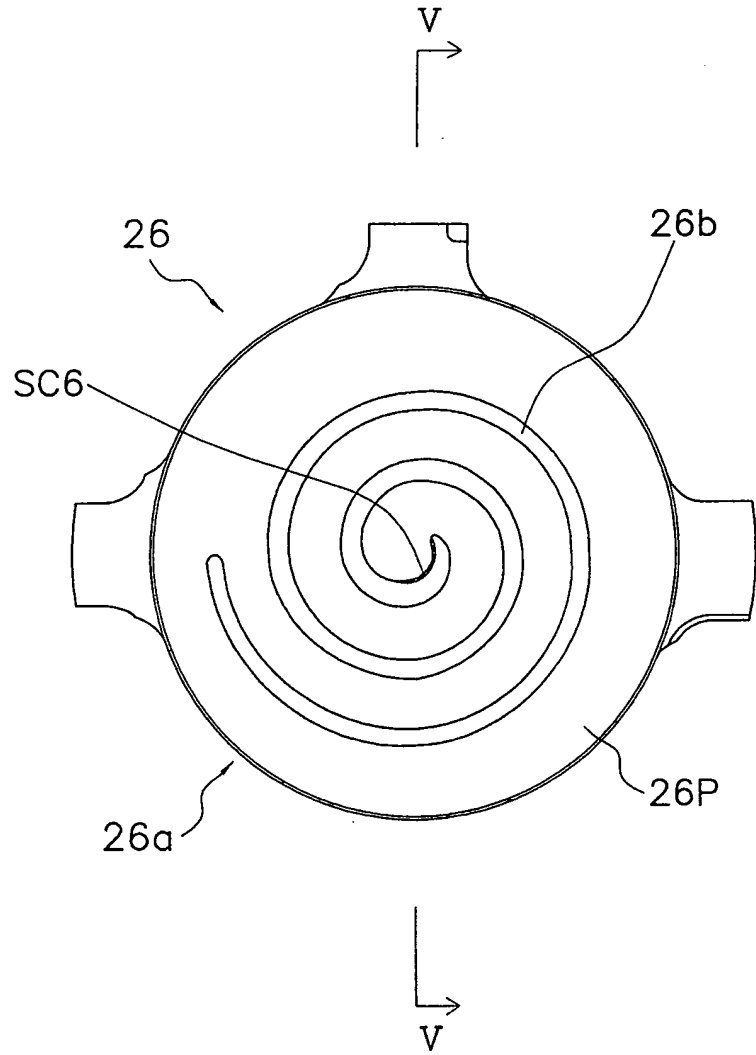


FIG. 4

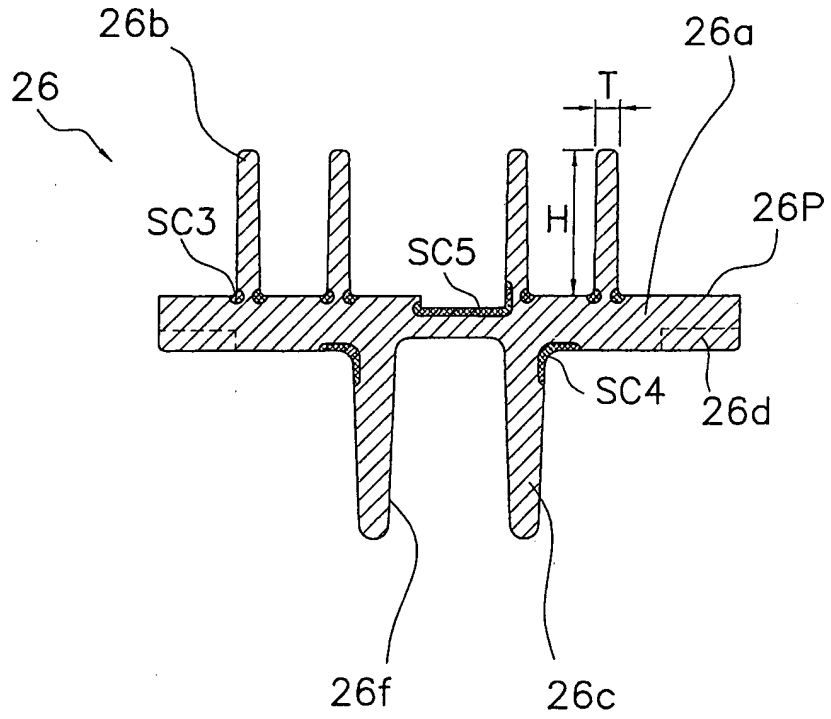


FIG. 5

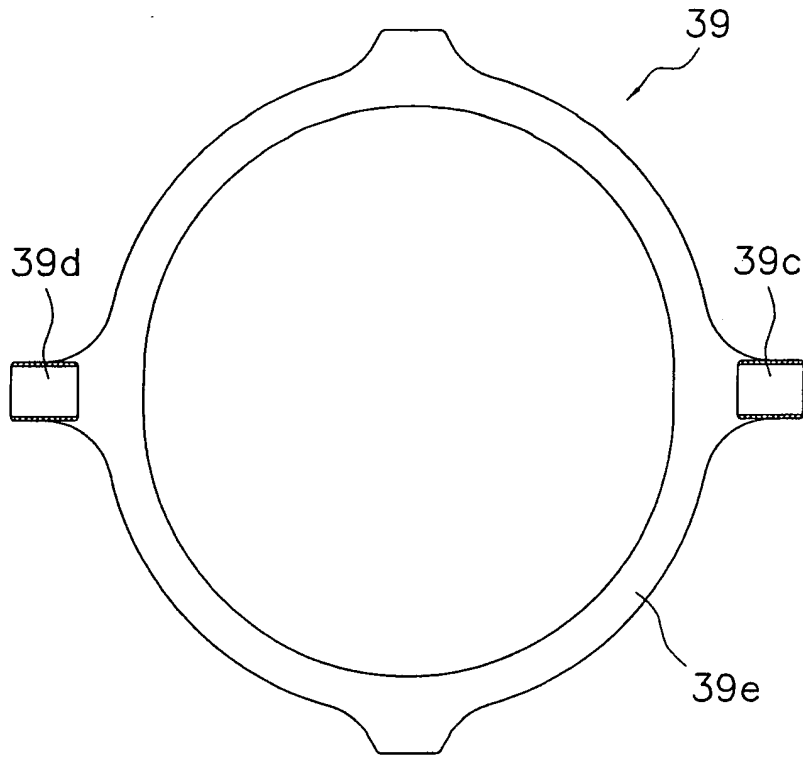


FIG. 6

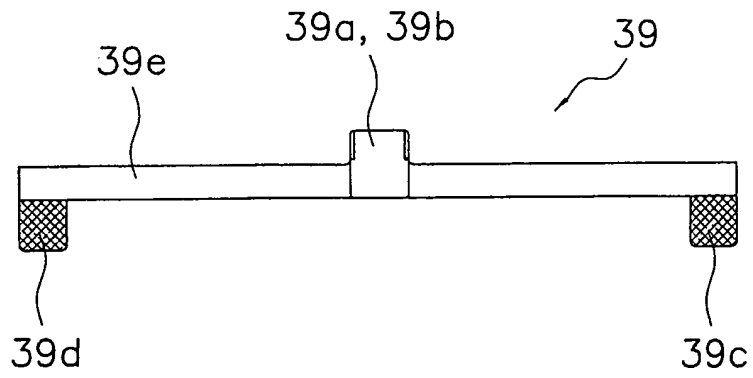


FIG. 7

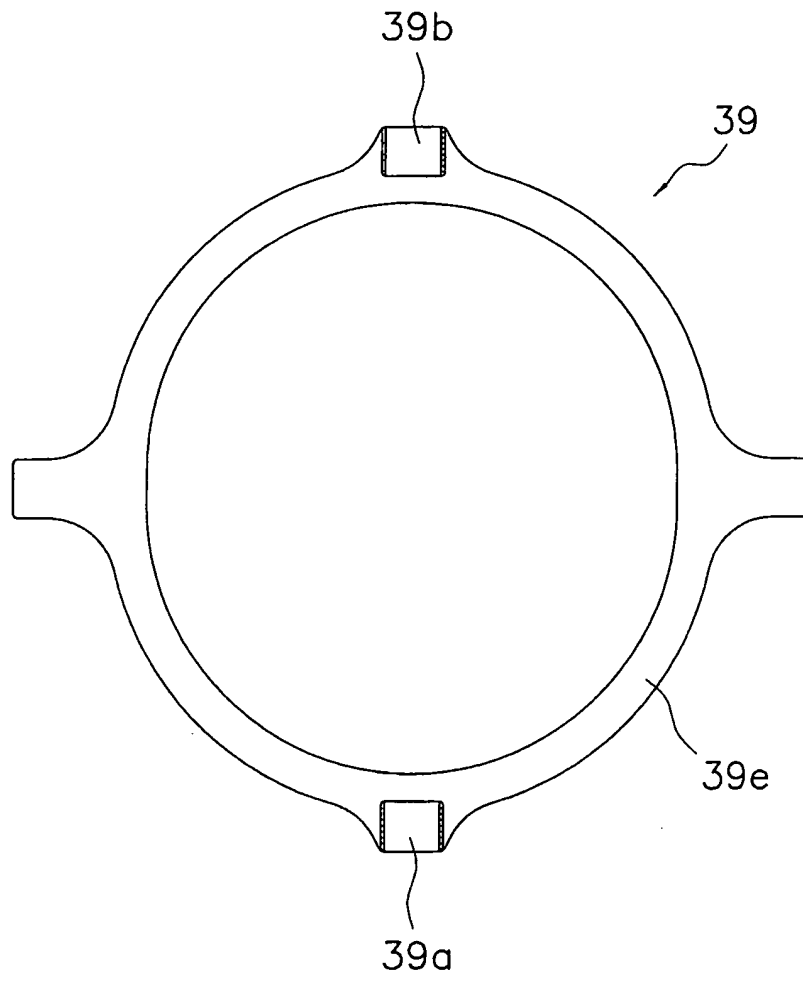


FIG. 8

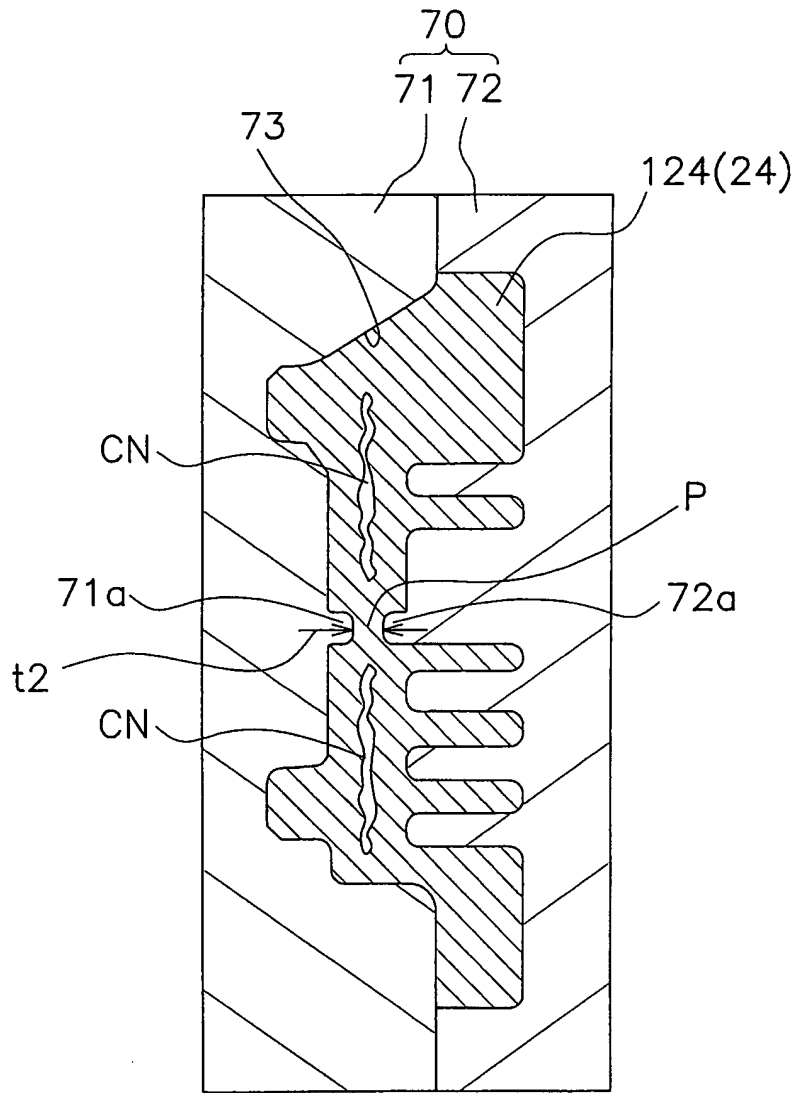


FIG. 9

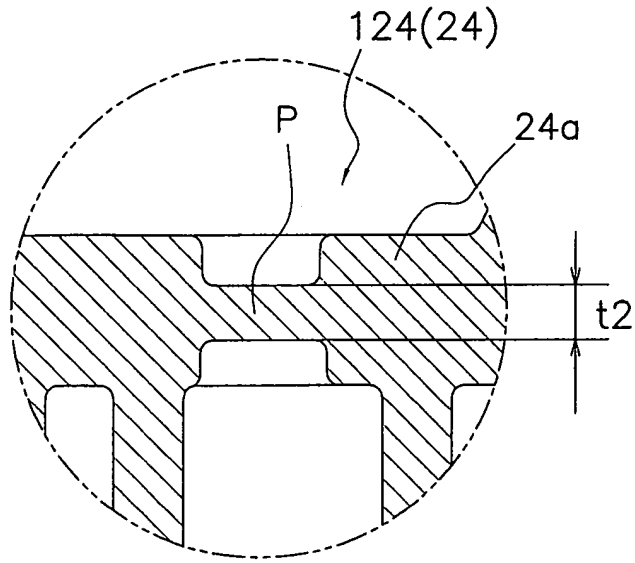


FIG. 10

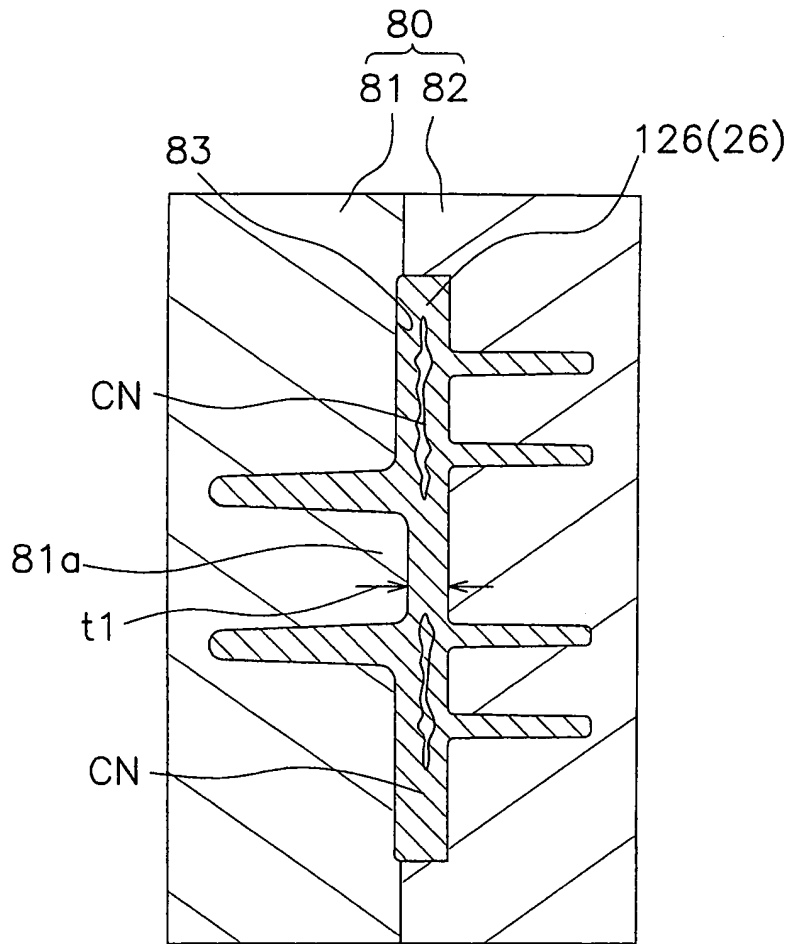


FIG. 11

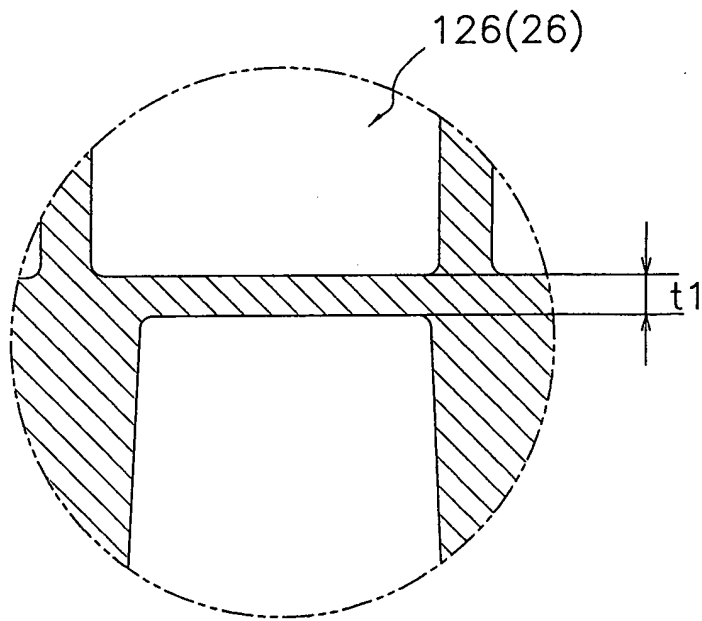


FIG. 12

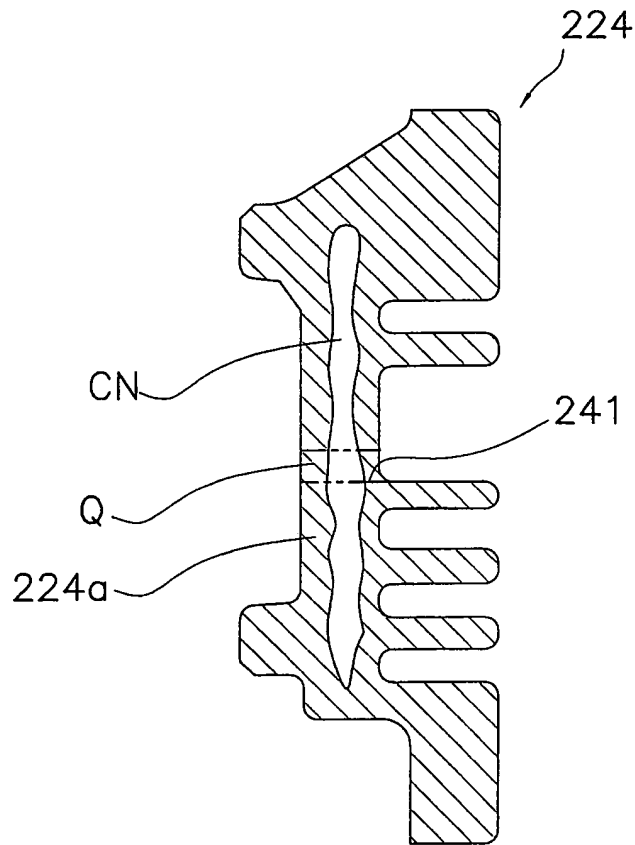


FIG. 13

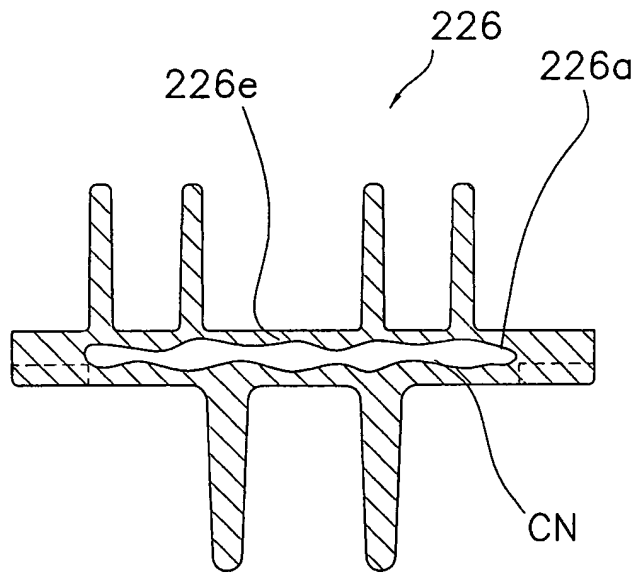


FIG. 14

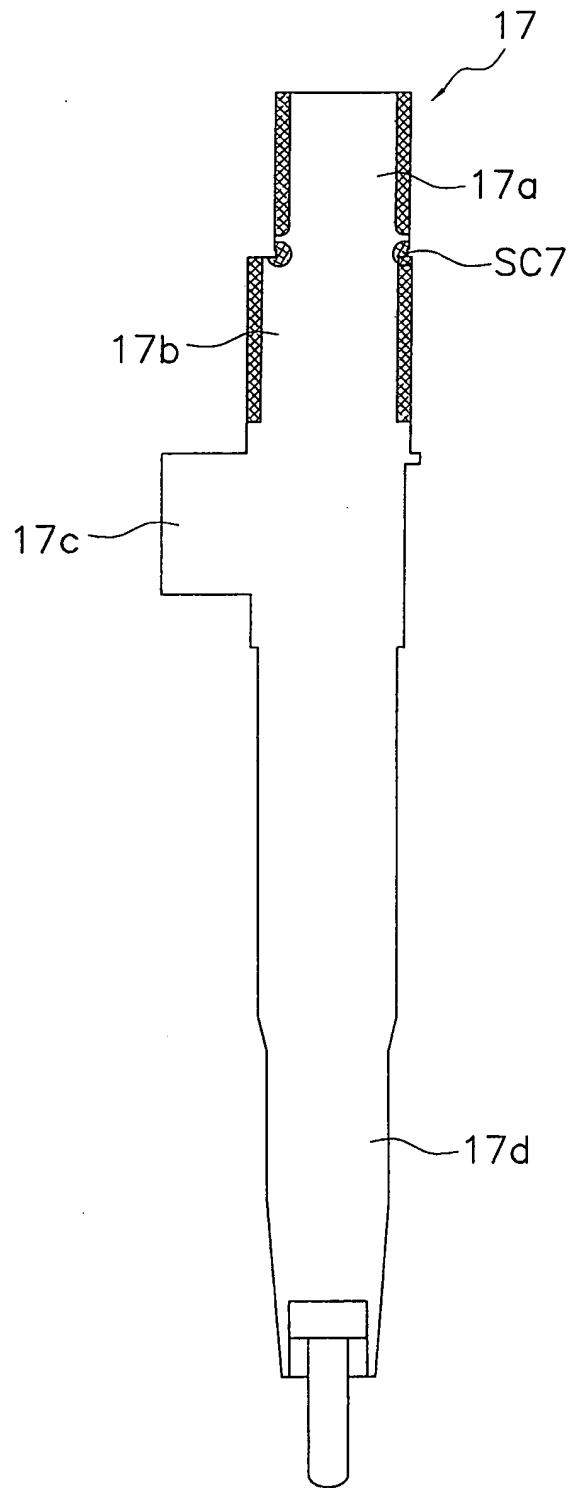


FIG. 15

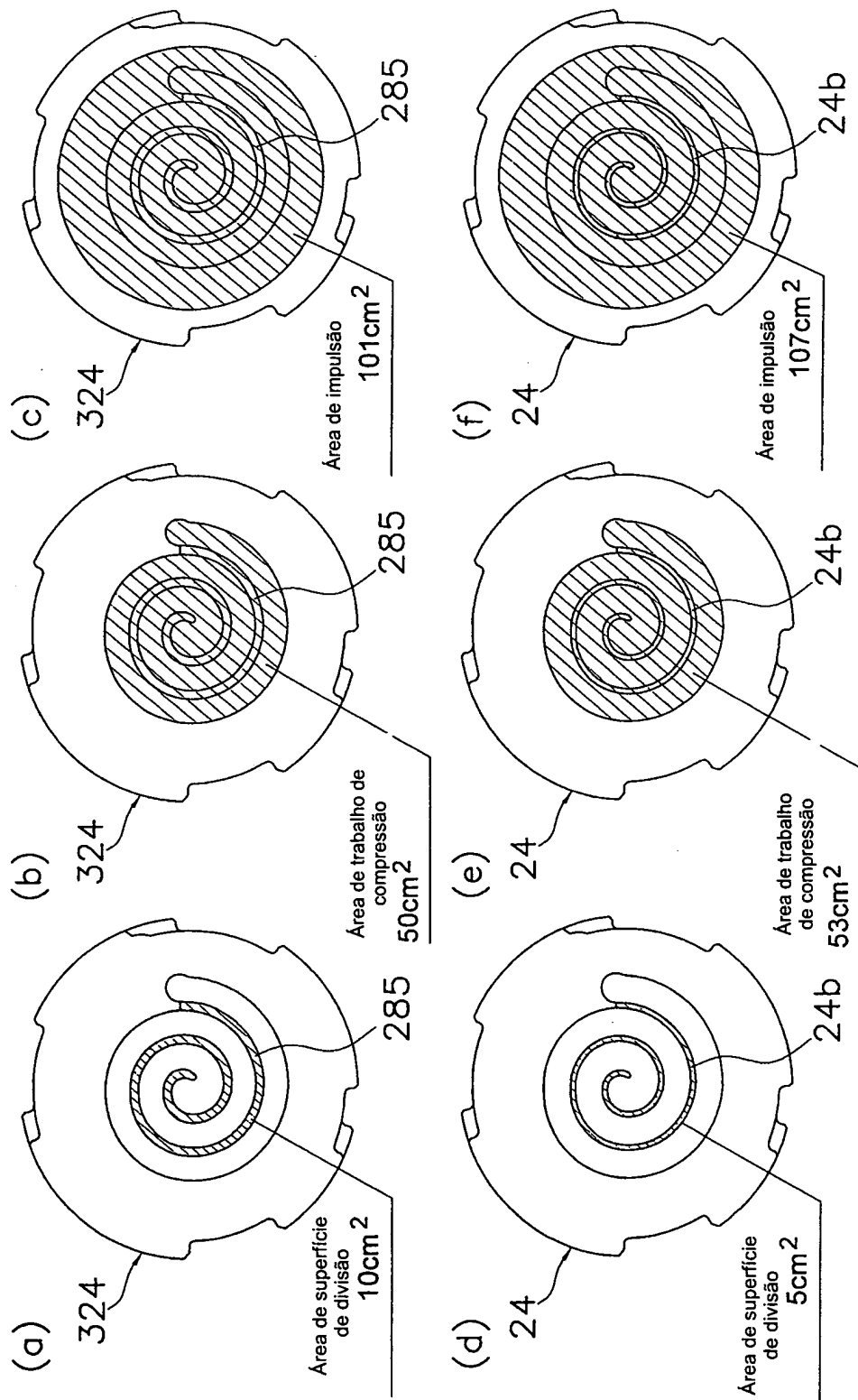


FIG. 16

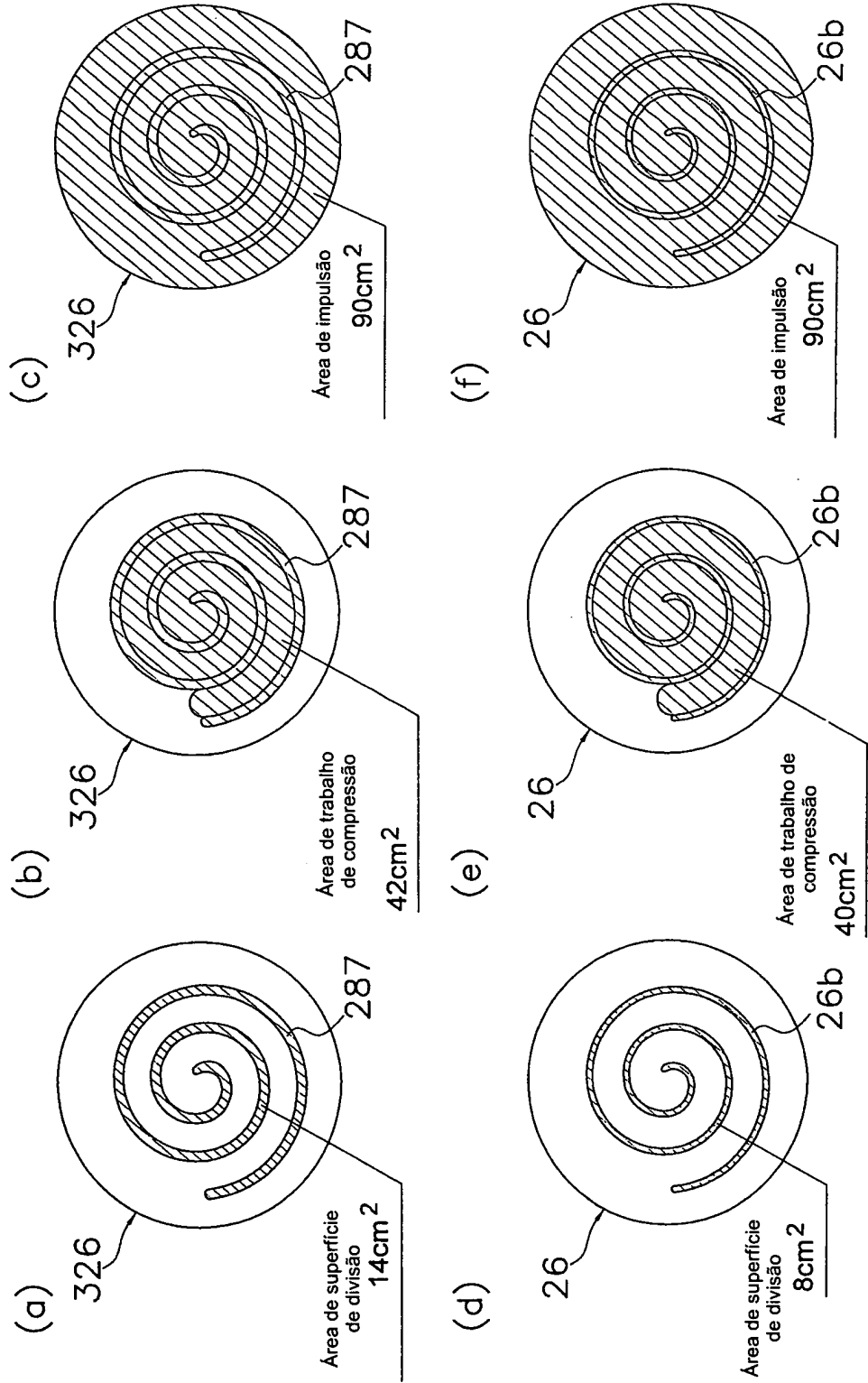


FIG. 17

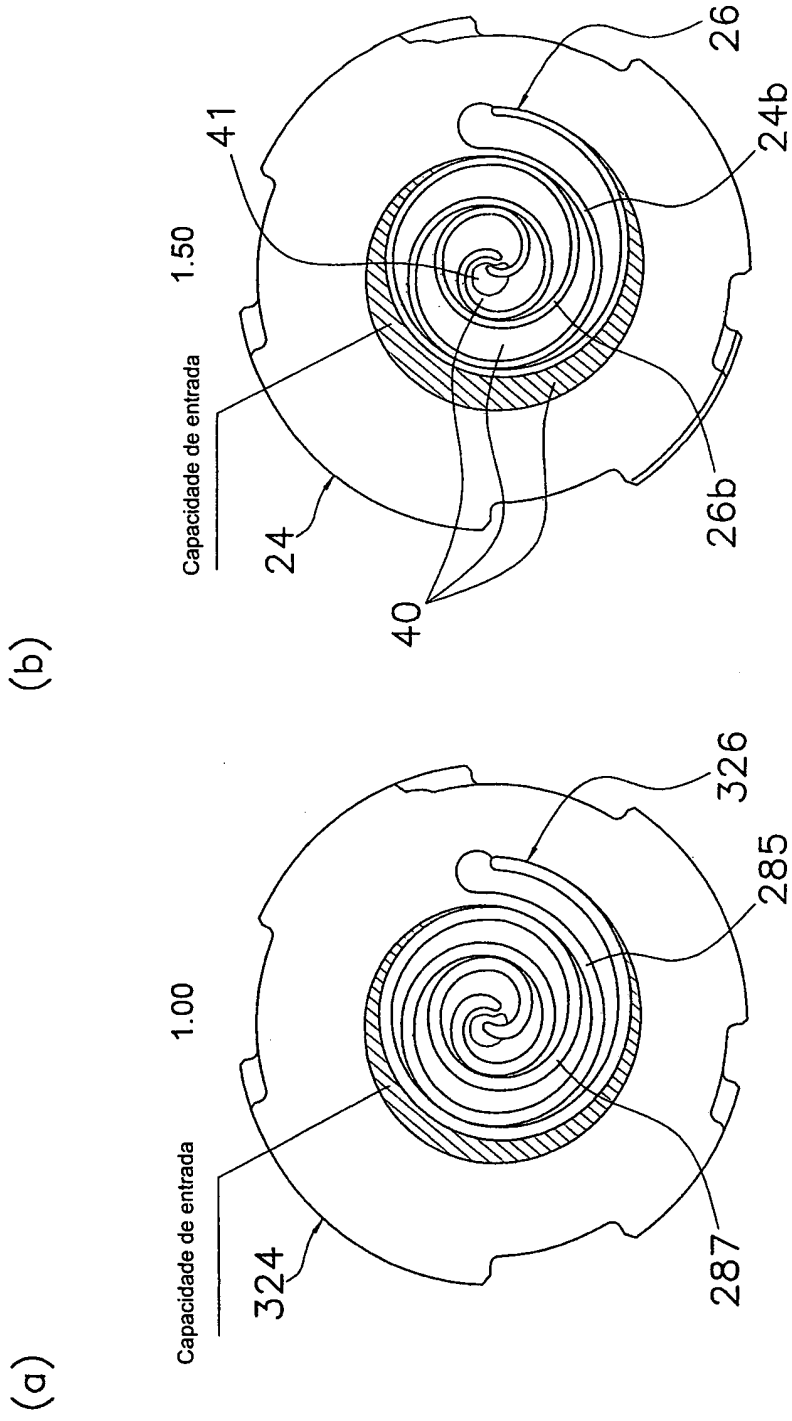


FIG. 18

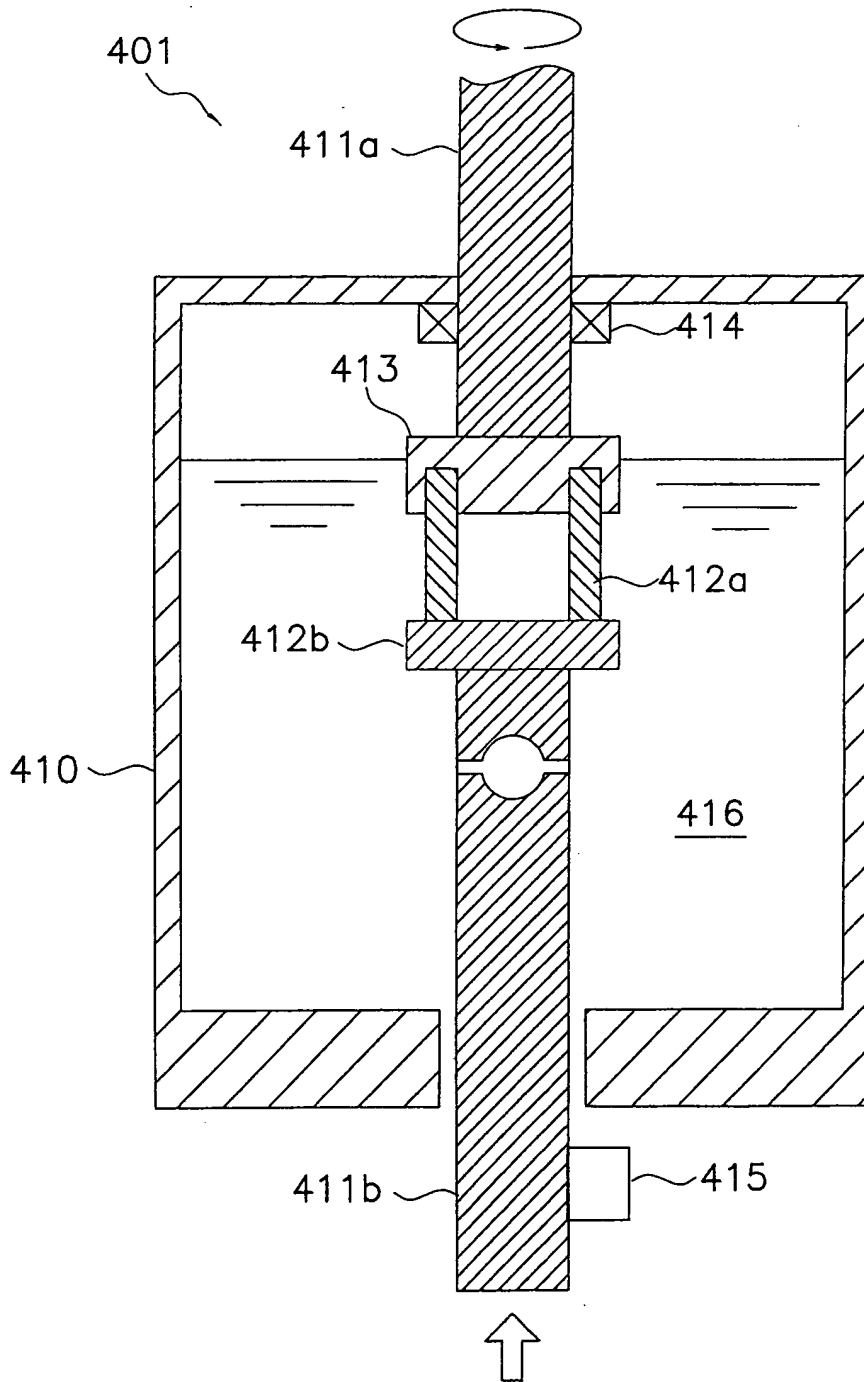


FIG. 19

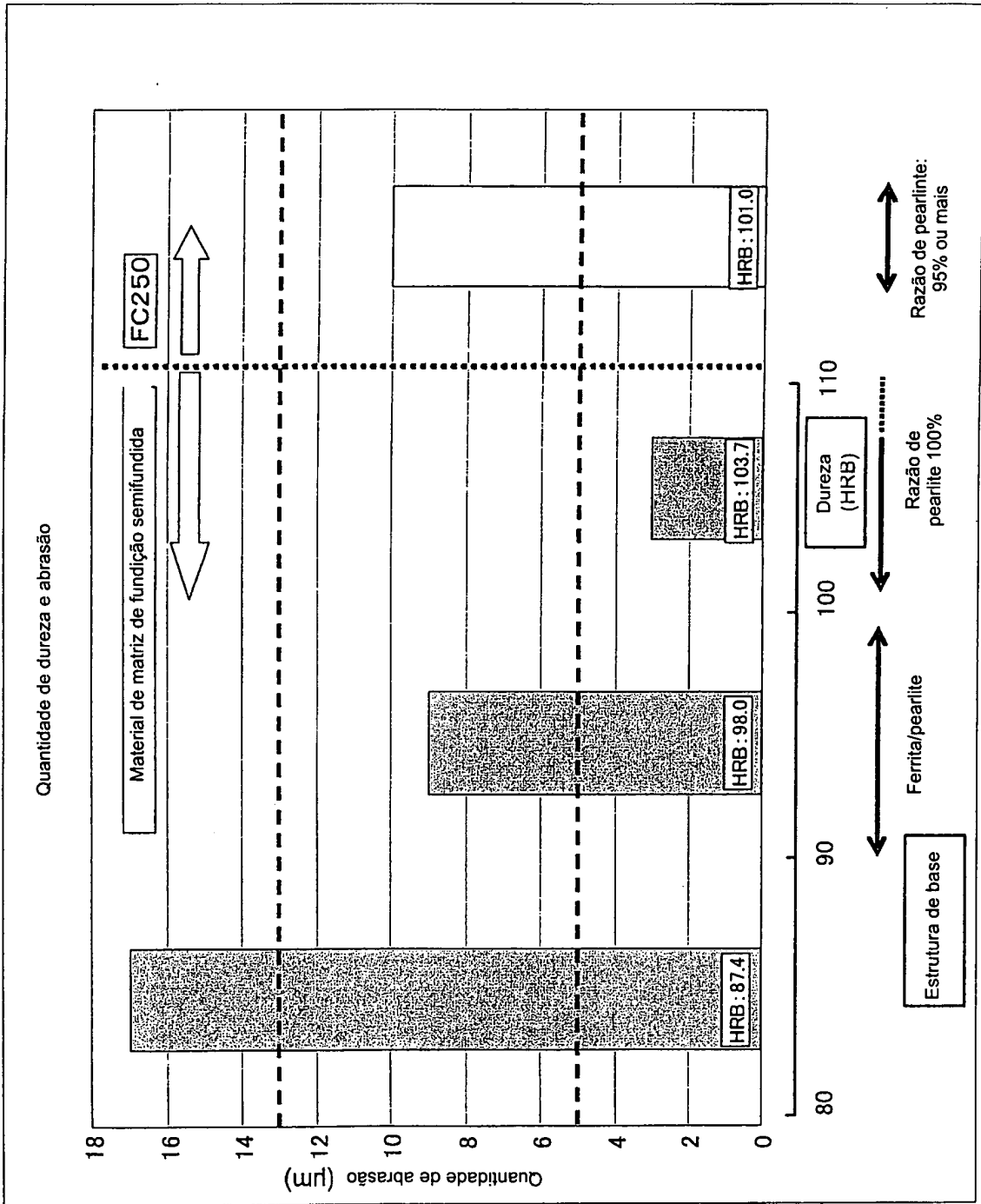


FIG. 20

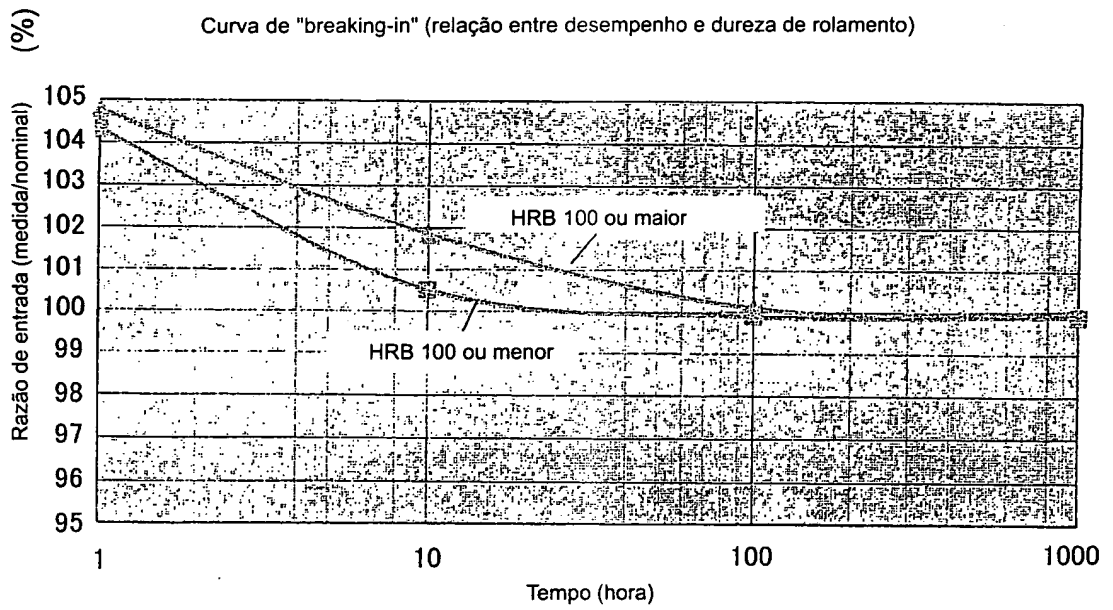


FIG. 21

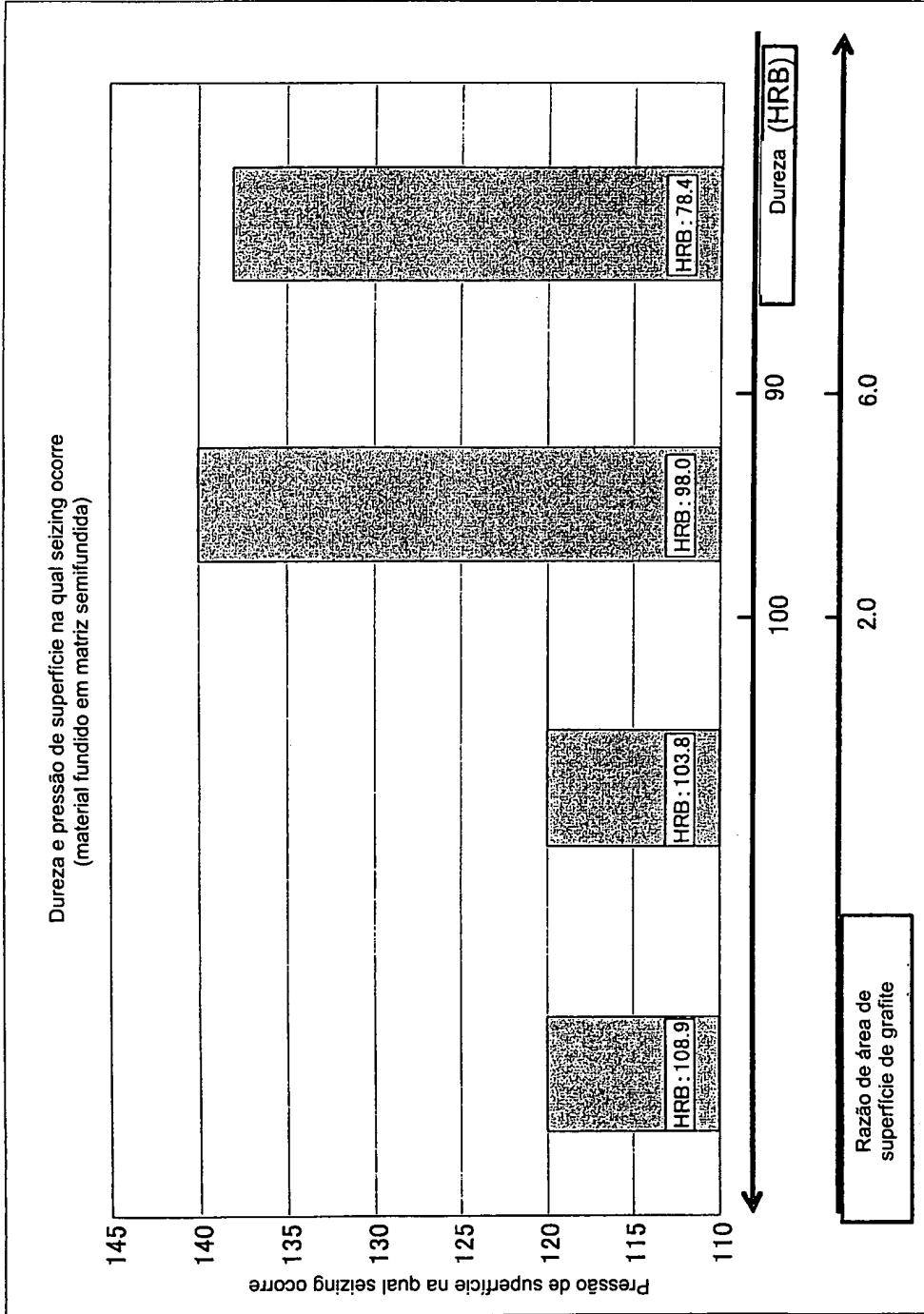


FIG. 22

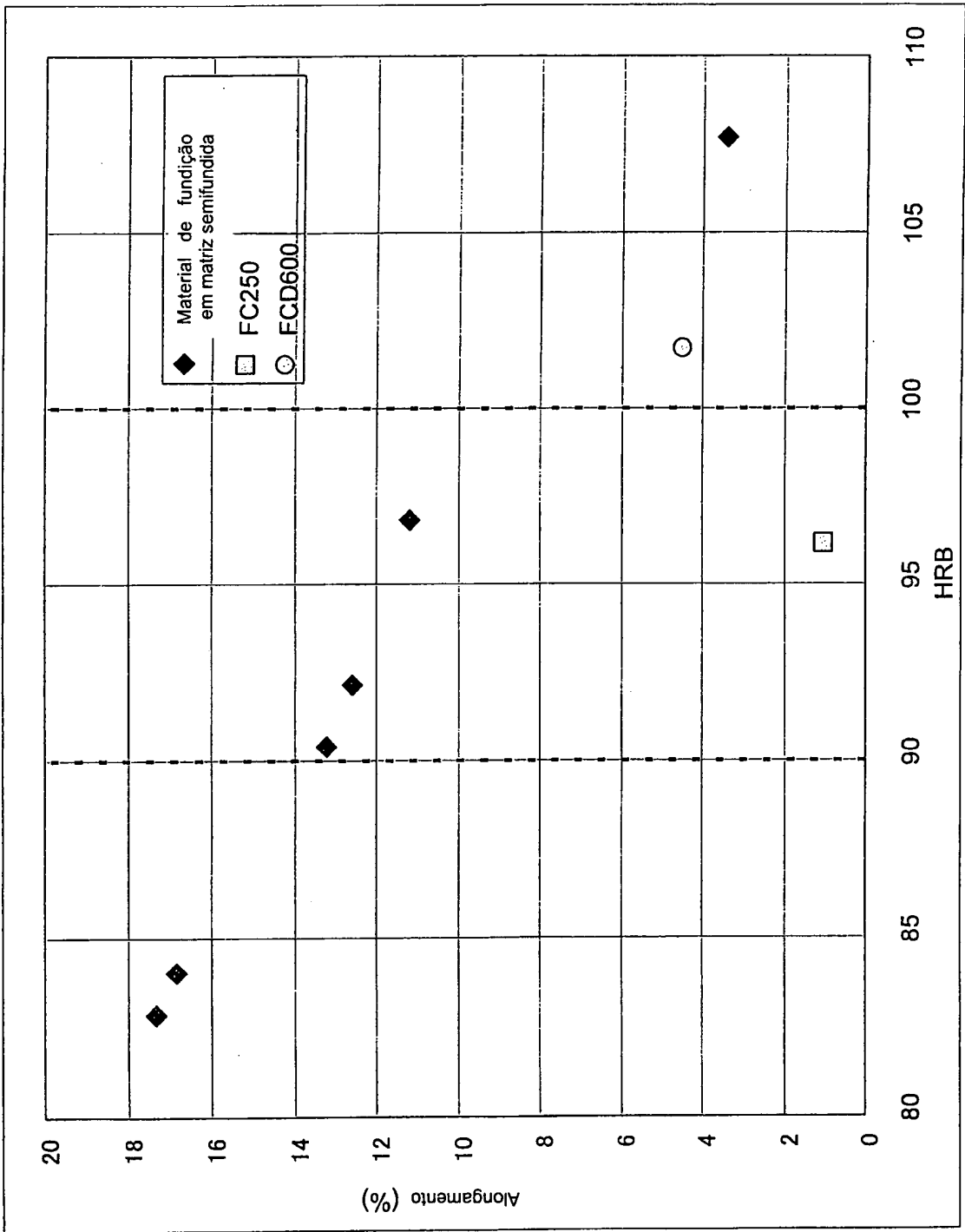


FIG. 23

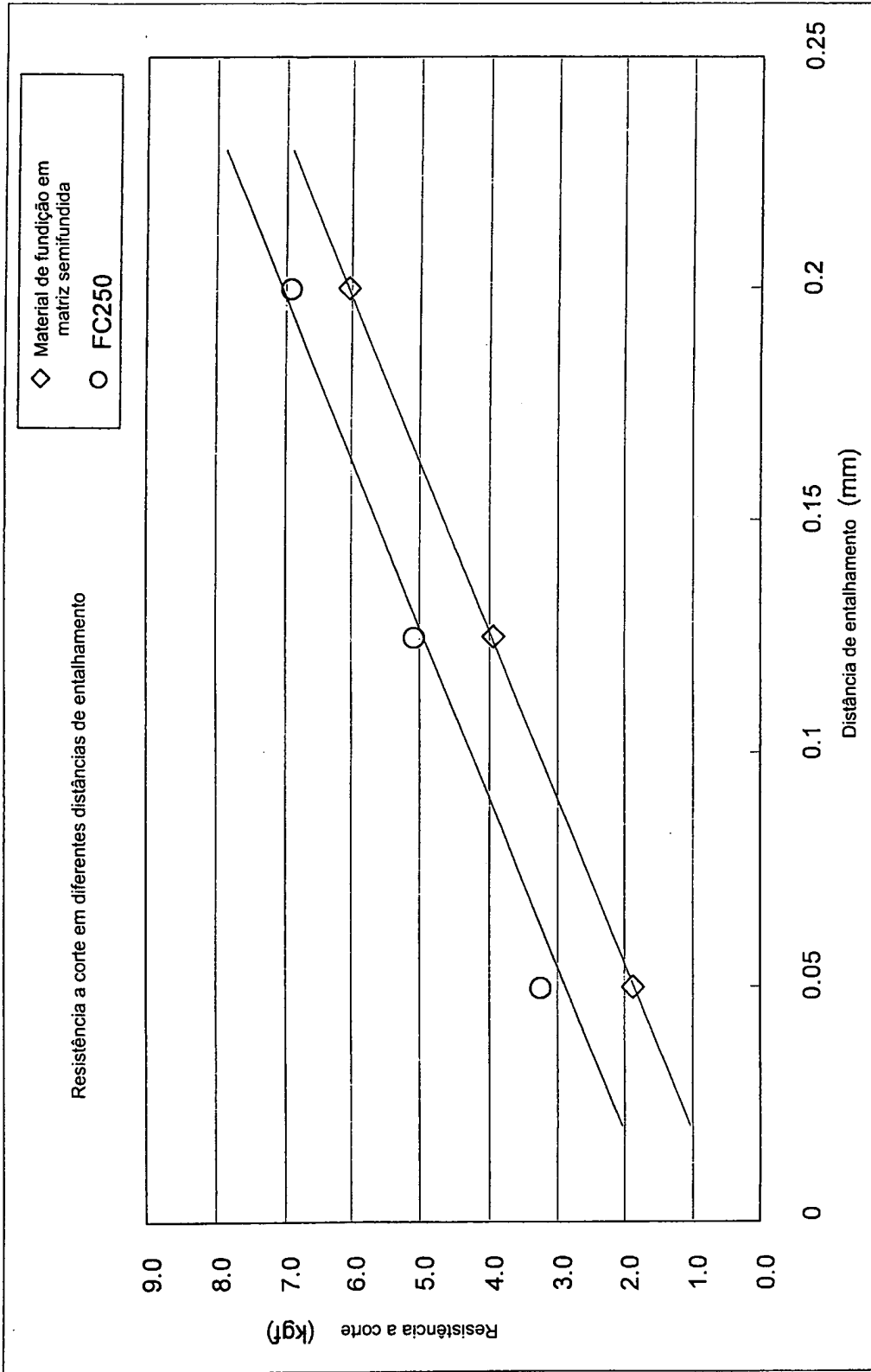


FIG. 24

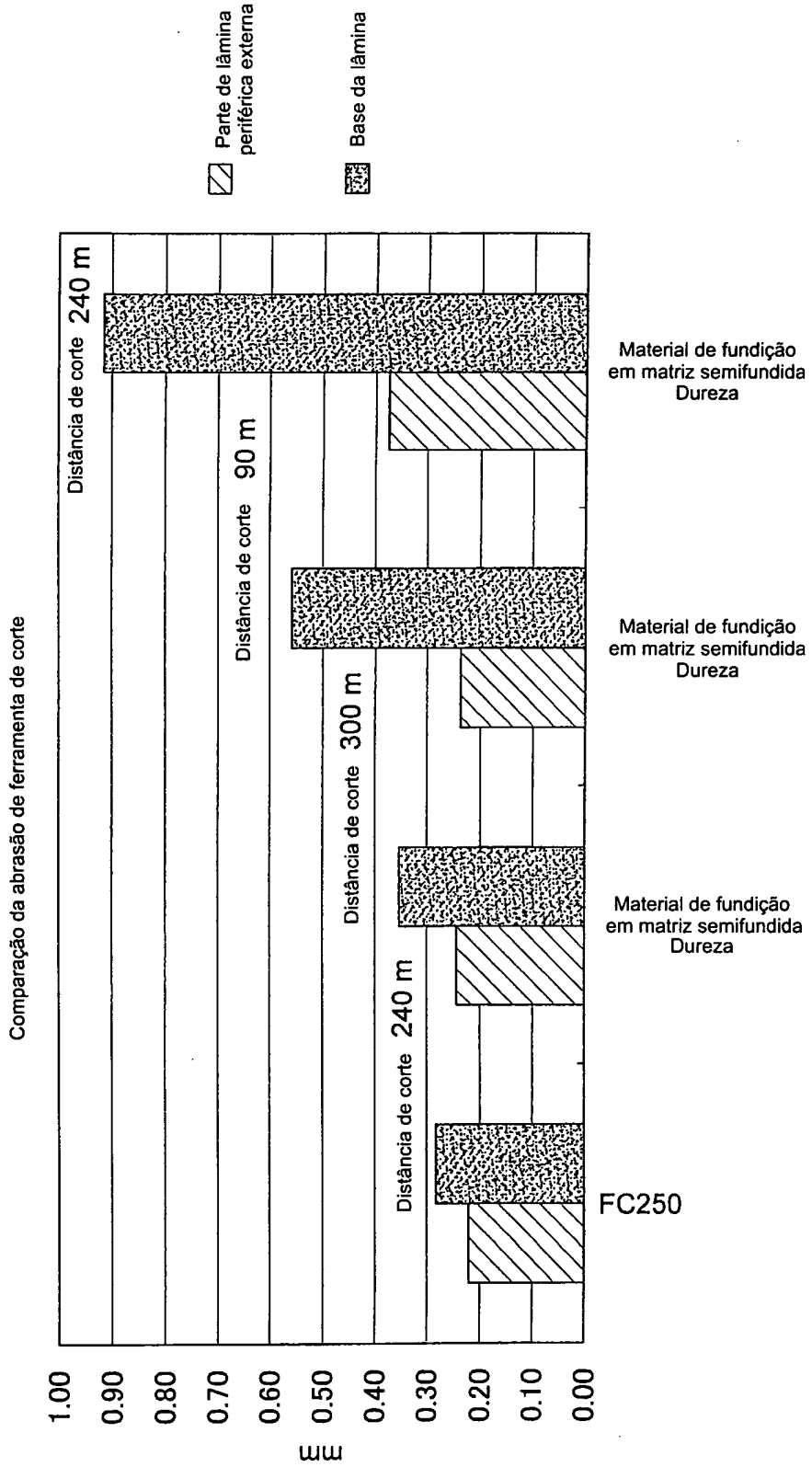


FIG. 25

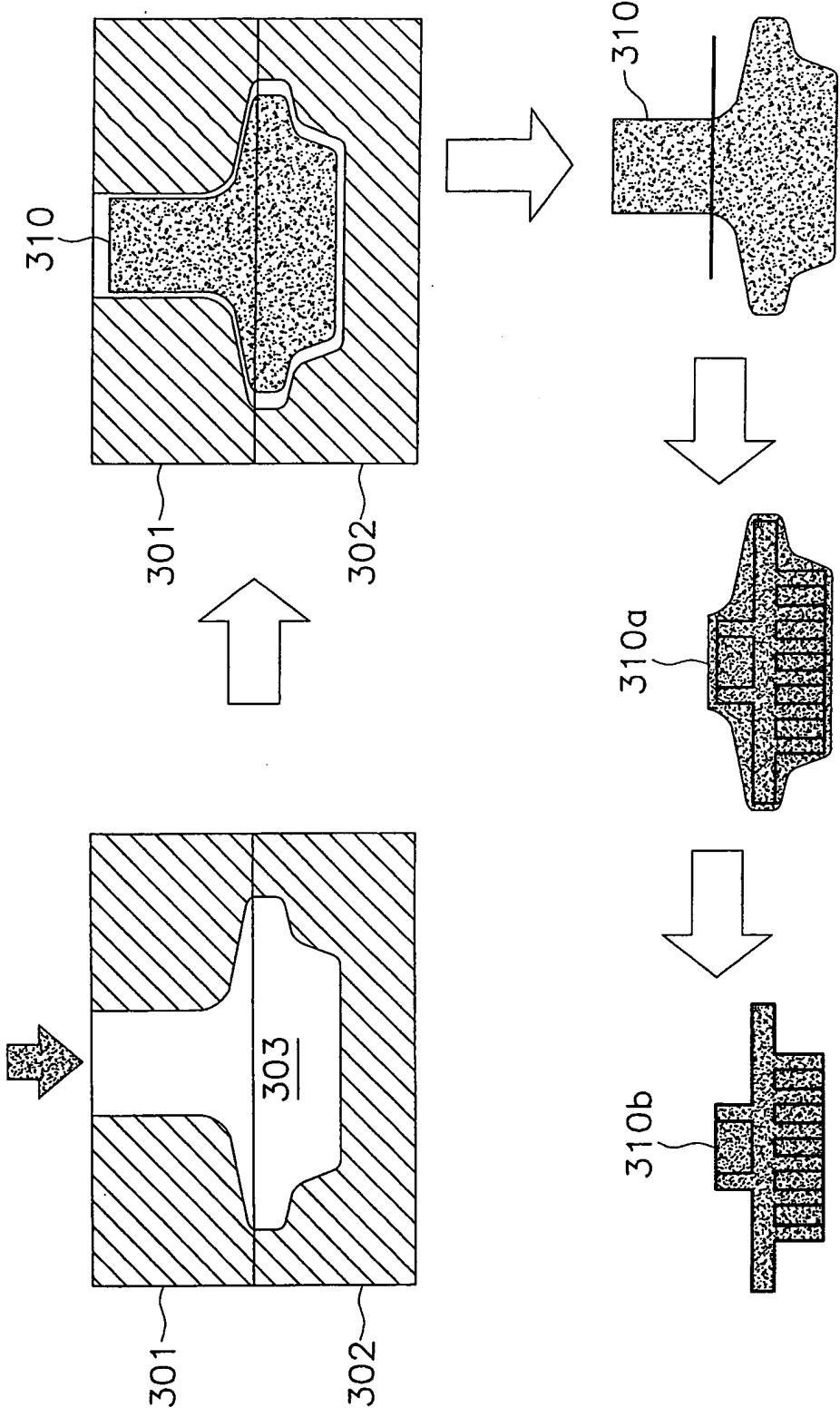


FIG. 26

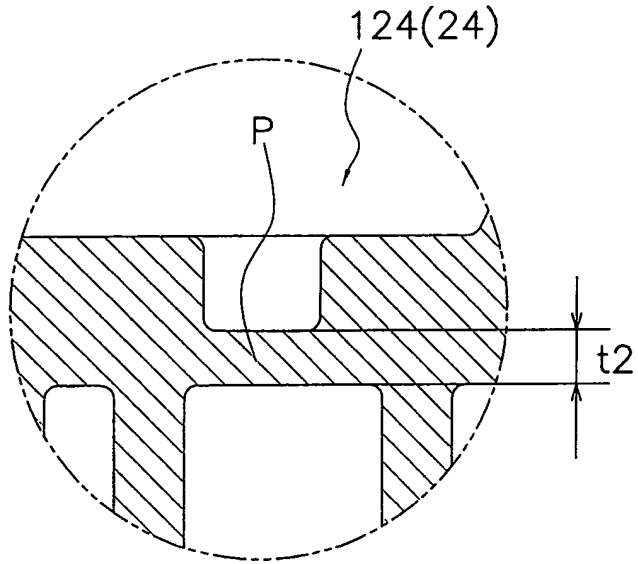


FIG. 27

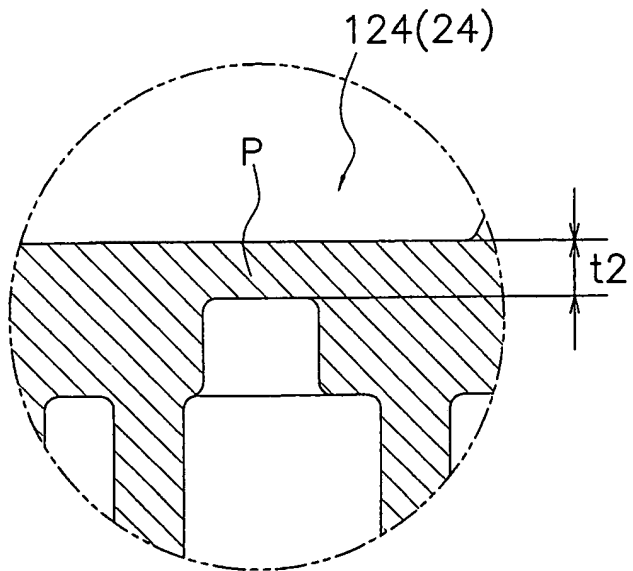


FIG. 28

FIG. 29

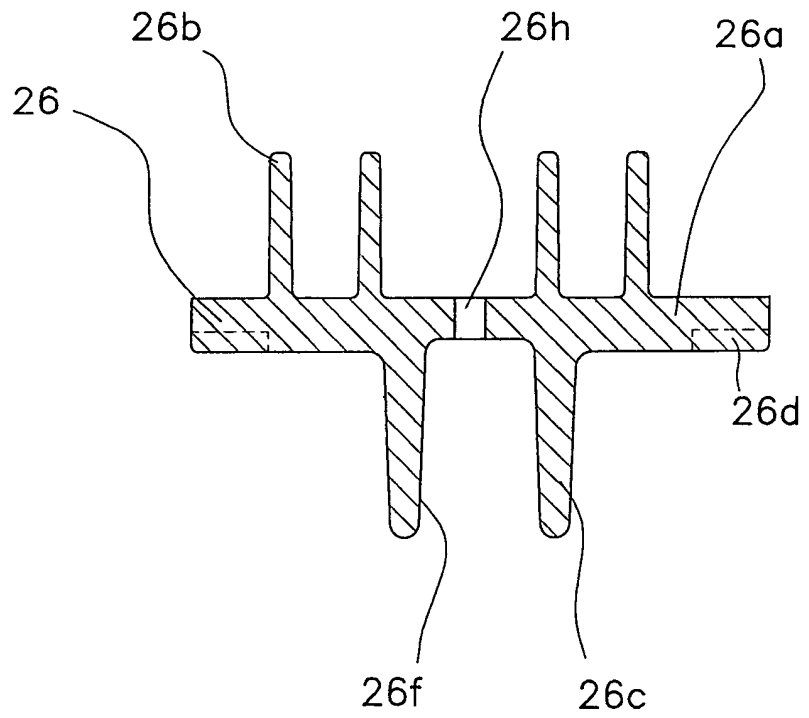
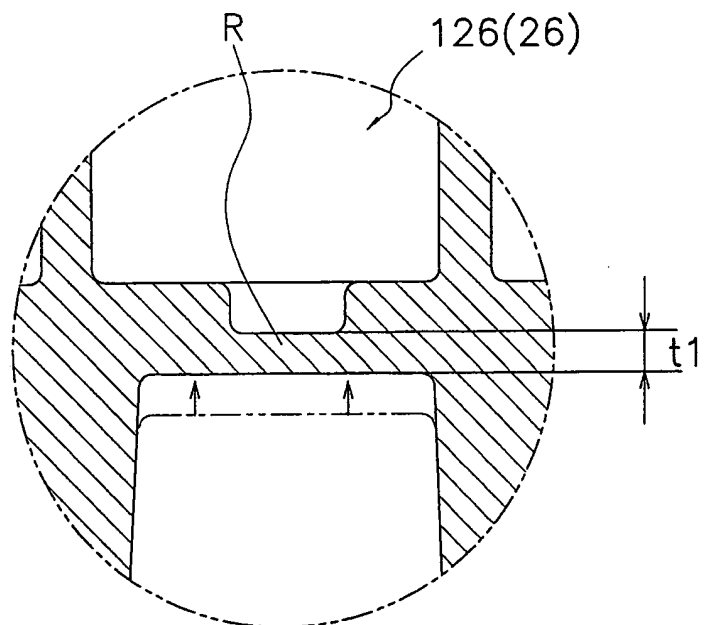


FIG. 30



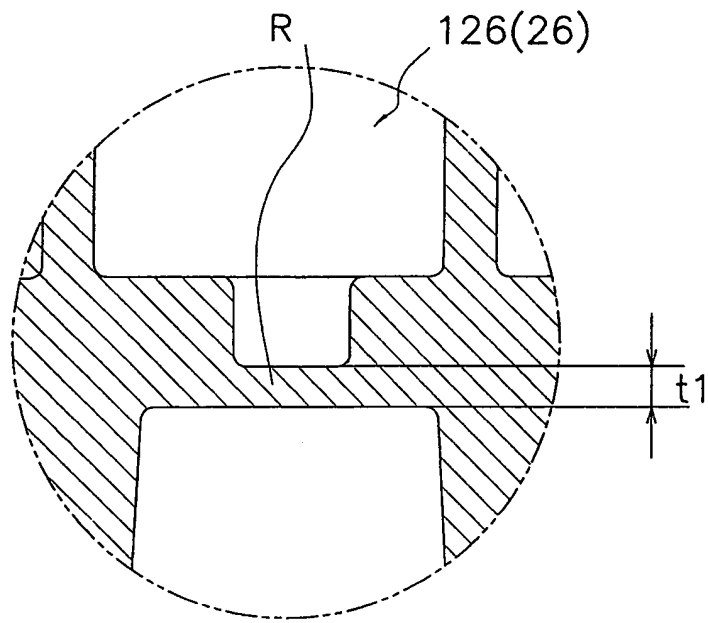
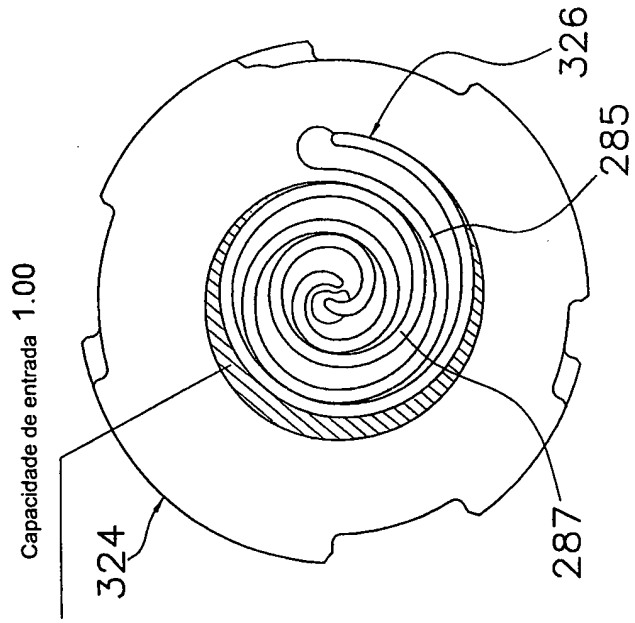


FIG. 31

(a)



(b)

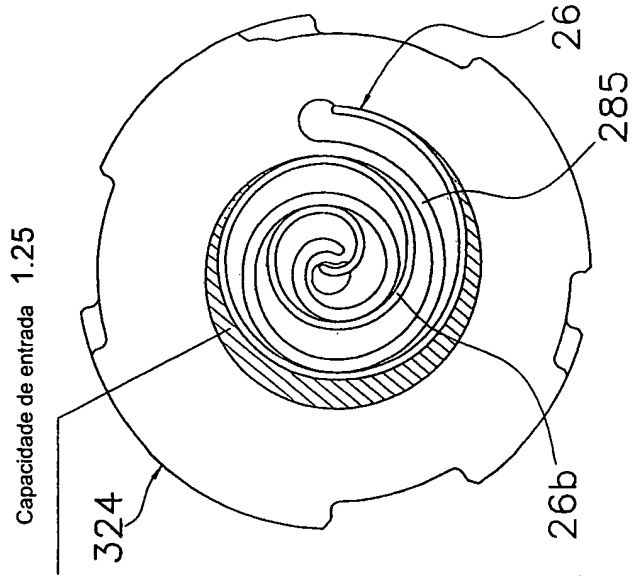


FIG. 32

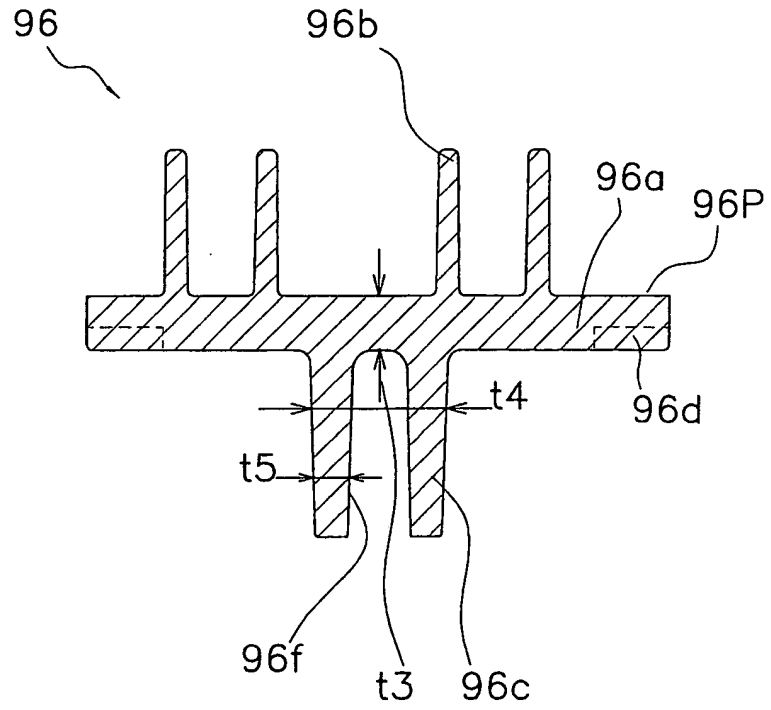


FIG. 33

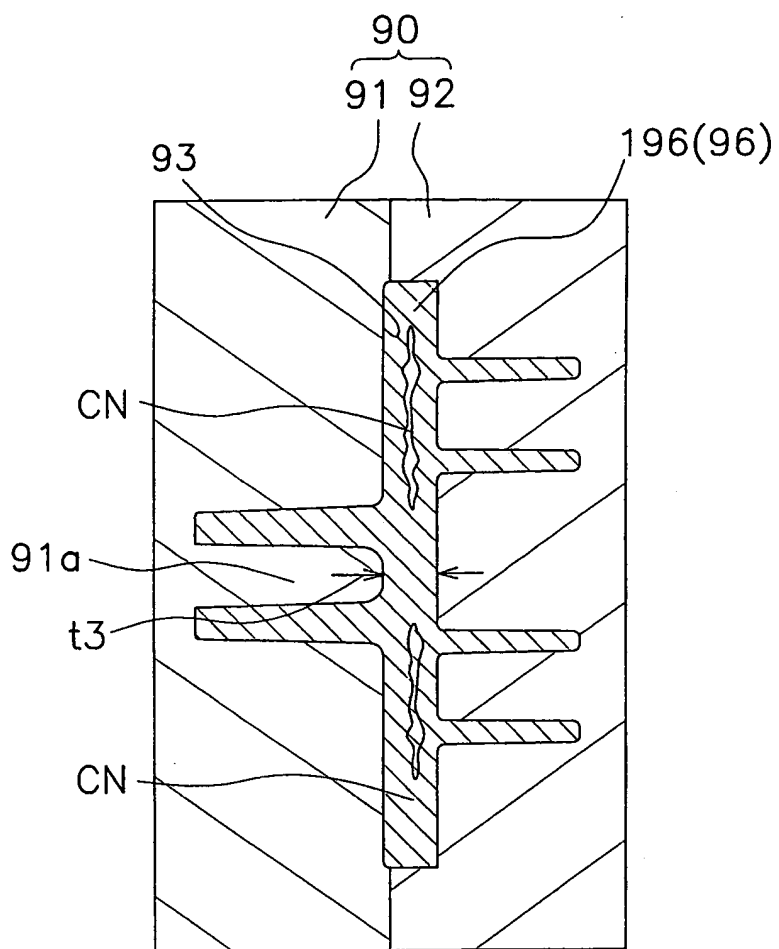


FIG. 34

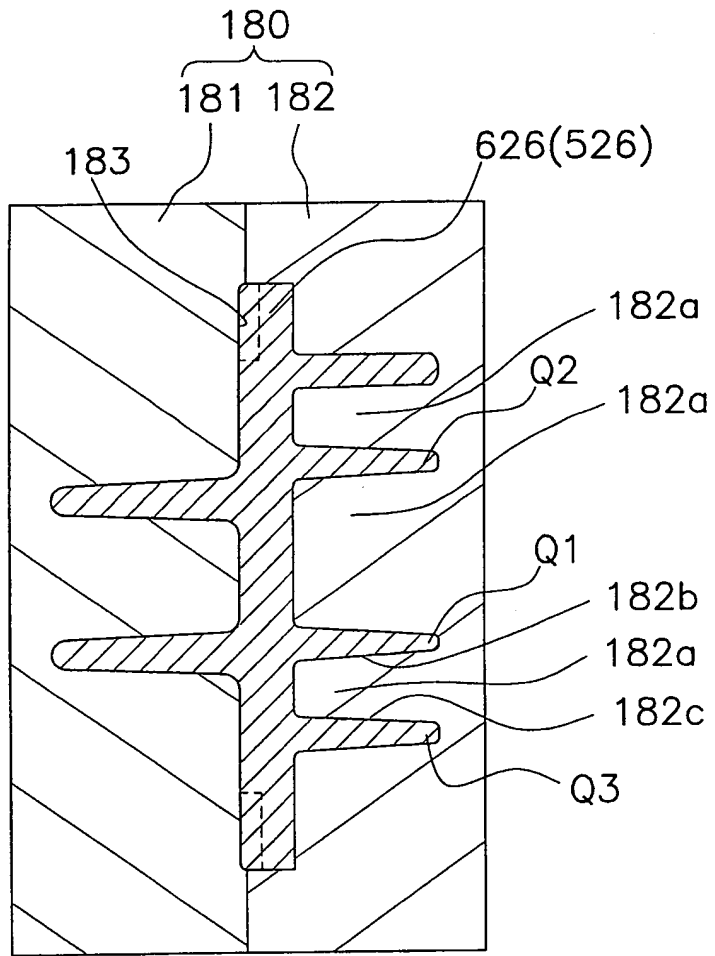


FIG. 35

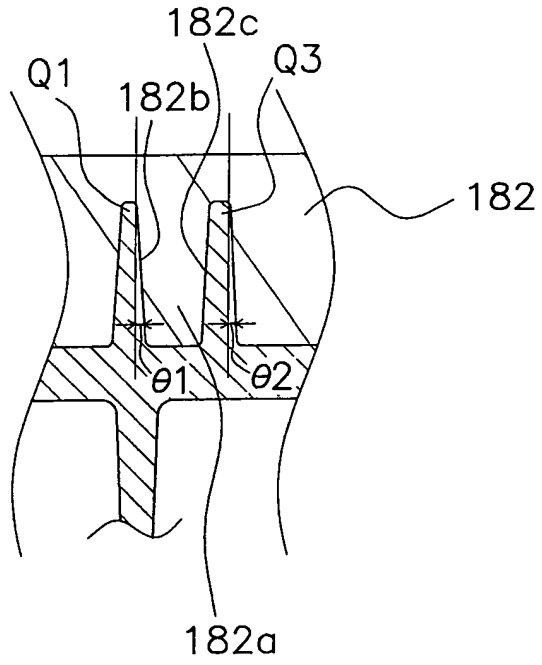


FIG. 36

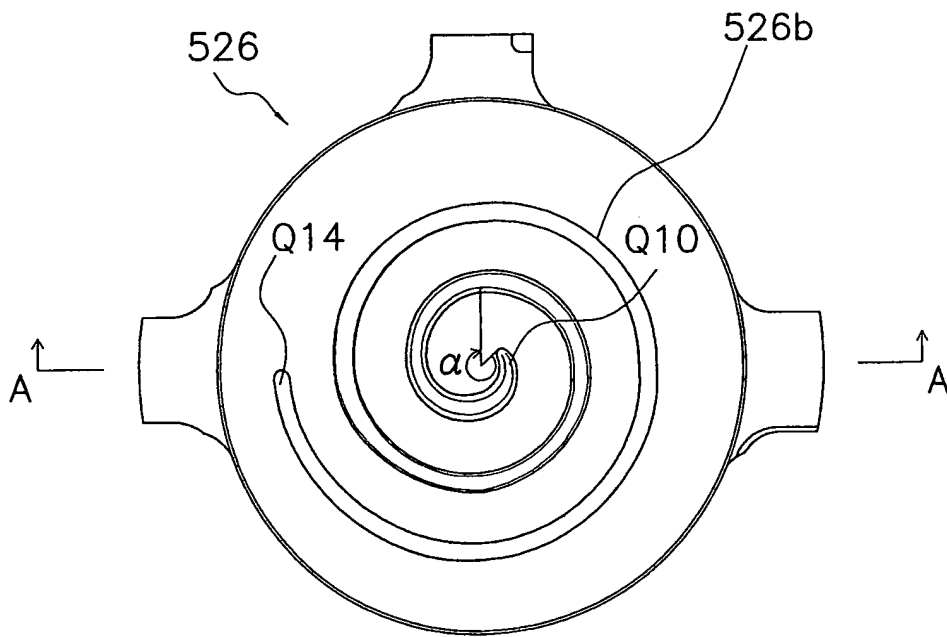


FIG. 37

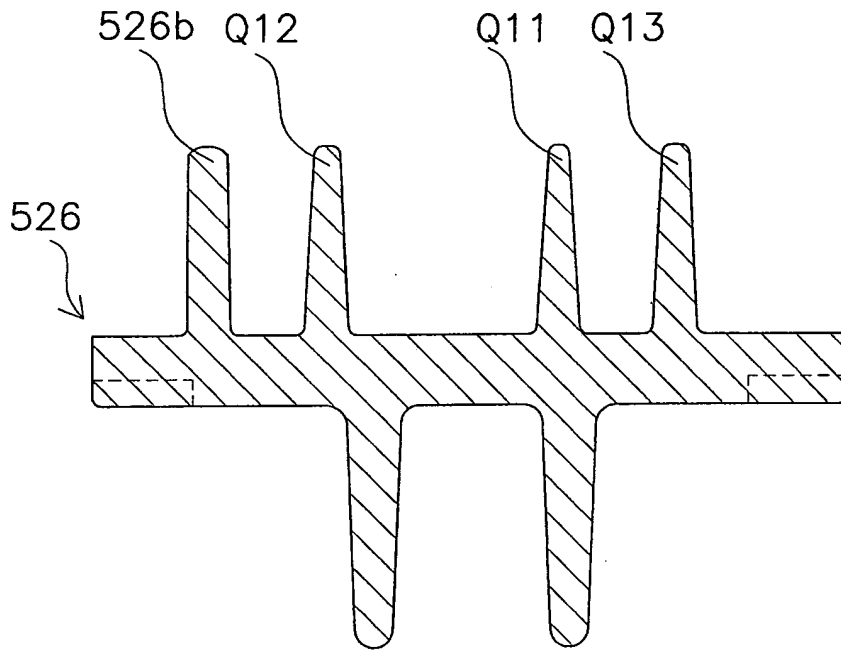


FIG. 38

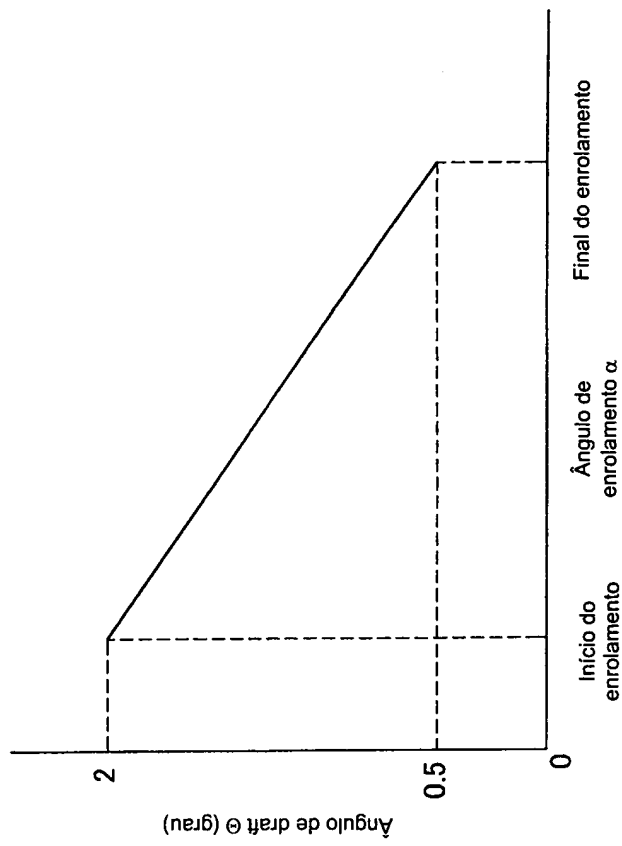


FIG. 39

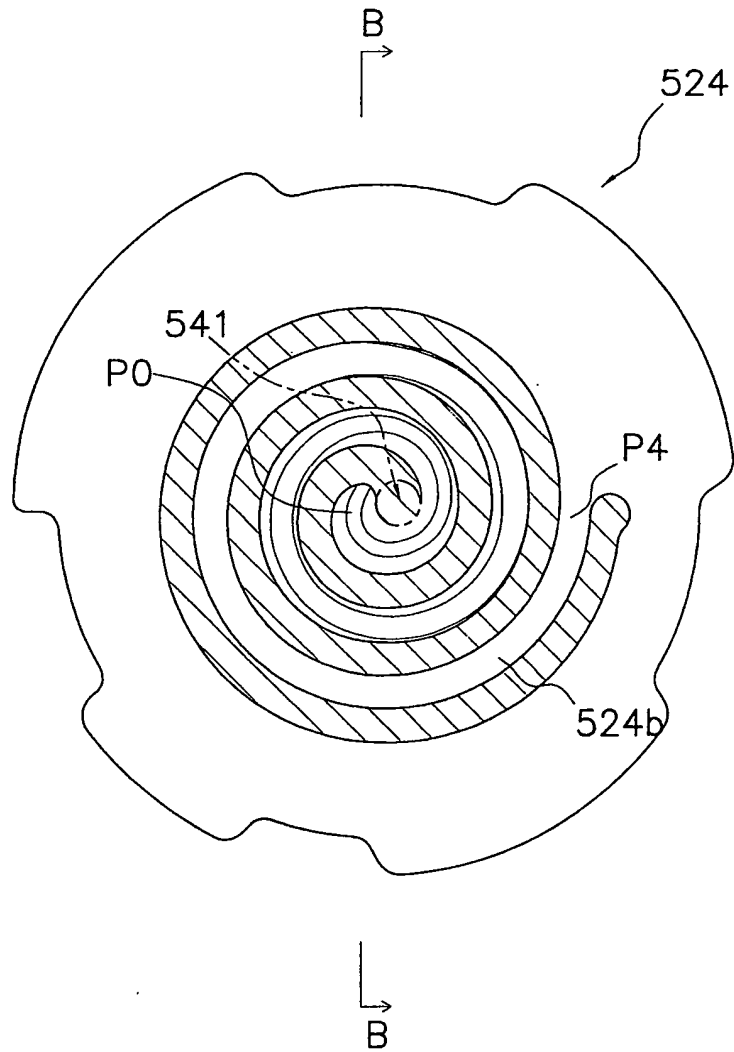


FIG. 40

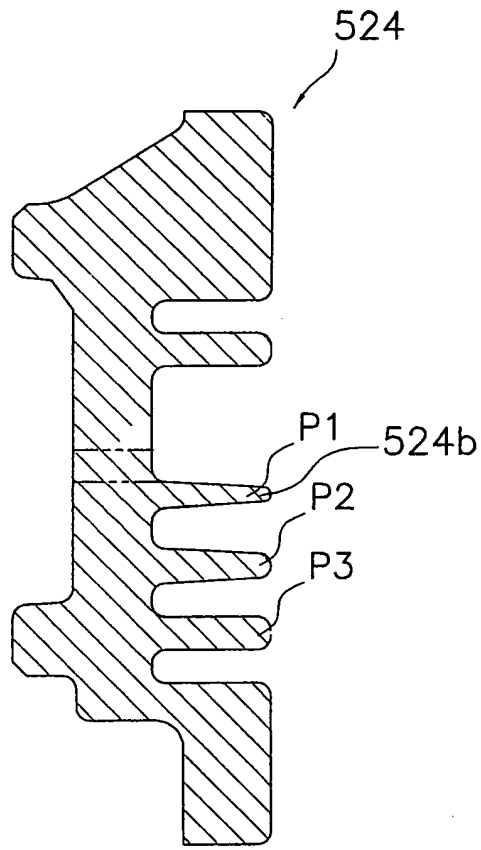


FIG. 41

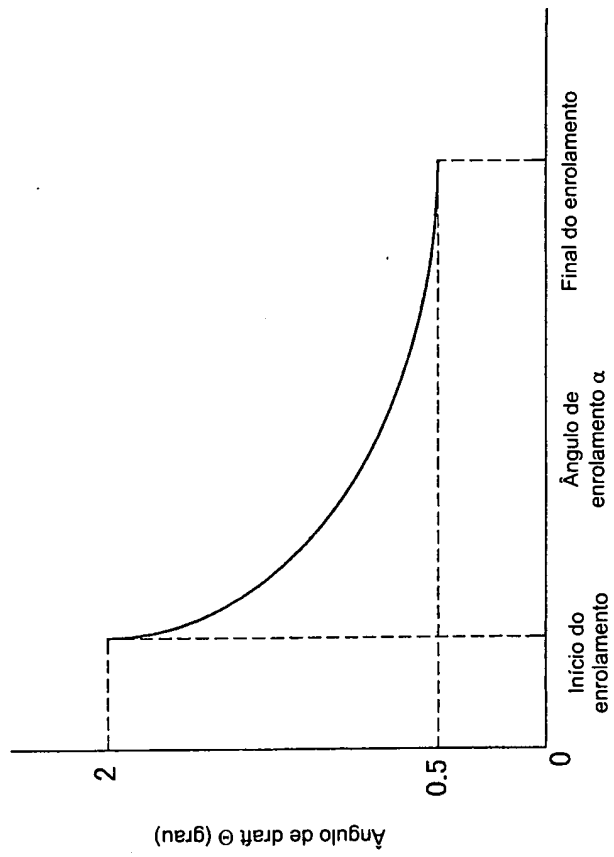


FIG. 42

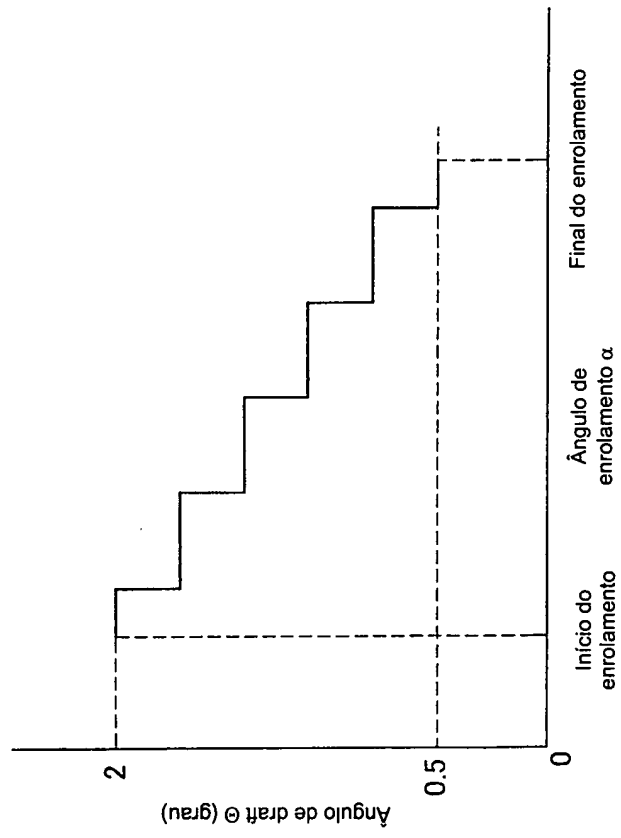


FIG. 43

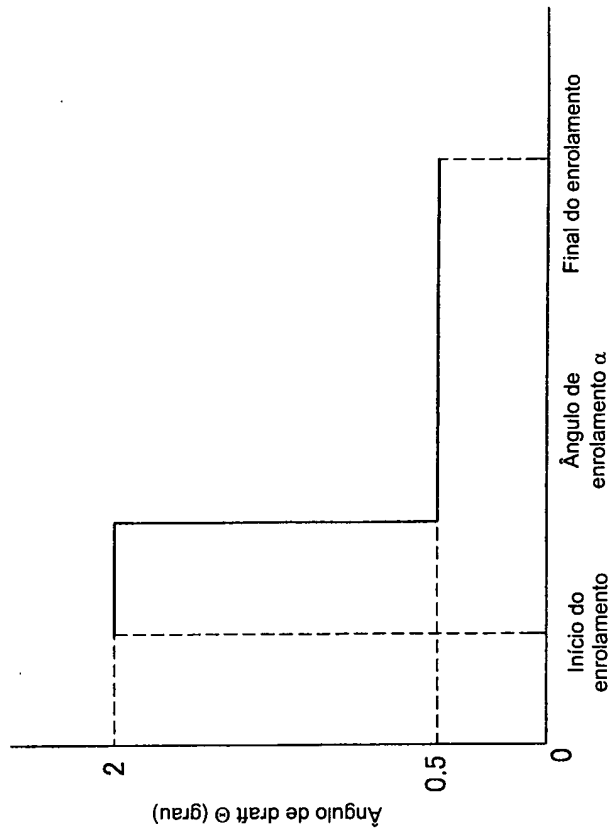


FIG. 44

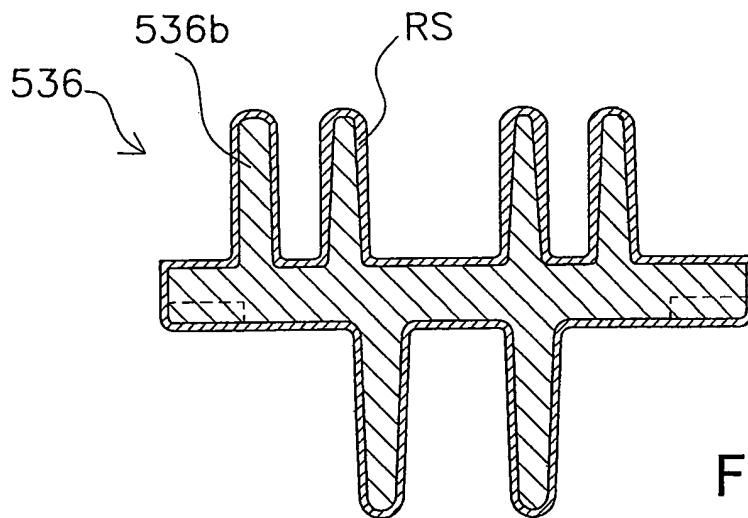


FIG. 45

FIG. 46

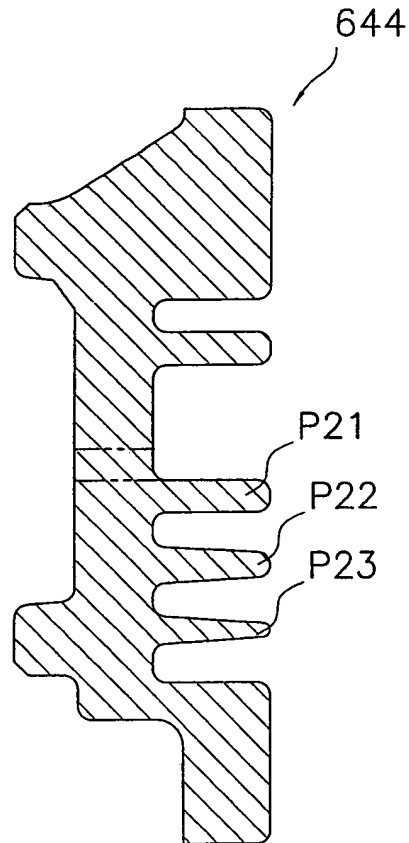
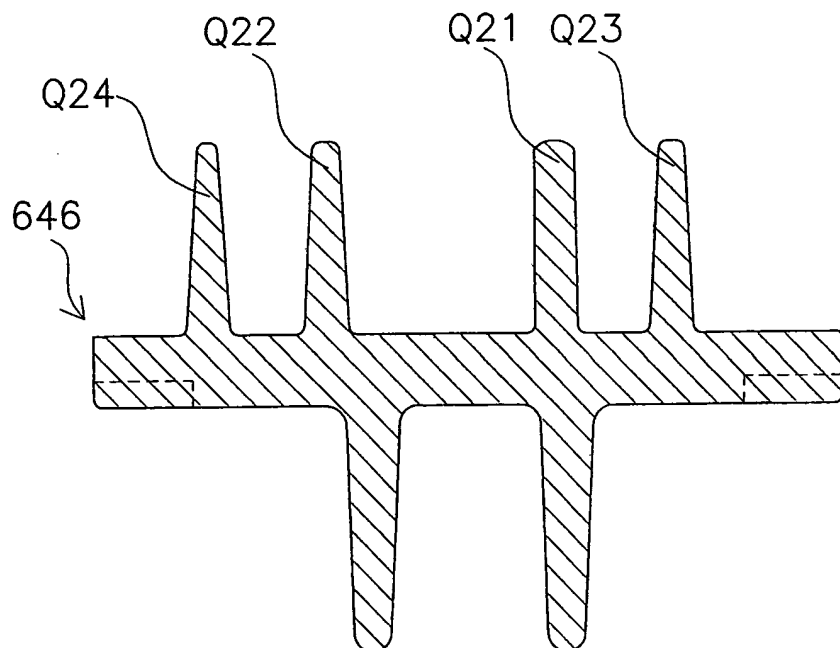


FIG. 47



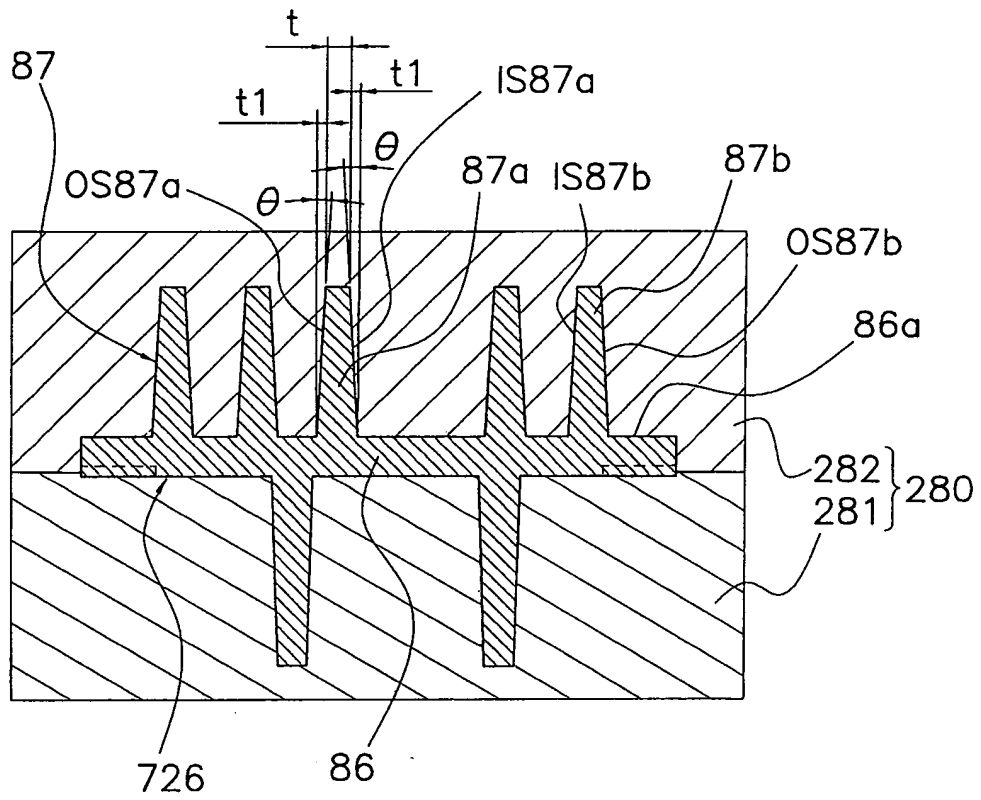


FIG. 48

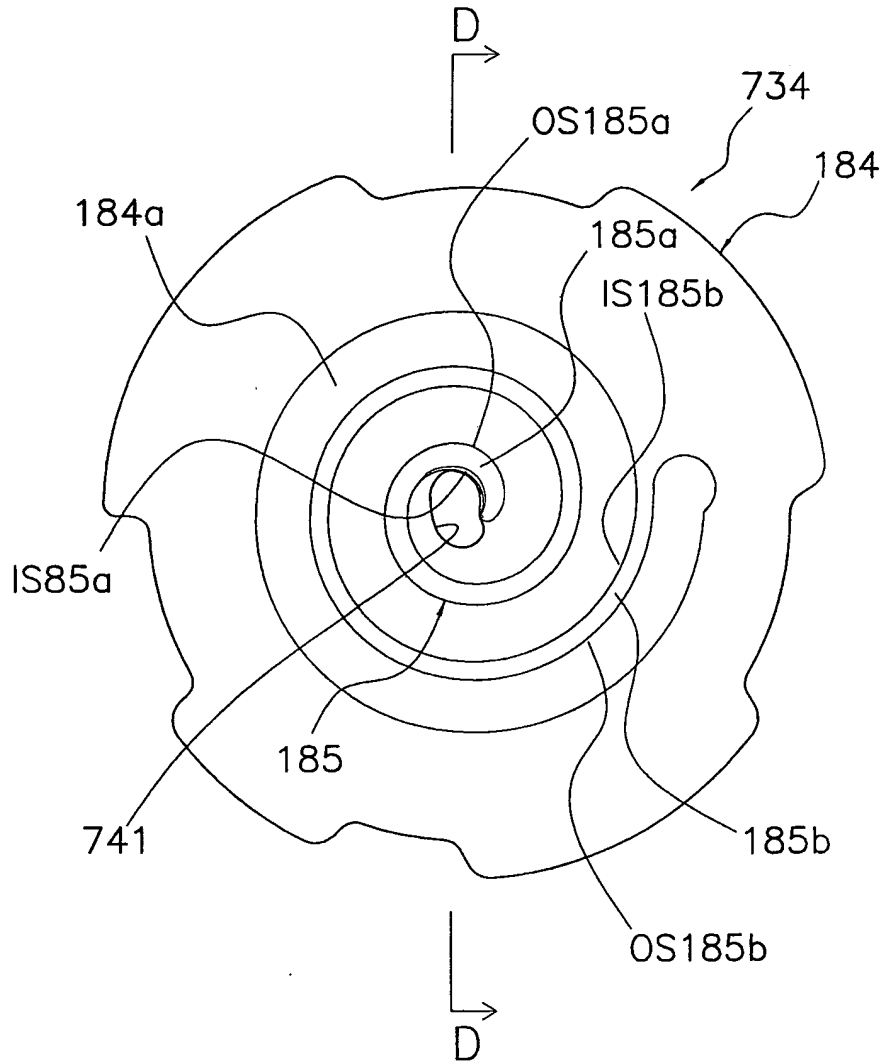


FIG. 49

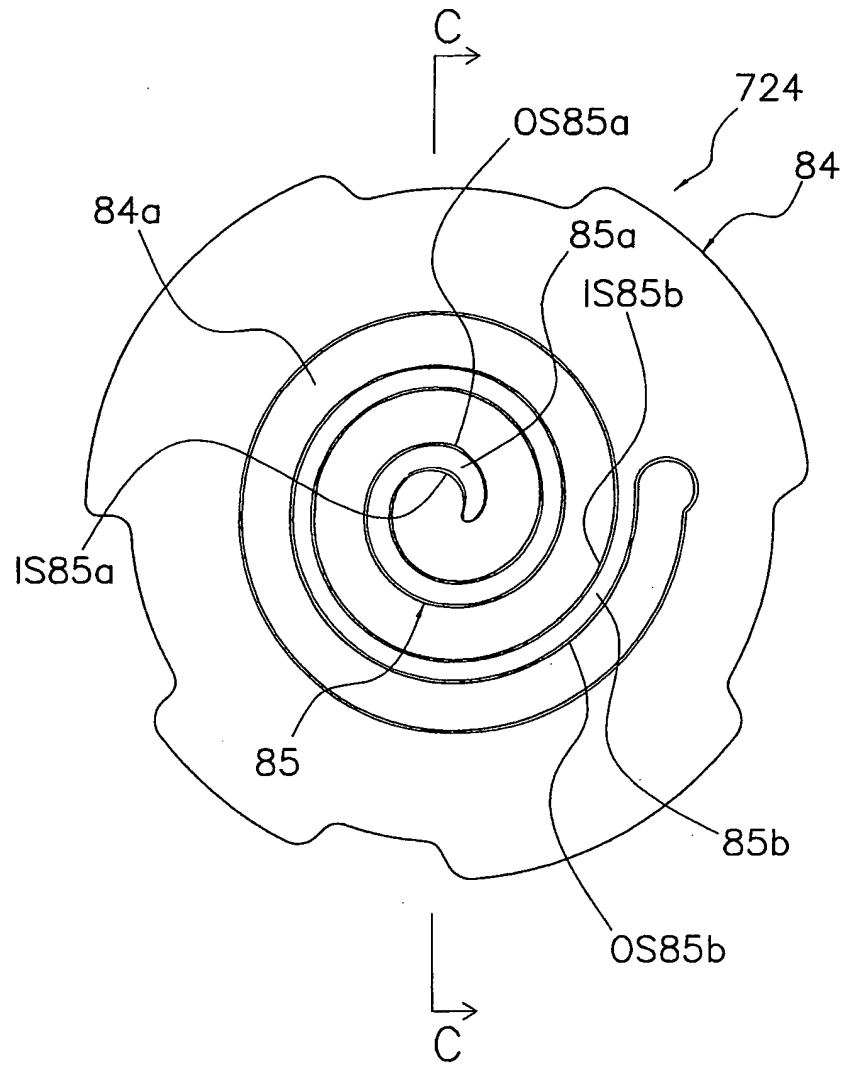


FIG. 50

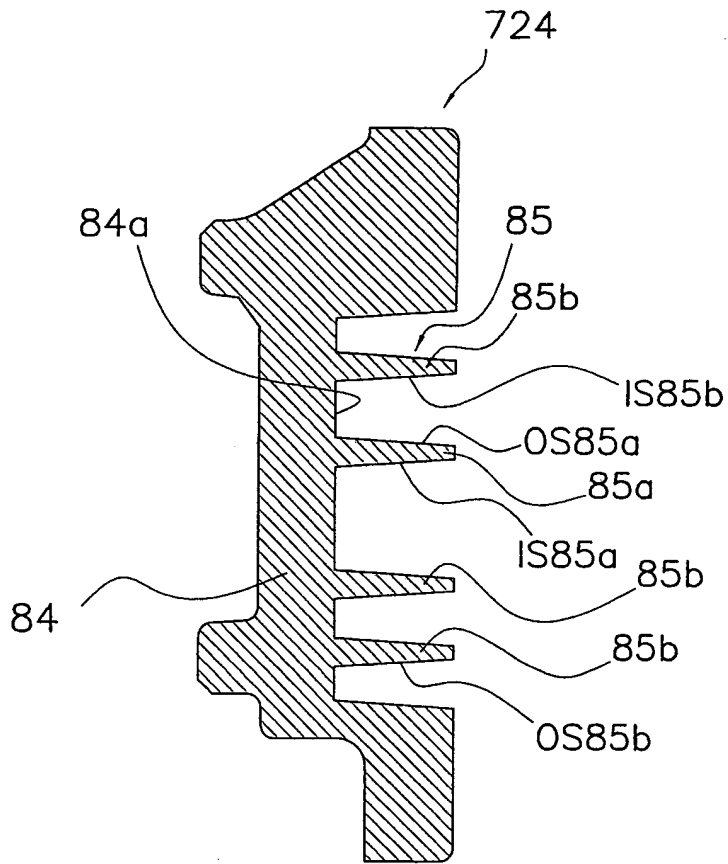


FIG. 51

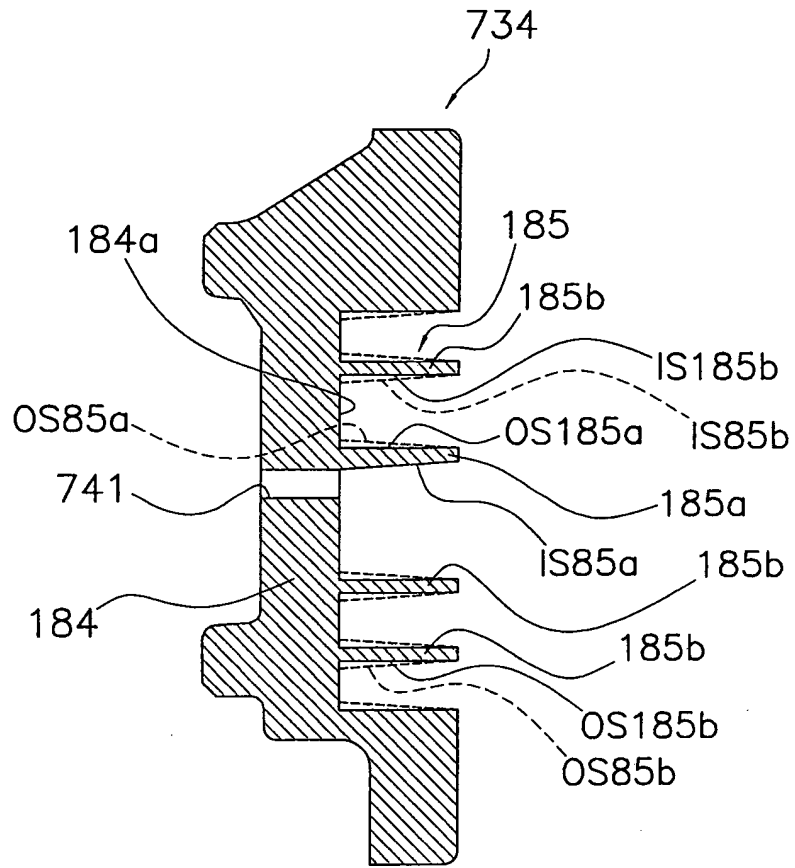


FIG. 52

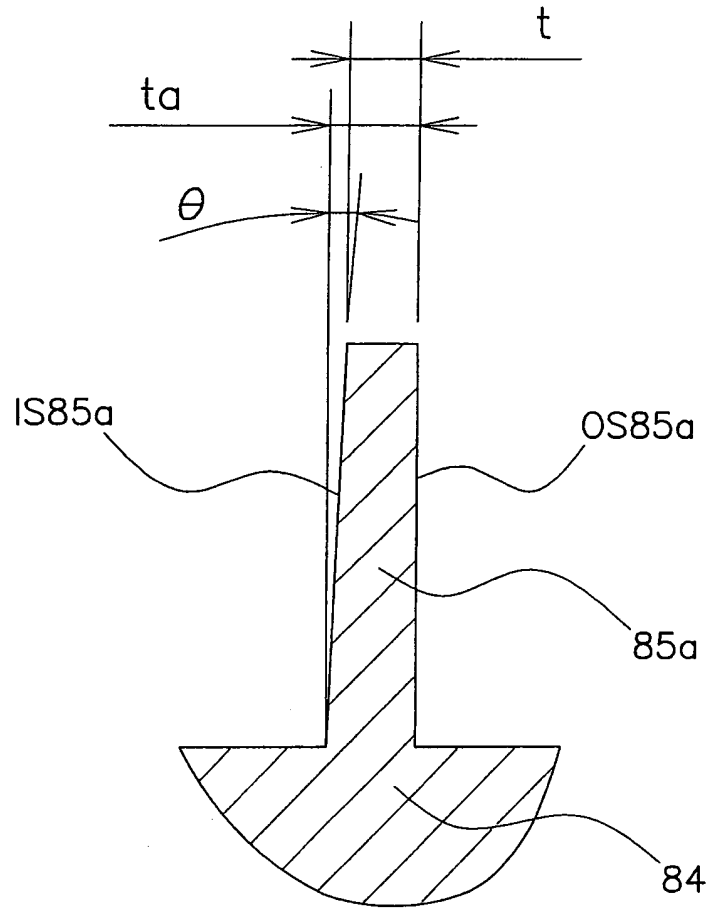


FIG. 53

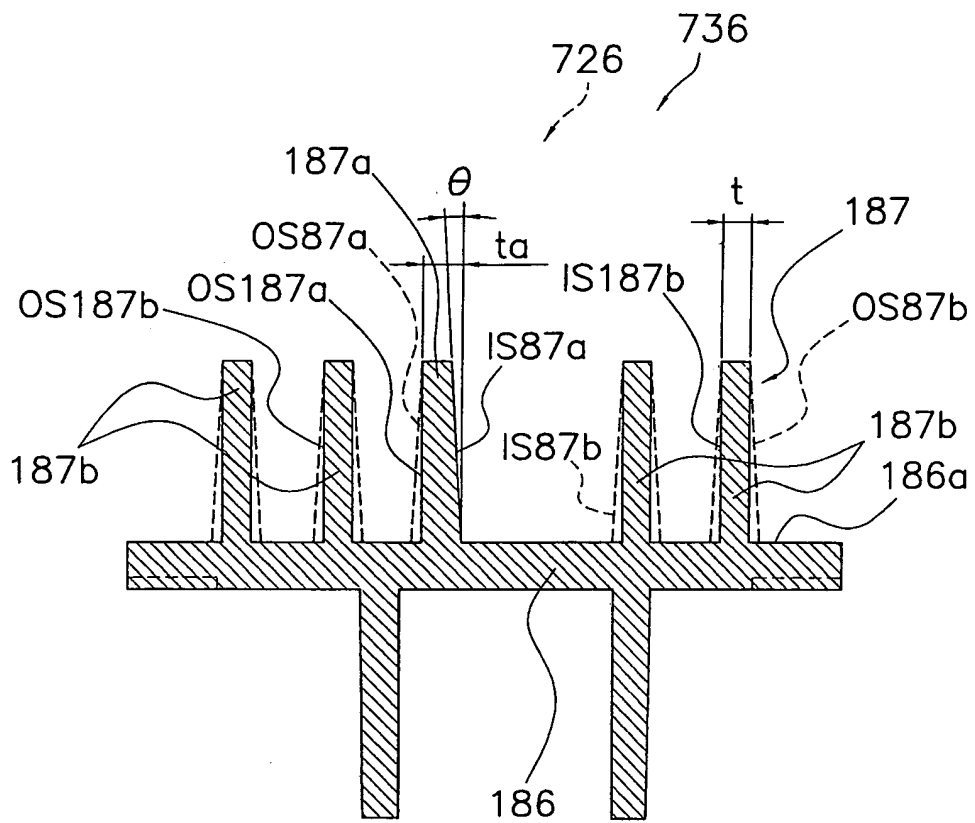


FIG. 54

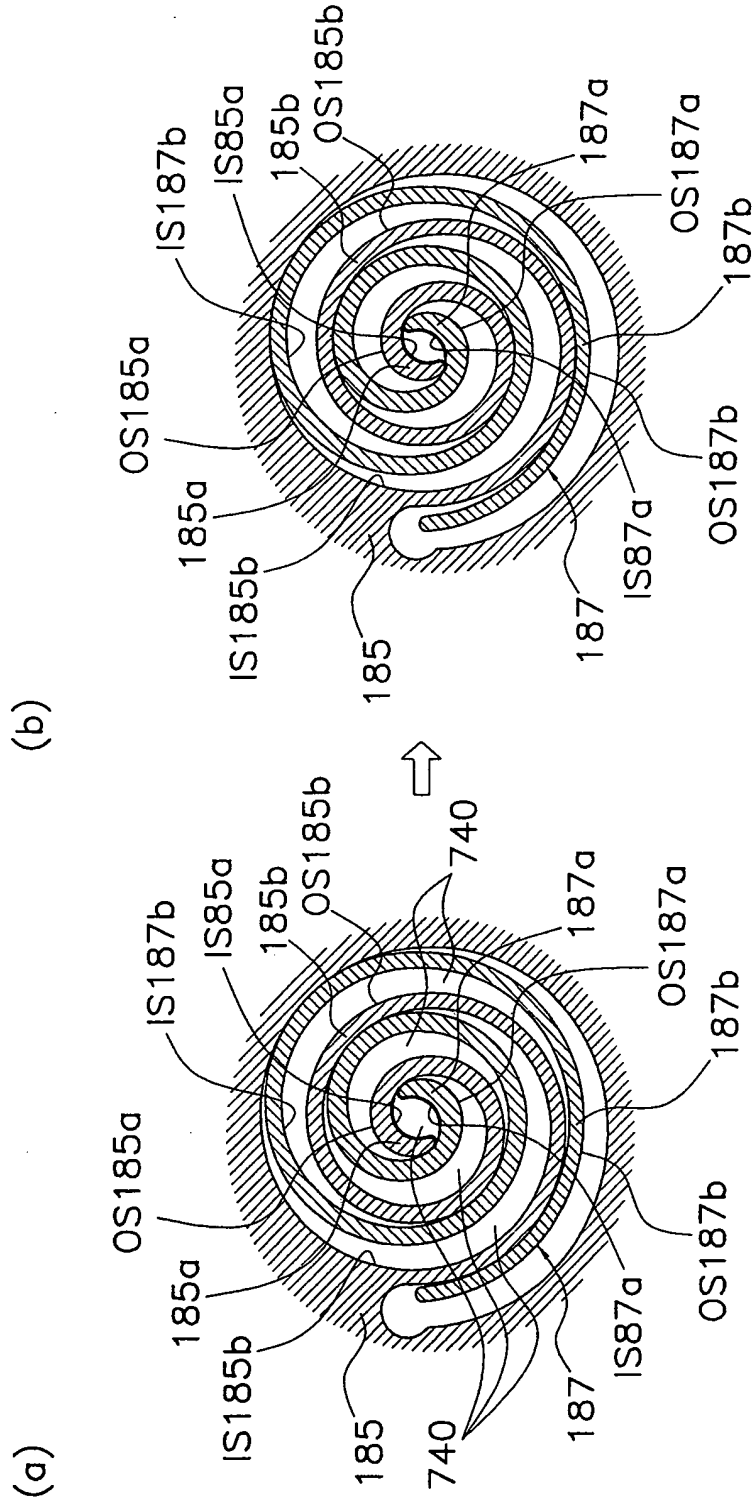


FIG. 55

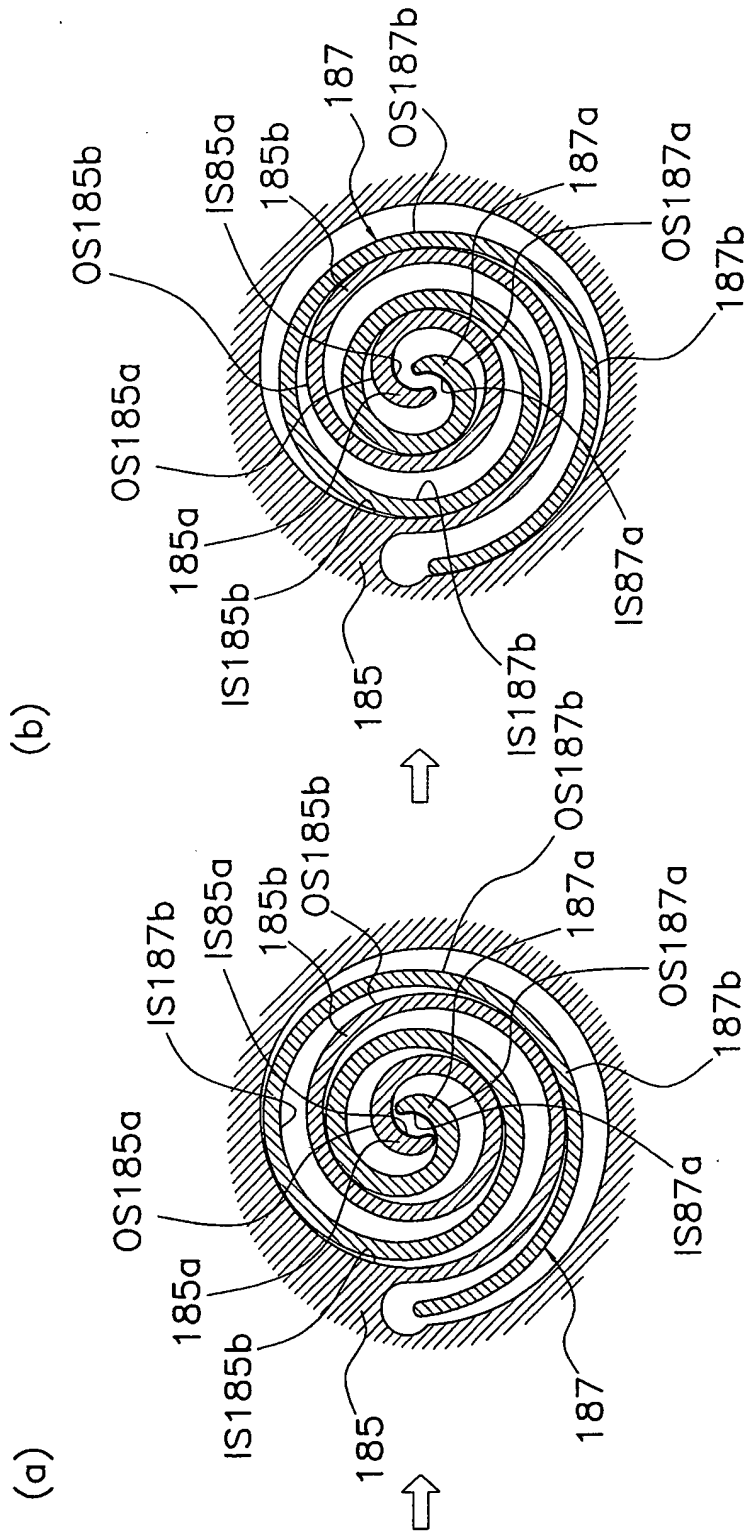


FIG. 56

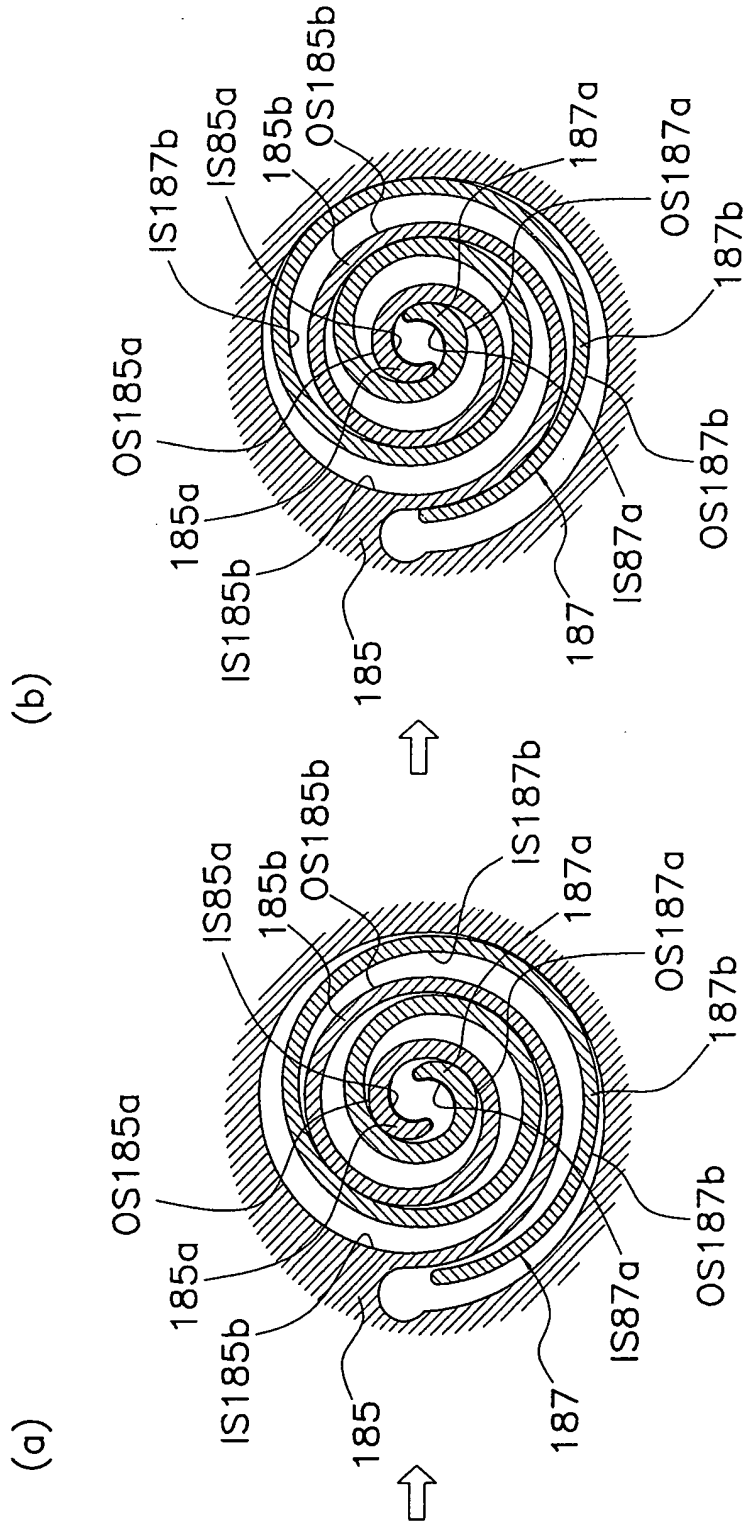


FIG. 57



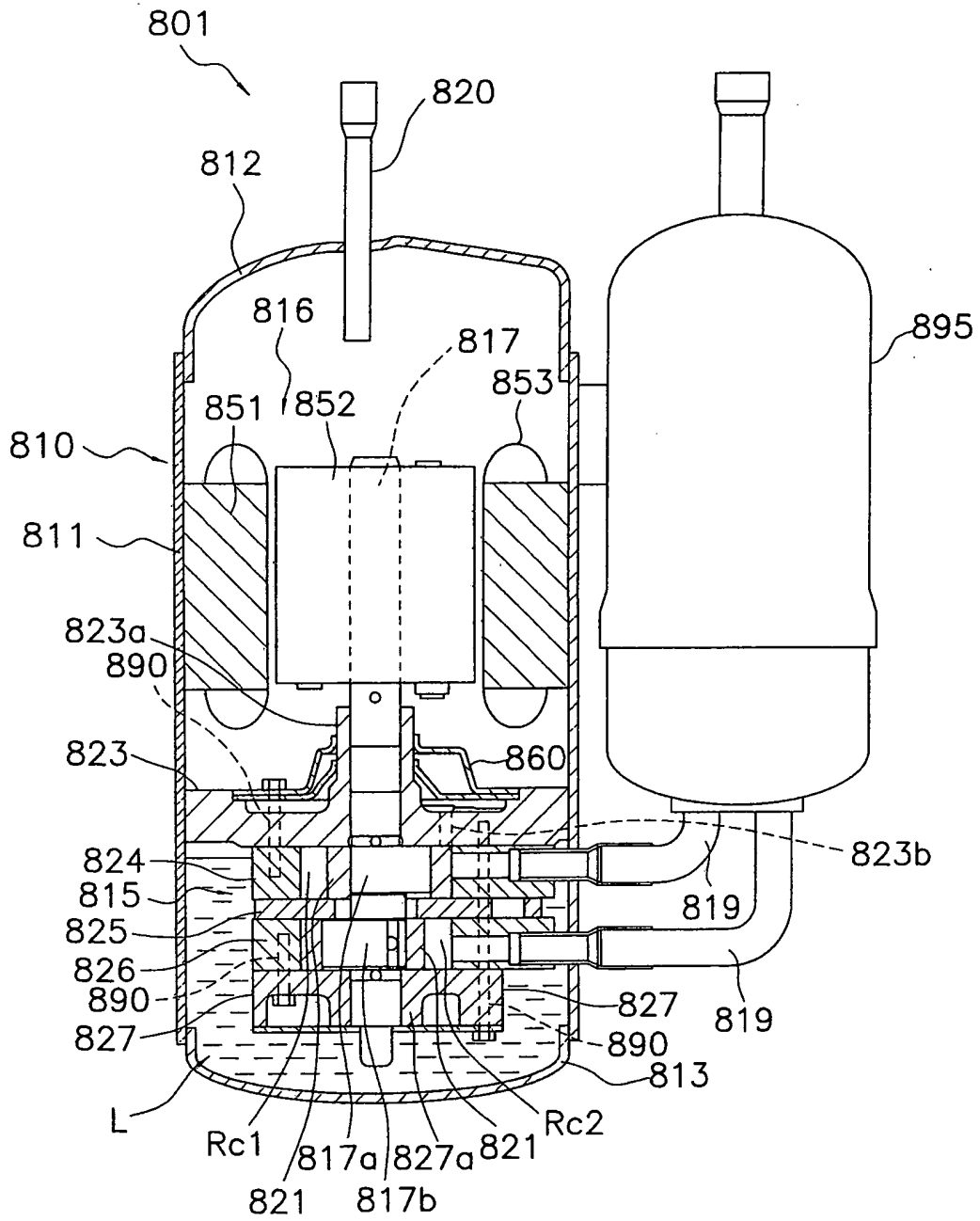


FIG. 59

FIG. 60

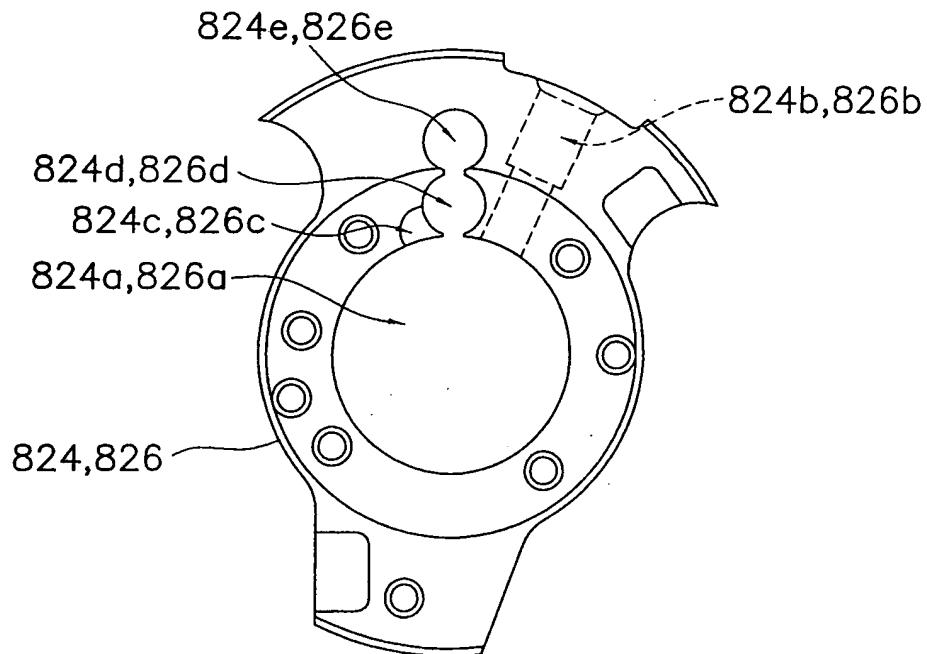
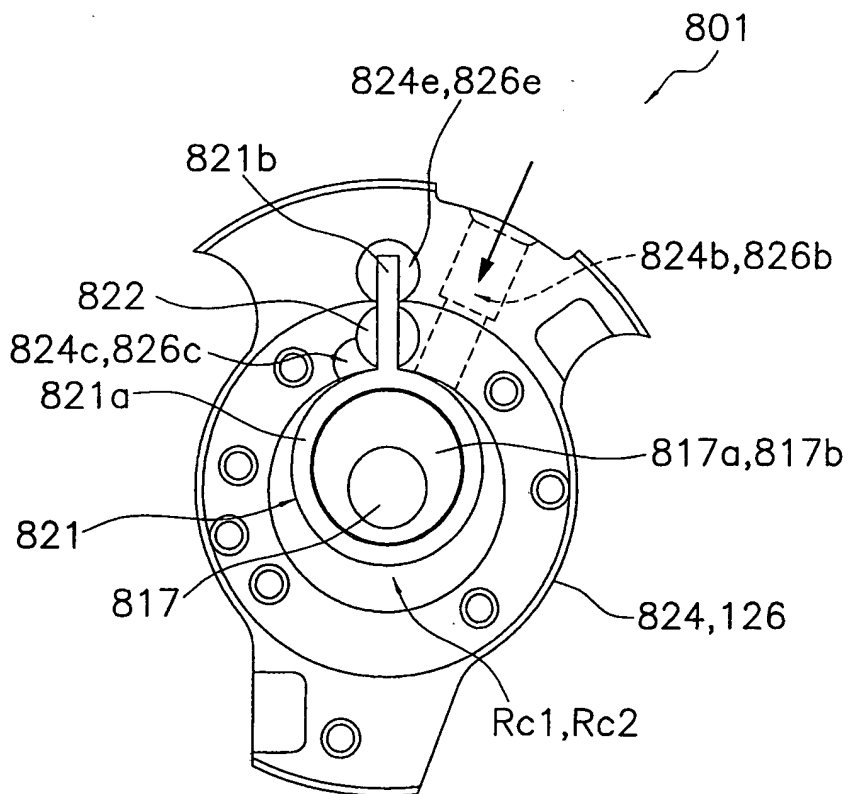


FIG. 61



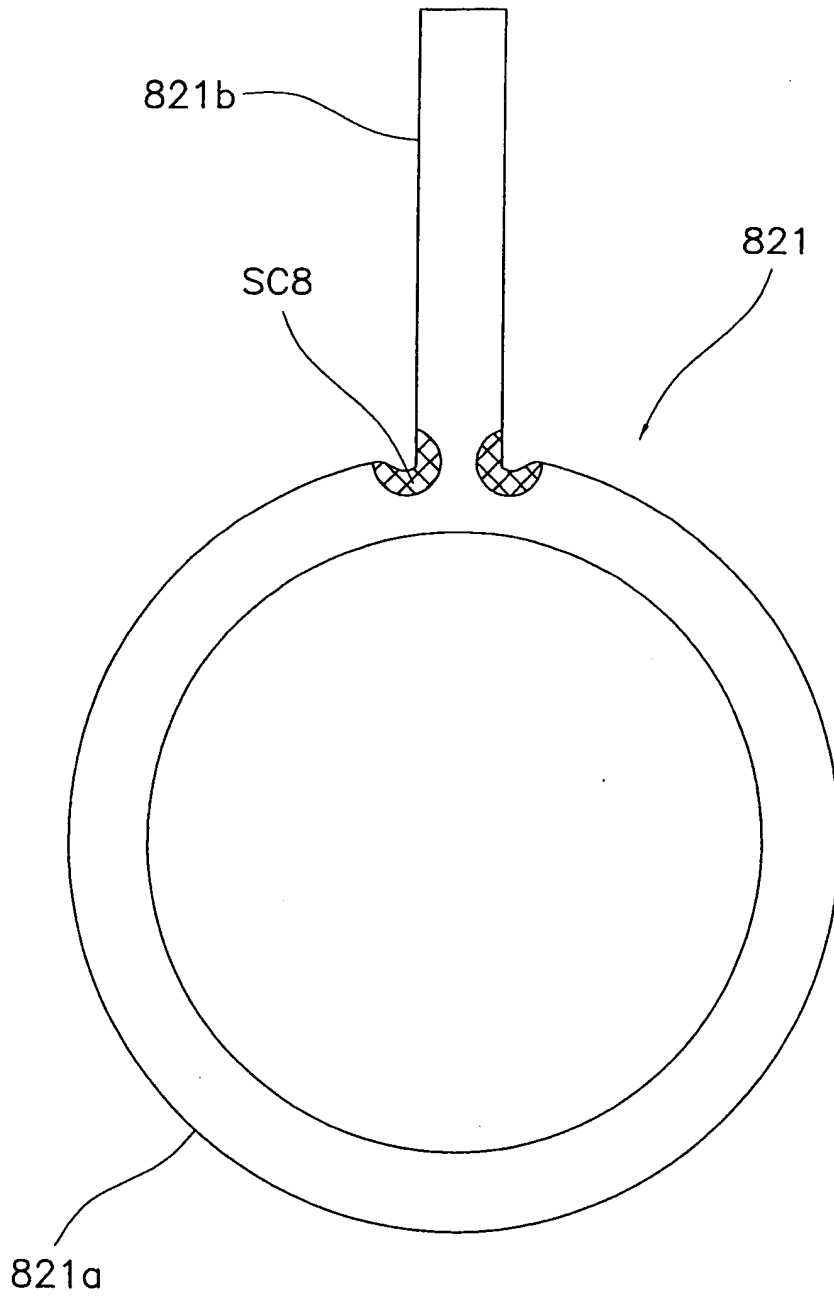


FIG. 62

FIG. 63

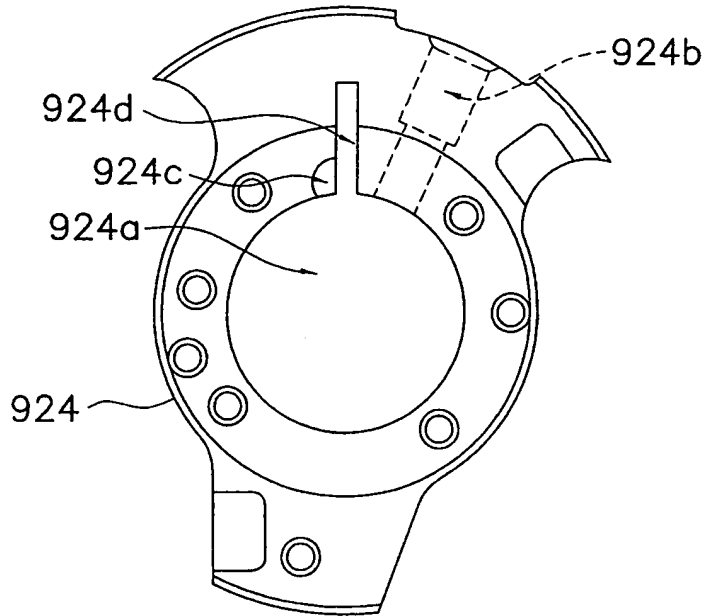
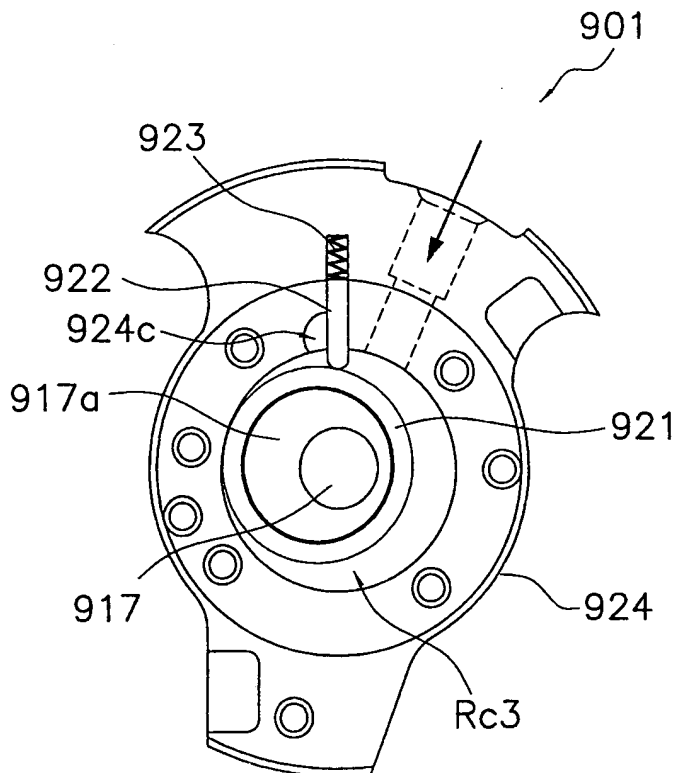


FIG. 64



PI 0408364-5

PCT / JP2007 / 053551

## RESUMO

Patente de Invenção: "COMPONENTE DESLIZANTE DE COMPRESSOR, BASE DE COMPONENTE DESLIZANTE, COMPONENTE DE ROLAMENTO, E COMPRESSOR".

5                   A presente invenção refere-se a um elemento deslizante para compressor que possua alta resistência à tensão, seja capaz de demonstrar durabilidade suficiente durante a operação, possa ser facilmente "amaciado pelo uso" no menor período de tempo possível, e seja livre de emperramento durante a operação anormal. O elemento deslizante para compressor (17, 10 23, 24, 26, 39, 60, 96, 310b, 524, 526, 644 646, 724, 726, 734, 736, 817, 821, 823, 824, 825, 826, 827, 921, 924) possui um teor de carbono de 2,0% em peso a 2,7% em peso, um teor de silício de 1,0% em peso a 3,0% em peso, um equilíbrio de ferro que inclui impurezas inevitáveis, grafite que é menor do que o floco de grafite do ferro fundido com flocos de grafite, e uma 15 dureza que é superior a HRB 90, mas inferior a HRB 100, em pelo menos uma parte do elemento deslizante.