



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0401448-0 B1

(22) Data do Depósito: 13/04/2004

(45) Data de Concessão: 21/03/2017



(54) Título: COMPRESSOR

(51) Int.Cl.: F04B 27/08

(30) Prioridade Unionista: 14/04/2003 JP 2003-109598

(73) Titular(es): KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI

(72) Inventor(es): AKIO SAIKI; NORIYUKI SHINTOKU; TOSHIHISA SHIMO; NORIAKI BABA;
HITOTOSHI MURASE; TAKAHIRO SUGIOKA

“COMPRESSOR”Campo da invenção

A presente invenção se relaciona a um compressor.

A Publicação da Patente Aberta Japonesa nº 2002-89437, por
5 exemplo, descreve um compressor tendo uma carcaça na qual uma pluralidade
de cilindros, um cárter, uma câmara de sucção, e uma câmara de descarga são
formadas. O compressor está incorporado em um circuito refrigerante incluindo
um evaporador, um dispositivo de sucção, e um condensador. Cada cilindro do
compressor acomoda um pistão correspondente, enquanto permite que o pistão
10 reciproque. Um eixo de acionamento rotativamente suportado por uma carcaça é
acionado por uma fonte externa de acionamento tal como um motor. Com isto,
uma bailarina é suportada no eixo de acionamento rotativamente em sincronia. A
bailarina é conectada ao pistão com pares de sapatas hemisféricas seguidas. Um
filme deslizante é formado em uma superfície da bailarina que desliza sobre uma
15 superfície plana das sapatas. O filme deslizante é formado por uma resina ligante
que contém um lubrificante sólido tal como bissulfeto de molibdênio.

Quando o eixo de acionamento é acionado por uma fonte externa de
acionamento, a bailarina, com isto, gira em sincronia para causar a reciprocação
do pistão dentro do cilindro via as sapatas. Em cada cilindro, uma câmara de
20 compressão é definida que varia de volume dependendo do movimento de
reciprocação de uma cabeça do pistão. Quando o pistão se move do centro
superior extremo para o centro inferior extremo, um gás refrigerante de baixa
pressão é puxado para dentro da câmara de compressão do dispositivo de
sucção conectado ao evaporador no circuito refrigerante. Por outro lado, quando o
25 pistão se move do centro inferior extremo para o centro superior extremo, um gás

refrigerante de alta pressão é descarregado na câmara de descarga da câmara de compressão. A câmara de descarga é conectada ao condensador no circuito de refrigerante. O circuito de refrigerante é usado para condicionar o ar de um veículo tal como um sistema de condicionador de ar para veículo.

5 Para este compressor, o filme deslizante aplicado à superfície da bailarina permite que a superfície plana da sapata deslize suavemente, prevenindo assim a vibração da bailarina e das sapatas por desgaste de pelo menos uma das duas ou falhas resultantes do travamento entre elas.

10 No compressor convencional, propriedades de deslizamento superiores aperfeiçoadas são desejadas sob severas condições tais como onde não somente a superfície da bailarina e a superfície plana das sapatas, mas também uma primeira superfície de deslizamento de um primeiro membro e uma segunda superfície de deslizamento de um segundo membro deslizam uma sobre a outra em alta velocidade ou sob relativamente forte carga tal como uma carga
15 de alto calor. Então, pode ser considerado aumentar o conteúdo do lubrificante sólido por exemplo, aumentar o conteúdo de bissulfeto de molibdênio no filme deslizante para 10% por massa ou mais e assim aumentar resistência de travamento entre o primeiro membro e o segundo membro. No entanto, se o conteúdo de lubrificante sólido é aumentado, o lubrificante sólido estará inclinado
20 a cair fora do filme, resultando em aumentada profundidade de desgaste do filme deslizante.

Resumo da invenção

Um objetivo da presente invenção é fornecer um compressor tendo boas propriedades de deslizamento.

25 Para atingir os objetivos acima descritos a presente invenção

fornece um compressor tendo um primeiro membro tendo uma primeira superfície de deslizamento, e um segundo membro tendo uma segunda superfície de deslizamento. Uma das superfícies de deslizamento desliza na outra superfície de deslizamento. Um filme deslizante feito de uma resina ligante é formado em pelo menos uma da primeira superfície de deslizamento e a segunda superfície de deslizamento. A resina ligante contém pelo menos lubrificante sólido e partículas inorgânicas.

Outros aspectos e vantagens da invenção ficarão aparentes na descrição que se segue, tomada em conjunto com os desenhos anexos, ilustrando, como modo de exemplo, os princípios da invenção.

Breve descrição das figuras

A invenção, bem como seus objetos e vantagens, pode ser melhor entendida referindo-se à seguinte descrição das incorporações presentemente preferidas, juntamente com os desenhos anexos, onde:

A Figura 1 representa uma vista transversal de um compressor de acordo com a primeira incorporação da presente invenção;

A Figura 2 representa uma vista transversal tomada ao longo da linha II-II;

A Figura 3 representa uma vista transversal incluindo superfícies de deslizamento entre sapatas e uma bailarina providas no compressor ilustrado na Fig. 1;

A Fig. 4 representa uma vista transversal incluindo superfícies de deslizamento entre sapatas e um pistão em uma incorporação modificada do compressor ilustrado na Fig. 1;

A Fig. 5 representa uma vista transversal incluindo uma superfície

de deslizamento entre um pistão e uma carcaça providos em uma incorporação modificada do compressor ilustrado na Fig. 1;

A Fig. 6 representa uma vista transversal incluindo uma superfície de deslizamento entre uma válvula rotativa e uma carcaça em uma incorporação modificada do compressor ilustrado na Fig. 1;

A Fig. 7 representa uma vista em perspectiva de um pistão em uma incorporação modificada do compressor ilustrado na Fig. 1;

A Fig. 8 representa uma vista transversal incluindo uma superfície de deslizamento entre um restritor de rotação de um pistão e uma carcaça em uma incorporação modificada do compressor ilustrado na Fig. 1;

A Fig. 9 representa uma vista transversal de um compressor de acordo com uma segunda incorporação da invenção;

A Fig. 10 representa uma vista transversal incluindo uma superfície de deslizamento entre um eixo de acionamento e uma carcaça providos no compressor da Fig. 9;

A Fig. 11 representa uma vista transversal incluindo uma superfície de deslizamento entre um pistão e uma bailarina providos no compressor da Fig. 9;

A Fig. 12 representa uma vista em perspectiva do pistão provido no compressor da Fig. 9;

A FIG. 13 representa uma vista em perspectiva de um verificador de rolamento do mancal; e

A Fig. 14 representa uma vista em perspectiva de um verificador do tipo impulso.

Descrição detalhada das incorporações preferidas

Agora, uma primeira incorporação da presente invenção será descrita em detalhes com referencia as Figs de 1 a 8.

Conforme ilustrado na Fig. 1, um compressor de deslocamento variável do tipo bailarina inclui um bloco de cilindros 1 feito de uma liga a base de alumínio, um membro da carcaça frontal 2 feito de uma liga a base de alumínio e consolidado à extremidade frontal do bloco de cilindros 1, e um membro da carcaça traseira 4 feito de uma liga a base de alumínio e consolidado à extremidade traseira do bloco de cilindros 1 via um mecanismo de válvula 3 incluindo uma placa de válvulas, uma válvula de descarga, e um retentor. Um cárter 2a é definido entre o bloco de cilindros 1 e o membro da carcaça frontal 2. Uma câmara de sucção 4a e uma câmara de descarga 4b são definidas no membro da carcaça traseira 4. Nesta incorporação, o bloco de cilindros 1, o membro da carcaça frontal 2, e o membro da carcaça traseira 4 constituem a carcaça. A câmara de sucção 4a é conectada a um evaporador (não ilustrado), o evaporador é conectado a um condensador (não ilustrado) via uma válvula de expansão (não ilustrado), e o condensador é conectado a câmara de descarga 4b. O compressor, o evaporador, a válvula de expansão, e o condensador constituem no circuito de refrigeração do condicionador de ar para um veículo. Nos desenhos, o lado esquerdo é o lado frontal, e o direito é o lado traseiro.

No membro da carcaça frontal 2, um eixo de acionamento 5 feito de uma liga a base de ferro é suportado rotativamente via um rolamento radial 2b. Conforme ilustrado na Fig. 2, uma pluralidade de cilindros 1a (somente um é ilustrado na Fig. 1) é formada em intervalos constantes cerca do eixo L do eixo de acionamento 5. Cada cilindro 1a acomoda um pistão 6 de cabeçote simples feito

de uma liga a base de alumínio, enquanto permite que o pistão 6 reciproke. Em cada cilindro 1a, uma câmara de compressão 11 é definida, que varia de volume dependendo do movimento de reciprocção do pistão 6. Conforme ilustrado na Fig. 1, uma câmara da válvula rotatória 1b estendendo em paralelo ao eixo L do eixo de acionamento 5 passa através de um centro do bloco de cilindros 1. A câmara da válvula rotatória 1b recebe uma válvula rotatória 12 rotativamente em sincronia com o eixo de acionamento 5. A válvula rotatória 12 possui uma câmara de introdução 12a comunicando com a câmara de sucção 4a, e um sulco guia de sucção 12b comunicando com a câmara de introdução 12a. O sulco guia de sucção 12b estende radialmente. O bloco de cilindros 1 possui uma pluralidade de passagens de sucção 1c estendidas radialmente que conectam com a câmara de compressão 11 de cada cilindro 1a com a câmara de introdução 12a via sulco guia de sucção 12b (ver Fig. 2).

Uma placa de ancoragem 7 feita de uma liga a base de ferro é consolidada a um eixo de acionamento 5 no cárter 2a. Uma bailarina 8 feita de uma liga a base de ferro é consolidada no eixo de acionamento 5. A bailarina 8 desliza ao longo e é inclinada em relação ao eixo L do eixo de acionamento 5. Uma dobradiça K está localizada entre a placa de ancoragem 7 e a bailarina 8. Então, a bailarina 8 é conectada à placa de ancoragem 7 via dobradiça K. A dobradiça K gira a bailarina 8 integralmente com a placa de ancoragem placa de ancoragem 7 e também guia o deslizamento e a inclinação da bailarina 8 em relação ao eixo L do eixo de acionamento 5.

A dobradiça K inclui um par de orifícios guia 7b e um par de pinos guia 8b. A placa de ancoragem 7 possui um par de braços 7a, e cada orifício guia 7b é formado em um dos braços 7a respectivamente. Os pinos guia 8b são

fixados na bailarina 8. Cada pino guia 8b possui, como sua ponta, uma parte esférica, que encaixa em um dos orifícios guia 7b correspondente. Um orifício de passagem 8a passa através do centro da bailarina 8, e o eixo de acionamento 5 é inserido no orifício de passagem 8a. Pares de sapatas hemisféricas 9a e 9b feitas
5 de uma liga a base de ferro são providas em um contorno externo da bailarina 8. Uma extremidade de cada pistão 6 é conectada ao contorno externo da bailarina 8 via um par de sapatas 9a e 9b. Então, a rotação da bailarina 8 é convertida na reciprocção do pistão 6 dependendo do ângulo de inclinação da bailarina 8.

O membro da carcaça traseira 4 acomoda uma válvula de controle
10 conectada a câmara de sucção 4a, a câmara de descarga 4b, e o cárter 2a. A válvula de controle 10 controla a pressão no cárter 2a. Dependendo do controle da pressão, o ângulo de inclinação da bailarina 8 é modificado para controlar o deslocamento.

O compressor inclui várias primeiras superfícies de deslizamento de
15 primeiros membros e várias segundas superfícies de deslizamento de segundos membros que deslizam umas sobre as outras. Um filme deslizante é aplicado a tais superfícies como descrito abaixo.

O filme deslizante é formado por uma composição de revestimento para uso em partes deslizantes que contêm uma resina ligante, um lubrificante
20 sólido, e partículas inorgânicas misturados uns com os outros, ou composição de revestimento para o uso em partes deslizantes que contêm uma resina ligante, um lubrificante sólido, partículas inorgânicas, e um agente de acoplamento misturado uns com os outros. A composição de revestimento para o uso em partes deslizantes é aplicada em pelo menos das primeiras superfícies
25 deslizantes e das segundas superfícies deslizantes do compressor, e então

aquecida, para assim formar o filme deslizante. O filme deslizante obtido contém lubrificante sólido e partículas inorgânicas, ou um lubrificante sólido, partículas inorgânicas, e um agente de acoplagem na resina ligante curada.

Como resina ligante, é empregada uma tendo uma excelente
5 resistência ao calor, tal como resina poliamida composta de poliamida-imida, poliamida, etc., uma resina epóxi ou uma resina fenol. Das resinas acima, poliamida-imida é otimamente usada, levando em consideração o custo e as propriedades como uma resina ligante. As resinas no estado não curado são usadas na composição do revestimento para uso em partes deslizantes desta
10 invenção.

Como lubrificante sólido, é empregado politetrafluoroetileno (PTFE), etileno tetrafluoroetileno (ETFE), copolimero tetrafluoroetileno-hexafluoropropileno (FEP), bissulfeto de molibdênio, ou grafite.

Como partículas inorgânicas, é empregado pó de oxido de titânio, pó
15 de alumina, pó de sílica ou pó de carboneto de silício. As partículas inorgânicas são preferentemente pó de oxido de titânio. De acordo com os resultados dos testes obtidos pelos inventores, um filme deslizante usando pó de alumina, pó de sílica ou pó de carboneto de silício é bom em resistência ao desgaste mas pobre em resistência ao travamento. Por outro lado, um filme deslizante usando pó de
20 oxido de titânio como partículas inorgânicas é bom em resistência ao desgaste e resistência ao travamento. É considerado que o pó de oxido de titânio possui uma excelente dispersabilidade na resina ligante, produz grande efeito de prover o filme deslizante com superfícies lisas e previne que o lubrificante sólido de cair do filme, e assim possui marcadamente uma resistência ao desgaste aumentada.
25 Qualquer um dos pós de oxido de titânio anatase, rutilo, ou brookite podem ser

empregados. Pó de óxido de titânio rutilo é otimamente usado, levando em consideração a degradação da resina ligante pela fotocatalise ou o custo.

Preferentemente o diâmetro primário médio da partícula de pó de óxido de titânio é 1µm ou menos. O pó de óxido de titânio tendo um diâmetro primário médio da partícula de 1µm ou menos possui uma excelente dispersabilidade na resina ligante e produz grande efeito de prover o filme deslizante com a superfície lisa e prevenir que o lubrificante sólido caia do filme. Ainda, pó de óxido de titânio tendo um diâmetro primário médio da partícula de 1µm ou menos faz com que seja possível constituir um ótimo filme deslizante para uma pequena abertura entre uma primeira superfície de deslizamento de um primeiro membro e uma segunda superfície de deslizamento de um segundo membro que desliza ou pelo outro através da pequena abertura.

No filme deslizante, o conteúdo do lubrificante sólido em uma resina ligante é preferivelmente na faixa entre 15% por massa a 100% por massa, inclusive, e mais preferivelmente na faixa entre 30% por massa e 80% por massa, inclusive. Se o conteúdo de lubrificante sólido em uma resina ligante for menos do que 15% por massa, a resistência ao travamento do filme deslizante se torna pobre, enquanto que se o conteúdo do lubrificante sólido na resina ligante for mais do que 100% por massa, o aumento na resistência ao travamento do filme deslizante se torna pequeno e o lubrificante sólido se torna propenso a cair fora do filme, resultando numa aumentada profundidade de desgaste do filme deslizante.

No filme deslizante, o conteúdo de partículas inorgânicas é preferivelmente na faixa entre 5% por massa a 35% por massa, inclusive, e mais preferivelmente na faixa entre 10% por massa e 20% por massa, inclusive. Se o

conteúdo de pó de óxido de titânio na resina ligante for menos do que 5% por massa, o efeito de diminuição da profundidade do desgaste do filme deslizante se torna insuficiente, enquanto que se o conteúdo do pó de óxido de titânio na resina ligante for mais do que 35% por massa, o efeito de diminuição da profundidade do
5 desgaste do filme deslizante se torna pequeno.

Ainda, no filme deslizante, o conteúdo de agente de acoplamento na resina ligante é preferivelmente na faixa entre 0,1% por massa e 10% por massa, inclusive, e mais preferivelmente na faixa entre 2% por massa e 8% por massa, inclusive. Se o conteúdo do agente de acoplamento na resina ligante for menos do
10 que 0,1% por massa, a resistência ao travamento do filme deslizante se torna insuficiente, enquanto que se o conteúdo do agente de acoplamento na resina ligante for mais do que 10%, o efeito de aumento da resistência ao travamento do filme deslizante se torna pequeno.

Como agente de acoplamento, é empregado um agente de acoplamento
15 silano, um agente de acoplamento titanato, ou um agente de acoplamento aluminato. De acordo com os resultados dos testes obtidos pelos inventores, é preferível empregar um agente de acoplamento silano. Agentes de acoplamento silano usáveis incluem: por exemplo, viniltriclorossilano, viniltrimetoxissilano, viniltriethoxissilano, 2-(3,4-epoxycicloexil) etil trimetoxissilano, 3-glicodoxipropil trimetoxissilano, 3-glicodoxipropil metildietoxissilano, 3-glicodoxipropil triethoxissilano, p-estiriltrimetoxissilano, 3-metacriloxipropil metil dimetoxissilano, 3-metacriloxipropil trimetoxissilano, 3-metacriloxipropil metil dietoxissilano, 3-metacriloxipropil triethoxissilano, 3-acriloxipropil trimetoxissilano, N-2(aminoetil) 3-aminopropil metil dimetoxissilano, N-2(aminoetil) 3-aminopropil trimetoxissilano, N-2(aminoetil) 3-aminopropil triethoxissilano, 3-aminopropil trimetoxissilano, 3-aminopropil
25 aminopropil triethoxissilano, 3-aminopropil trimetoxissilano, 3-aminopropil

trietoxissilano, 3-trietoxissilil-N-(1,3-dimetil-butilideno) propilamina, N-fenil-3-aminopropil trimetoxissilano, hidrocloreto de N-(vinilbenzil)-2-aminoetil-3-aminopropil trimetoxissilano, aminosilano especial, 3-ureidopropil trietoxissilano, 3-cloropropil trimetoxissilano, 3-mercaptopropil metildimetoxissilano, 3-mercaptopropil trimetoxissilano, bis (trietoxissililpropil) tetrasulfeto, e 3-isocianatopropil trietoxissilano. Quando poliamida-imida é empregada como resina ligante, é preferível empregar, como agente de acoplagem silano, 2-(3, 4-epoxicicloexil) etil trimetoxissilano, 3-trietoxissilil-N-(1,3-dimetil-butilideno) propilamina, N-fenil-3-aminopropil trimetoxissilano, 3-ureidopropil trietoxissilano e/ou 3-isocianatopropil trietoxissilano. É particularmente preferível empregar 2-(3, 4-epoxicicloexil) etil trimetoxissilano, que possui um grupo epóxi como grupo funcional, 3-glicodoxipropil trimetoxissilano, 3-glicodoxipropil metildietoxissilano, e 3-glicodoxipropil trietoxissilano. Estes quatro agentes são também excelentes na estabilidade de armazenamento.

Nesta incorporação, conforme ilustrado na Fig. 3, a bailarina 8 é selecionada como o primeiro membro, e as sapatas 9a e 9b são selecionadas como segundos membros. Especificamente, filmes deslizantes C31 ilustrados na Tabela 3 abaixo descrita são aplicados a uma superfície frontal 8c e uma superfície traseira 8d (primeiras superfícies de deslizamento) da bailarina 8 nas quais superfícies planas 9c e 9d (segundas superfícies de deslizamento) das sapatas 9a e 9b deslizam. Os filmes deslizantes C31 são formados como segue.

Primeiro, os ingredientes a seguir são preparados.

Lubrificante sólido: pó PTFE (diâmetro primário médio da partícula 0,3 μ m)

Partículas inorgânicas: pó de óxido de titânio rutilo (diâmetro primário médio da partícula 0,3 μ m).

Agente de acoplamento silano: 2-(3, 4-epoxicicloexil) etil trimetoxissilano,

Resina ligante: resina verniz poliamida-imida (PAI) (resina PAI 30% por massa, solvente (n-metil-2-pirrolidona 56% por massa, xileno 14% por massa) 5 70% por massa)

20% por massa de lubrificante sólido, 10% por massa de partículas inorgânicas, 5% por massa de agente de acoplamento silano, e 65% por massa de resina ligante não curada são misturados, intensamente agitados, e passados através de um moinho de rolo triplo para preparar a composição do revestimento 10 para o uso em partes deslizantes.

Além, uma bailarina 8 não lubrificada feita à base de uma liga de ferro é preparada, e a composição de revestimento para o uso em partes deslizantes é aplicada na superfície frontal 8c e na superfície traseira 8d de um contorno externo da bailarina 8. Neste momento, a composição de revestimento 15 para o uso em partes deslizantes é aplicada na bailarina 8 por um rolo de transferência de cobertura, e a bailarina 8 é aquecida a 200°C por 60 minutos sob condições atmosféricas para curar a resina ligante não curada. Então, o filme deslizante C31 formado da resina ligante que contém um lubrificante sólido, partículas inorgânicas, e um agente de acoplamento silano é formado na superfície 20 frontal 8c e na superfície traseira 8d no contorno externo da bailarina 8. O lubrificante sólido e as partículas inorgânicas são dispersos na resina ligante para formar o filme deslizante C31. A bailarina 8 obtida é usada para compor o compressor. A composição de revestimento para o uso em partes deslizantes pode também ser aplicada nas superfícies 8c e 8d da bailarina 8 por spray 25 aerosol.

Uma polia ou uma embreagem eletromagnética é conectada ao eixo de acionamento 5 do compressor, e o compressor é montado em um veículo. A polia ou a embreagem eletromagnética é acionada por um motor via uma correia. A rotação do eixo de acionamento 5 por um motor faz com que a bailarina 8 oscile, e faz com que cada pistão 6 reciproke dentro do cilindro 1a correspondente com um curso dependente dos ângulos de inclinação da bailarina 8. A rotação do eixo de acionamento 5 faz com que a válvula rotatória 12 gire, e a câmara de introdução 12a seletivamente se comunique ou feche a câmara de compressão 11 correspondente em sincronia com cada pistão 6 via o sulco guia de sucção 12b e a passagem de sucção 1c correspondente. Então, quando cada pistão 6 se move para o centro inferior extremo, a válvula rotatória 12 proporciona a comunicação entre a câmara de introdução 12a e a câmara de compressão 11, e o gás refrigerante no evaporador é puxado para dentro da câmara de compressão 11 via câmara de sucção 4a e câmara de introdução 12a. Por outro lado, assim que cada pistão 6 se move para o centro superior extremo, a válvula rotatória 12 bloqueia a comunicação entre a câmara de introdução 12a e a câmara de compressão 11, e o gás refrigerante é comprimido na câmara de compressão 11 e então descarregado para o condensador via câmara de descarga 4b.

Durante a operação do compressor, o lubrificante sólido contido nos filmes deslizantes C31 aplicados nas superfícies 8c e 8d da bailarina 8 asseguram a resistência ao travamento entre a bailarina 8 e as sapatas 9a e 9b como um compressor convencional. É considerado que as partículas inorgânicas contidas no filme deslizante C31 suportam uma carga atuando entre a bailarina 8 e as sapatas 9a e 9b. Ainda, é considerado que o agente de acoplagem silano no filme

deslizante C31 serve para ligar o lubrificante sólido e as partículas inorgânicas firmemente à resina ligante. Isto impede que o lubrificante sólido caia fora do filme, resultando em reduzida profundidade de desgaste do filme deslizante C31 e reduzida vibração do compressor.

5 Por consequência, mesmo sob severas condições tais que a bailarina 8 e as sapatas 9a e 9b deslizem uma sobre a outra em alta velocidade ou em carga relativamente pesada, os filmes deslizantes C31 nas superfícies 8c e 8d da bailarina 8 permitem que as superfícies planas 9c e 9d das sapatas 9a e 9b deslizem suavemente. Isto impede vibrações da bailarina 8 e das sapatas 9a e 9b
10 por desgaste de pelo menos uma delas ou falhas resultantes do travamento entre elas mais efetivamente do que o compressor convencional.

Ao invés dos filmes deslizantes C31, qualquer um dos filmes deslizantes C2 a C19, C29, C30, C32 a C36 ilustrados nas Tabelas de 1 a 4 descritas abaixo podem ser formados nas superfícies 8c e 8d da bailarina 8.

15 Sem a formação dos filmes deslizantes C31 nas superfícies 8c e 8d da bailarina 8, filmes deslizantes similares podem se formados nas superfícies planas 9c e 9d das sapatas 9a e 9b somente. Também, filmes deslizantes similares podem se formados nas superfícies 8c e 8d da bailarina 8 e nas superfícies planas 9c e 9d das sapatas 9a e 9b.

20 Ainda, como uma incorporação modificada ilustrada na Fig. 4, as sapatas 9a e 9b podem ser selecionadas como primeiros membros, e o pistão 6 pode ser selecionado como segundo membro. Especificamente, filmes deslizantes C31 similares podem ser formados em pelo menos uma das superfícies esféricas convexas 9e e 9f das sapatas 9a e 9b como primeiras
25 superfícies de deslizamento e as superfícies esféricas côncavas 6a do pistão 6

como segundas superfícies de deslizamento. Neste caso, os filmes deslizantes C31 permitem a outra deslizar suavemente, prevenindo então vibrações das sapatas 9a e 9b e pistão 6 por desgaste de pelo menos uma delas ou falhas resultantes do travamento entre elas mais efetivamente do que o compressor convencional. Também, as superfícies esféricas convexas 9e e 9f das sapatas 9a e 9b deslizam suavemente sobre superfícies esféricas côncavas 6a do pistão 6, e as superfícies planas 9c e 9d das sapatas 9a e 9b prontamente seguem as superfícies 8c e 8d da bailarina 8, prevenindo então vibrações da bailarina 8 e as sapatas 9a e 9b por desgaste de pelo menos uma delas ou falhas resultantes do travamento lá entre elas mais efetivamente do que o compressor convencional.

Como uma incorporação modificada ilustrada na Fig. 5, o pistão 6 pode ser selecionado como um primeiro membro, e o bloco de cilindros 1 que é uma parte da carcaça pode ser selecionado como um segundo membro. Especificamente, um filme deslizante C31 similar pode ser formado em pelo menos uma superfície circunferencial 6b do pistão 6 como uma primeira superfície de deslizamento, e uma superfície circunferencial interna do cilindro 1a do bloco de cilindros 1 como uma segunda superfície de deslizamento. Neste caso, o filme deslizante C31 permite que cada outro deslize suavemente, então prevenindo a vibração do pistão 6 e do bloco de cilindros 1 por desgaste de pelo menos um deles ou falhas resultantes do travamento lá entre eles mais efetivamente do que em um compressor convencional.

Como uma incorporação modificada ilustrada na Fig. 6, o bloco de cilindros 1, que é parte da carcaça, pode ser selecionado como um primeiro membro, e a válvula rotatória 12 pode ser selecionada como um segundo membro. Especificamente, um filme deslizante C31 similar pode ser formado em

pelo menos uma das superfícies circunferenciais internas da câmara da válvula rotatória 1b do bloco de cilindros 1 como uma primeira superfície de deslizamento, e uma superfície circunferencial externa da válvula rotatória 12 como uma segunda superfície de deslizamento. Neste caso, o filme deslizante C31 permite
5 que cada outro deslize suavemente, então prevenindo a vibração do bloco de cilindros 1 e da válvula rotatória 12 pelo desgaste de pelo menos um deles ou falhas resultantes do travamento lá entre eles mais especificamente do que o compressor convencional.

Para o compressor da Fig. 6, um filme deslizante similar pode ser
10 aplicado em pelo menos uma das superfícies circunferenciais internas de um orifício do eixo do membro da carcaça frontal 2 e uma superfície circunferencial externa do eixo de acionamento 5 para deslizante e rotativamente suportar o eixo de acionamento 5 pelo membro da carcaça frontal 2, sem usar o rolamento radial 2b. Ainda, um filme deslizante similar pode ser aplicado em pelo menos uma das
15 superfícies da extremidade interna do membro da carcaça frontal 2 e uma superfície da extremidade frontal da placa de ancoragem 7 para deslizante e rotativamente suportar a placa de ancoragem 7 pelo membro da carcaça frontal 2, sem usar um rolamento de impulso 2c. Um filme deslizante similar pode ser aplicado em pelo menos uma das superfícies circunferenciais internas do orifício
20 de passagem 8a da bailarina 8 e das superfícies circunferenciais externas do eixo de acionamento 5 para permitir que a bailarina 8 e o eixo de acionamento 5 deslizem suavemente um sobre o outro. Ainda, um filme deslizante similar pode ser aplicado em pelo menos uma das superfícies circunferenciais internas de cada orifício guia 7b da placa de ancoragem 7 e da superfície externa da parte
25 esférica de cada um dos pinos guia 8b da bailarina 8 para permitir que a parte

esférica dos pinos guia 8b deslizem suavemente no orifício guia 7b. Um filme deslizante similar pode ser aplicado em pelo menos uma das superfícies da extremidade traseira 12c da válvula rotatória 12 e da superfície da extremidade frontal 4c do membro da carcaça traseira 4, que é parte da carcaça e desliza sobre a superfície da extremidade traseira 12c, para permitir que a superfície da extremidade traseira 12c da válvula rotatória 12 deslize suavemente sobre a superfície da extremidade frontal 4c do membro da carcaça traseira 4, que é, a carcaça.

Como uma incorporação modificada ilustrada nas Figs. 7 e 8, o pistão 6 pode ser selecionado como um primeiro membro, e o membro da carcaça frontal 2 que é parte da carcaça pode ser selecionado como um segundo membro. O pistão 6 possui um restritor de rotação 6c (uma primeira superfície de deslizamento) que previne a rotação do pistão 6 provocado pela rotação da bailarina 8. O restritor de rotação 6c desliza sobre uma superfície circunferencial interna (uma segunda superfície de deslizamento) do membro da carcaça frontal 2 pela reciprocação do pistão 6, e um filme deslizante similar C31 pode ser aplicado em pelo menos um dos restritores de rotação 6c do pistão 6 e da superfície circunferencial interna do membro da carcaça frontal 2 para permitir que o restritor de rotação 6c do pistão 6 deslize suavemente sobre a superfície circunferencial interna do membro da carcaça frontal 2, que é, a carcaça.

Alem, uma segunda incorporação da invenção será descrita com referência às Fig.s de 9 a 12.

Conforme ilustrado na Fig. 9, um compressor de deslocamento fixo do tipo bailarina inclui um par de membros do bloco de cilindros 21a e 21b feito de uma liga a base de alumínio, um membro da carcaça frontal 22 feito de uma liga a

base de alumínio e consolidado a extremidade frontal do membro do bloco de cilindros 21a com um mecanismo de válvula 23a incluindo uma placa de válvulas, uma válvula de descarga, e um retentor, e um membro da carcaça traseira 24 feito de uma liga a base de alumínio e consolidado na extremidade traseira do

5 membro do bloco de cilindros 21b com um mecanismo de válvula 23b incluindo uma placa de válvulas, uma válvula de descarga, e um retentor. Uma câmara de descarga 22b é definida no membro da carcaça frontal 22. Uma câmara de sucção 24a e uma câmara de descarga 24b são formadas no membro da carcaça traseira 24. Nesta incorporação, os membros do bloco de cilindros 21a e 21b, o

10 membro da carcaça frontal 22, e o membro da carcaça traseira 24 constituem a carcaça. As câmaras de descarga 22b e 24b comunicam com uma câmara de descarga simples (não ilustrado). A câmara de sucção 24a é conectada a um evaporador (não ilustrado), o evaporador é conectado a um condensador (não ilustrado) via uma válvula de expansão (não ilustrado), e o condensador é

15 conectado a uma câmara de descarga.

Nos membros do bloco de cilindros 21a e 21b, um eixo de acionamento 25 feito de uma liga a base de ferro é deslizante e rotativamente suportado. Um membro de vedação 22a é provido entre o eixo de acionamento 25 e o membro da carcaça frontal 22. Uma pluralidade de cilindros 21d e 21e

20 (somente um de cada é ilustrado na Fig. 9) estendendo em paralelo com o eixo L do eixo de acionamento 25 passa através dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b. Cada par de cilindros 21d e 21e acomoda um pistão 26 de cabeçote duplo feito de uma liga a base de alumínio, para permitir que o pistão 26 reciproke. Em cada par de cilindros 21d e 21e, câmaras de compressão 31 são definidas. As

25 câmaras de compressão 31 são variadas em volume dependendo da

reciprocção do pistão 26.

O eixo de acionamento 25 possui uma câmara de introdução 25a que comunica com as câmaras de sucção 24a. Os sulcos guia de sucção 25b passam radialmente através de uma extremidade frontal e uma extremidade traseira da câmara de introdução 25a. Passagens de sucção 21f que proporcionam a comunicação entre cada um dos cilindros 21d e 21e e a câmara de introdução 25a via sulcos guia de sucção 25b passam através de cada um dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b.

Uma câmara da bailarina 21c é definida entre os membros do bloco de cilindros 21a e 21b. Na câmara da bailarina 21c, uma bailarina 28 feita de uma liga a base de alumínio é consolidada no eixo de acionamento 25. Pares de sapatas hemisféricas 29a, 29b feito de uma liga a base de alumínio são providas em um contorno externo da bailarina 28. Cada pistão 26 é engatado com o contorno externo da bailarina 28 via as sapatas 29a e 29b. Rolamentos de impulso 27 são providos entre superfícies de extremidade opostas da bailarina 28 e as superfícies internas dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b correspondentes. A bailarina 28 é mantida entre os membros do bloco de cilindros 21a e 21b via o par de rolamentos de impulso 27.

Nesta incorporação, os membros do bloco de cilindros 21a e 21b, que são parte da carcaça, são selecionados como um primeiro membro, e o eixo de acionamento 25 é selecionado como um segundo membro. Especificamente, conforme ilustrado na Fig. 10, filmes deslizantes C31 ilustrados na Tabela 3 são aplicados a uma superfície circunferencial externa 25c (uma segunda superfície de deslizamento) do eixo de acionamento 25 na qual as superfícies circunferenciais internas 21h e 21g (uma primeira superfície de deslizamento) dos

membros do bloco de cilindros 21a e 21b deslizam. Os filmes deslizantes C31 são formados como segue.

Primeiro, conforme a incorporação das Figs 1 a 8, uma composição de revestimento para o uso em partes deslizantes e o eixo de acionamento 25 são preparados, e a composição de revestimento para o uso em partes deslizantes é aplicada na superfície circunferencial externa 25c do eixo de acionamento 25. Neste momento, a composição de revestimento para o uso em partes deslizantes é aplicada no eixo de acionamento 25 com um rolo de transferência de cobertura, e o eixo de acionamento 25 é aquecido a 200°C por 60 minutos sob condições atmosféricas para curar a resina ligante não curada. Então, os filmes deslizantes C31 formados por resina ligante que contém um lubrificante sólido, partículas inorgânicas, e um agente de acoplamento silano são aplicados à superfície circunferencial externa 25c do eixo de acionamento 25. O lubrificante sólido e as partículas inorgânicas são dispersos na resina ligante para formar os filmes deslizantes C31. O eixo de acionamento 25 obtido é usado para montar o compressor.

Uma polia ou embreagem eletromagnética (nenhum é ilustrado) é conectada ao eixo de acionamento 25 do compressor configurado desta maneira, e o compressor é montado em um veículo (não ilustrado). Uma polia ou embreagem eletromagnética é acionada por um motor via uma correia (não ilustrado). A rotação do eixo de acionamento 25 enquanto o motor é acionado faz com que a bailarina 28 oscile, e faz com que os pistões 26 reciproquem dentro dos cilindros 21d e 21e com um curso dependendo do ângulo de inclinação da bailarina 28. A rotação do eixo de acionamento 25 faz com que a câmara de introdução 25a se comunique ou feche seletivamente as câmaras de compressão

31 via o sulco guia de sucção 25b e as passagens de sucção 21f. Por exemplo, quando cada pistão 26 se move da direita para a esquerda na Fig. 9, a câmara de introdução 25a se comunica com a câmara de compressão 31 na direita. Como resultado, um gás refrigerante no evaporador em um circuito de refrigeração é puxado para dentro da câmara de compressão 31 na direita via a câmara de sucção 24a e a câmara de introdução 25a. Neste momento, a comunicação entre a câmara de compressão 31 na esquerda e a câmara de introdução 25a é bloqueada, e o gás refrigerante é comprimido na câmara de compressão 31 na esquerda e então descarregado para o condensador via a câmara de descarga 24b. Por outro lado, quando cada pistão 26 se move da esquerda para a direita na Fig. 9, a câmara de compressão 31 opera de uma maneira oposta.

Durante a operação do compressor, o lubrificante sólido contido no filme deslizante C31 aplicado à superfície circunferencial externa 25c do eixo de acionamento 25 assegura a resistência ao travamento entre o eixo de acionamento 25 e as superfícies circunferenciais internas 21g e 21h dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b. É considerado que as partículas inorgânicas contidas no filme deslizante C31 suportam uma carga atuando entre o eixo de acionamento 25 e as superfícies circunferenciais internas 21g e 21h dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b. Ainda, é considerado que o agente de acoplamento silano contido no filme deslizante C31 serve para ligar o lubrificante sólido e as partículas inorgânicas firmemente a resina ligante. Isto previne que o lubrificante sólido caia fora do filme, resultando em reduzida profundidade de desgaste do filme deslizante C31 e reduzidas vibrações do compressor.

Por consequência, mesmo sob severas condições que onde o eixo de acionamento 25 e os membros do bloco de cilindros 21a e 21b deslizam um

sobre o outro em alta velocidade ou em carga relativamente pesada, os filmes deslizantes C31 permitem que a superfície circunferencial externa 25c do eixo de acionamento 25 deslize suavemente. Isto previne vibrações do eixo de acionamento 25 e dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b pelo desgaste de pelo menos um deles ou falhas resultantes do travamento lá entre eles mais efetivamente do que o compressor convencional.

Ao invés do filme deslizante C31, qualquer dos filmes deslizantes de C2 a C19, C29, C30, C32 a C36 ilustrados nas Tabelas de 1 a 4 descritas abaixo podem ser formados na superfície circunferencial externa 25c do eixo de acionamento 25.

Sem a formação dos filmes deslizantes C31 na superfície circunferencial externa 25c do eixo de acionamento 25, uns filmes deslizantes similares podem ser formados somente nas superfícies circunferenciais internas 21g e 21h dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b. Também, filmes deslizantes similares podem ser formados na superfície circunferencial externa 25c do eixo de acionamento 25 e nas superfícies circunferenciais internas 21g e 21h dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b.

Como uma modificação desta incorporação, a bailarina 28 pode ser selecionada como um primeiro membro, e as sapatas 29a e 29b podem ser selecionadas como um segundo membro. Especificamente, um filme deslizante similar pode ser formado em pelo menos uma das superfícies 28c e 28d (uma primeira superfície de deslizamento) da bailarina 28 e as superfícies planas 29c e 29d (uma segunda superfície de deslizamento) das sapatas 29a e 29b. Neste caso, o filme deslizante permite que cada outra deslize suavemente, prevenindo deste modo vibrações da bailarina 28 e das sapatas 29a e 29b pelo desgaste de

pelo menos uma delas ou falhas resultantes do travamento lá entre elas mais efetivamente do que no compressor convencional.

Ainda, como uma modificação nesta incorporação, as sapatas 29a e 29b podem ser selecionadas como primeiros membros, e os pistões 26 podem ser selecionados como segundos membros. Especificamente, filme deslizante similar pode ser formado em pelo menos uma das superfícies esféricas convexas 29e e 29f (uma primeira superfície de deslizamento) das sapatas 29a e 29b e as superfícies esféricas côncavas 26a (uma segunda superfície de deslizamento) dos pistões 26. Neste caso, os filmes deslizantes permitem que cada outra deslize suavemente, prevenindo deste modo vibrações das sapatas 29a e 29b e do pistão 26 pelo desgaste de pelo menos um deles ou falhas resultantes do travamento lá entre eles mais efetivamente do que no compressor convencional. As superfícies esféricas convexas 29e e 29f das sapatas 29a e 29b deslizam suavemente sobre as superfícies esféricas côncavas 26a do pistão 26, e as superfícies planas 29c e 29d das sapatas 29a e 29b seguem suavemente as superfícies 28c e 28d da bailarina 28, prevenindo deste modo vibrações da bailarina 28 e das sapatas 29a e 29b pelo desgaste de pelo menos uma delas ou falhas resultantes do travamento lá entre elas mais efetivamente do que no compressor convencional.

Como uma modificação desta incorporação, os pistões 26 podem ser selecionados como primeiros membros, e os membros do bloco de cilindros 21a e 21b podem ser selecionados como segundos membros. Especificamente, filmes deslizantes similares podem ser formados em pelo menos uma das superfícies circunferenciais 26b (uma primeira superfície de deslizamento) do pistão 26, e as superfícies circunferenciais internas (uma segunda superfície de deslizamento) dos cilindros 21e e 21d dos membros do bloco de cilindros 21a e

21b. Neste caso, os filmes deslizantes que permitem que cada outra deslize suavemente, prevenindo deste modo vibrações do pistão 26 e os membros do bloco de cilindros 21a e 21b pelo desgaste de pelo menos um deles ou falhas resultantes do travamento lá entre eles mais efetivamente do que no compressor convencional.

Filmes deslizantes similares podem ser aplicados em pelo menos uma das superfícies da extremidade opostas 28e e 28f da bailarina 28 e das superfícies das paredes 21i e 21j formando a câmara da bailarina 21c dos membros do bloco de cilindros 21a e 21b, sem o uso de rolamento de impulso 27. Esta configuração permite que a bailarina 28 seja deslizante e rotativamente segura entre os membros do bloco de cilindros 21a e 21b.

Alem, como uma incorporação modificada ilustrada nas Figs. 11 e 12, os pistões 26 podem ser selecionados como primeiros membros, e a bailarina 28 pode ser selecionada como um segundo membro. Especificamente, filmes deslizantes similares podem ser formados em pelo menos um restritor de rotação 26c (uma primeira superfície de deslizamento) do pistão 26, e uma superfície circunferencial externa 28g (uma segunda superfície de deslizamento) da bailarina 28. Neste caso, os filmes deslizantes permitem que cada outra deslize suavemente, prevenindo deste modo vibrações do restritor de rotação 26c do pistão 26 e a superfície circunferencial externa 28g da bailarina 28 pelo desgaste de pelo menos um deles ou falhas resultantes do travamento lá entre elas mais efetivamente do que no compressor convencional.

De maneira a confirmar as vantagens da invenção, foram conduzidos os seguintes testes.

Primeiro, os seguintes ingredientes foram preparados.

Lubrificante sólido: pó PTFE (diâmetro primário médio da partícula 0,3µm), bissulfeto de molibdênio (diâmetro primário médio da partícula 1µm), grafite (diâmetro primário médio da partícula 5µm)

5 Partículas inorgânicas: pó de oxido de titânio rutilo (diâmetro primário médio da partícula 0,3µm), pó de carboneto de silício (diâmetro primário médio da partícula 0,3µm), pó de sílica (diâmetro primário médio da partícula 0,3µm)

Agente de acoplagem silano: 2-(3, 4-epoxicicloexil) etil trimetoxisilano, 3-glicodoxipropil trimetoxisilano, 3-glicodoxipropil metildietoxisilano, 3-glicodoxipropil trietoxisilano, 3-trietoxisilil-N-(1,3-dimetil-butilideno) propilamina, N-fenil-3-aminopropil trimetoxisilano, 3-ureidopropil trietoxisilano, 3-isocianatopropil trietoxisilano

10

Resina ligante: resina verniz poliamida-imida (PAI) (resina PAI 30% por massa, solvente (n-metil-2-pirrolidona 56% por massa, xileno 14% por massa)

15 70% por massa)

Resina verniz PAI foi misturado com um lubrificante sólido, (PTFE, MoS₂, etc.), pó de oxido de titânio e um agente de acoplagem, intensamente agitados, e passado através de um moinho de rolo triplo para preparar a composição do revestimento para usar em partes deslizantes. A composição de

20 revestimento para o uso em partes deslizantes foi opcionalmente diluída com n-metil-2-pirrolidona ou xileno, como um solvente, ou o solvente misturado derivado dependendo dos tipos dos métodos de revestimento empregados (revestimento por spray, revestimento por rolo, etc.) para o propósito de ajuste da viscosidade, concentração de material sólido, etc. A composição do revestimento para o uso

25 em partes deslizantes pode também ser preparada de tal maneira de modo que

primeiro seja misturado um lubrificante sólido e o pó de óxido de titânio com o agente de acoplamento para preparar um pó tratado e então misturar o pó tratado com a resina verniz PAI. Deste modo, o lubrificante sólido e o pó de óxido de titânio são prontamente dispersos na resina verniz PAI, difícil de mal distribuir em

5 um filme deslizante formado da composição de revestimento para o uso em partes deslizantes e ligado asseguradamente na resina ligante via o agente de acoplamento.

Então, um lingote de liga de alumínio A390 sem lubrificação foi preparado e uma pluralidade de substratos 91, como primeiros membros, com

10 sua seção perpendicular ao eixo tendo forma tipo C e seu comprimento 20mm foi formada conforme ilustrado na Fig. 13. Dos substratos, dois foram selecionados e combinados de modo que eles ficassem face a face um com o outro para formar uma bucha de 20mm de diâmetro interno. Composições de revestimento para o uso em partes deslizantes tendo sido preparadas de modo que os filmes

15 deslizantes de C1 a C37 possuam as respectivas composições ilustradas nas Tabelas de 1 a 4 foram aplicadas na superfície interna 1a dos respectivos substratos 91 por spray aerossol para formar filmes de revestimento de 25µm de espessura. Da Tabela 1 a Tabela 4 também mostram a quantidade % por massa de cada lubrificante sólido, partículas inorgânicas ou agente de acoplamento silano

20 por 100 massa % de resina PAI. Revestimento também pode ser executado por rolo de transferência de cobertura, ao invés do spray aerossol. Os substratos 91 cada um tendo um revestimento formado na sua superfície interna foram aquecidos a 200°C por 60 minutos sob condições atmosféricas para curar a resina PAI. Deste modo, os filmes deslizantes de C1 a C37 foram aplicados nos

25 respectivos substratos 91.

Tabela 1

(Massa %)		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Resina PAI (como um ingrediente ativo)		65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Lubrificante sólido	Pó PTFE	35	30	25	15	34	33	32	28	23	13
	Bissulfeto de molibdênio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Grafite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massa % de lubrificante sólido por 100		53,8	46,2	38,5	23,1	52,3	50,1	49,2	43,1	35,4	20,0
Partículas inorgânicas	Pó de oxido de titânio	-	5	10	20	-	-	-	5	10	20
	Pó de carboneto de silício	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pó de sílica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massa % de partículas inorgânicas por 100		0	7,7	15,4	30,8	0	0	0	7,7	15,4	30,8
Agente de acoplagem silano	2-(3,4-epoxiciclohexil) etil trimetoxisilano	-	-	-	-	1	2	3	2	2	2
	3-trietoxisilil-N-(1,3-dimetil-butilideno)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	propilamina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N-fenil-3-aminopropil trimetoxisilano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-ureidopropil trietoxisilano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3-isocianatopropil trietoxisilano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massa % de agente de acoplagem silano por 100 massa % de resina PAI		0	0	0	0	1,5	3,1	4,6	3,1	3,1	3,1

Tabela 2

(Massa %)		C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Resina PAI (como um ingrediente ativo)		65	65	65	58	50	65	65	65	65	65
Lubrificante sólido	Pó PTFE	24	23	22	30	38	23	23	23	23	-
	Bissulfeto de molibdênio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25
	Grafite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Massa % de lubrificante sólido por 100		36,9	35,4	33,8	51,7	76	35,4	35,4	35,4	35,4	53,8
Partículas inorgânicas	Pó de oxido de titânio	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-
	Pó de carboneto de silício	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Pó de sílica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Massa % de partículas inorgânicas por 100		15,4	15,4	15,4	17,2	20,0	15,4	15,4	15,4	15,4	0
Agente de acoplamento silano	2-(3,4-epoxiciclohexil) etil trimetoxissilano	1	2	3	2	2	-	-	-	-	-
	3-trietoxissilil-N-(1,3-dimetil-butilideno)	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
	propilamina	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
	N-fenil-3-aminopropil trimetoxissilano	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
	3-ureidopropil trietoxissilano	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
	3-isocianatopropil trietoxissilano	-	-	-	-	-	-	-	-	2-	-
Massa % de agente de acoplamento silano por 100		1,5	3,1	4,6	3,4	4,0	3,1	3,1	3,1	3,1	0
massa % de resina PAI											

Tabela 3

(Massa %)		C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30
Resina PAI (como um ingrediente ativo)		95	90	80	70	50	80	80	70	70	75
Lubrificante sólido	Pó PTFE	-	-	-	-	-	-	-	-	20	20
	Bisulfeto de molibdênio	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
	Grafite	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-
Massa % de lubrificante sólido por 100		0	0	0	0	0	0	0	42,9	28,9	26,7
Partículas inorgânicas	Pó de oxido de titânio	5	10	20	30	50	-	-	-	10	-
	Pó de carboneto de silício	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-
	Pó de sílica	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-
Massa % de partículas inorgânicas por 100		5,3	11,1	25,0	42,9	100,0	25,0	25,0	0	14,3	0
Agente de acoplamento silano	2-(3,4-epoxiciclohexil)etil trimetoxissilano	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Massa % de agente de acoplamento silano por 100		0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,7
massa % de resina PAI											

Tabela 4

(Massa %)		C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37
Resina PAI (como um ingrediente ativo)		65	65	65	65	65	65	80
Lubrificante sólido	Pó PTFE	20	24,9	21	23	23	23	20
	Bissulfeto de molibdênio	-	-	-	-	-	-	-
	Grafite	-	-	-	-	-	-	-
Massa % de lubrificante sólido por 100 massa % de resina PAI		30,1	38,3	32,3	35,4	35,4	35,4	25,0
Partículas inorgânicas	Pó de óxido de titânio	10	10	10	10	10	10	-
	Pó de carboneto de silício	-	-	-	-	-	-	-
	Pó de sílica	-	-	-	-	-	-	-
Massa % de partículas inorgânicas por 100 massa % de resina PAI		15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	0
Agente de acoplamento silano	2-(3,4-epoxiciclohexil) etil trimetoxissilano	5	0,1	4	-	-	-	-
	3-glicodoxipropiltrimetoxissilano	-	-	-	2	-	-	-
	3-glicodoxipropilmetildietoxissilano	-	-	-	-	2	-	-
	3-glicodoxipropiltriethoxissilano	-	-	-	-	-	2	-
Massa % de agente de acoplamento silano por 100 massa % de resina PAI		7,7	0,2	6,2	3,1	3,1	3,1	0

Ainda, uma pluralidade de substratos 93, como primeiros membros, foi preparada cortando-se o lingote acima descrito com 30mm de comprimento, 30mm de largura e 5mm de espessura, conforme ilustrado na Fig. 14. As superfícies 93a dos substratos 93 foram revestidas, por spray aerossol, com as respectivas composições de revestimento para o uso em partes deslizantes de C1 a C37 que foram preparadas para ter as composições ilustradas nas Tabelas de 1 a Tabela 4 para formar os filmes de revestimento de 25 μ m de espessura. O revestimento também pode ser aplicado com rolo de transferência de cobertura, ao invés do spray aerossol. Os substratos 93 cada um tendo um revestimento formado na sua superfície interna foram aquecidos a 200^oC por 60 minutos sob condições atmosféricas para curar a resina PAI. Então os filmes deslizantes de C1 a C37 foram aplicados nos respectivos substratos 93.

A aspereza da superfície (Rz) de cada filme deslizante de C21 a C28 foi medida.

A profundidade de desgaste (μ m) foi obtido com um verificador de rolamento do mancal ilustrado na Fig. 13. Na medição da profundidade de desgaste com o verificador do rolamento do mancal, um primeiro eixo 92, como um segundo membro, que foi fabricado com aço carbono (S55C) e 20mm de diâmetro foi inserido e passado através de uma bucha consistida de um par de substratos 91. E a medição foi procedida enquanto foi estabelecida uma carga da bucha em 1000N, tempo de teste em 1 hora e o número de revoluções do eixo 92 contra a bucha em 500 rpm (5,2 m/seg) e constantemente suprida de óleo lubrificante entre a bucha e o eixo 92.

Ainda, pressão específica de travamento (MPa) foi obtida com um verificador tipo impulso ilustrado na Fig. 14. Na medição da pressão específica de

travamento com um verificador do tipo impulso, um membro cilíndrico 94, como um segundo membro, que foi fabricado com aço mola (SUJ2) foi girado na superfície 93a (uma primeira superfície de deslizamento) de cada substrato 93. A carga em um momento quando ocorreu o travamento entre a superfície 93a de cada substrato 93 e a superfície (uma segunda superfície de deslizamento) do membro cilíndrico 94 que é oposta à superfície 93a foi obtida enquanto girando o membro cilíndrico 94 a uma velocidade rotacional para aumentar 1,2 m/seg em um ciclo fixado (1MPa/2 mins), isto é, para aumentar a carga aplicada do membro cilíndrico 94 ao substrato 93. O coeficiente cinético de fricção também foi medido para cada substrato 93 logo após e 100 horas depois de começado o teste sob condições: uma velocidade de deslizamento de 1,2 m/seg e uma pressão específica de 9,8 MPa. Para os filmes deslizantes de C1 a C20 e C29 a C37, o coeficiente cinético de fricção não foi medido. Os resultados são ilustrados na Tabela 5 a Tabela 7.

Tabela 5

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Profundidade de Desgaste (μm)	24,0	22,1	16,5	15,5	21,8	14,6	15,2	9,5	6,8	7,7
Pressão de contato de travamento (MPa)	10	12	16	13	13	14	16	23	25 ou mais	25 ou mais

	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
Profundidade de Desgaste (μm)	7,8	5,9	6,5	5,8	6,2	7,2	6,9	8,1	7,2	Exposição do substrato
Pressão de contato de travamento (MPa)	24	25 ou mais	25 ou mais	22	24	24	25 ou mais	22	24	25 ou mais

Tabela 6

		C21	C22	C23	C24	C25	C26	C27	C28	C29	C30
Aspereza da superfície (Rz)		0,21	0,19	0,20	0,20	0,31	0,32	0,36	1,98	-	-
Coeficiente cinético de fricção	Logo após começar o teste	0,024	0,023	0,021	0,023	0,027	0,031	0,038	0,052	-	-
	100 horas após começar o teste	0,021	0,018	0,017	0,020	0,025	0,027	0,032	0,048	-	-
Profundidade de Desgaste (μm)		4,0	3,1	2,8	2,6	5,2	5,1	6,3	19,0	4,5	4,3
Pressão de contato de travamento (MPa)		21	22	25 ou mais	22	18	20	18	25 ou mais	25 ou mais	22

Tabela 7

		C31	C32	C33	C34	C35	C36	C37
Aspereza da superfície (Rz)		-	-	-	-	-	-	-
Coeficiente cinético de fricção	Logo após começar o teste	-	-	-	-	-	-	-
	100 horas após começar o teste	-	-	-	-	-	-	-
Profundidade de Desgaste (μm)		2,1	7,5	6,6	5,7	6,2	6,3	10,3
Pressão de contato de travamento (MPa)		25 ou mais	23	24	25 ou mais	24	24	20

Os dados dos filmes deslizantes de C1 a C4 e C20 ilustrados na Tabela 5 e C37 ilustrado na Tabela 7 indicam que quando um filme deslizante é formado de uma resina ligante que contém um lubrificante sólido e em cuja parte do lubrificante sólido é repostado com pó de óxido de titânio, isto não aumentou satisfatoriamente a resistência ao desgaste e resistência ao travamento. Em 5
adição, os dados nos filmes deslizantes C1, C5 a C7, e C20 ilustrados na Tabela 5 e C37 ilustrado na Tabela 7 indicam que quando um filme deslizante é formado de resina ligante que contém lubrificante sólido e em cuja parte do lubrificante sólido é repostado com um agente de acoplamento silano, isto não aumenta satisfatoriamente a resistência ao desgaste e resistência ao travamento.

Os dados nos filmes deslizantes C1, C8 a C10, e C20 ilustrados na Tabela 5 e C37 ilustrado na Tabela 7 indicam que quando um filme deslizante é formado de resina ligante que contém lubrificante sólido, pó de óxido de titânio e um agente de acoplamento silano, isto particularmente aumenta a resistência ao 15
desgaste e resistência ao travamento.

Os dados nos filmes deslizantes C11 a C19 ilustrados na Tabela 5, C30 ilustrados na Tabela 6, e C31 a C36 na Tabela 7 indicam que quando um filme deslizante é formado por resina ligante que contém lubrificante sólido, pó de óxido de titânio, e um agente de acoplamento silano, se a porcentagem do agente 20
de acoplamento silano para a resina PAI for na faixa entre 0,1% por massa a 10% por massa, inclusive, centralizado em 3% por massa, isto particularmente aumenta a resistência ao desgaste e a resistência ao travamento. Por outro lado, os dados dos filmes deslizantes C14 e C15 ilustrados na Tabela 5 indicam que mesmo se a quantidade de resina ligante for diminuída comparada com a dos 25
filmes deslizantes C12 e C13, tanto quanto o filme contenha pó de óxido de titânio

e o agente de acoplamento silano sua resistência ao desgaste é excelente e sua resistência ao travamento não piora significativamente.

Os dados dos filmes deslizantes C9 e C16 a C19 ilustrados na Tabela 5 e C34 a C36 ilustrados na Tabela indicam que tanto quanto o agente de acoplamento silano for 2-(3, 4-epoxicicloexil) etil trimetoxissilano, 3-trietoxissilil-N-(1,3-dimetil-butilideno) propilamina, N-fenil-3-aminopropil trimetoxissilano, 3-ureidopropil trietoxissilano, 3-isocianatopropil trietoxissilano, 3-glicodoxipropil trimetoxissilano, 3-glicodoxipropil metildietoxissilano, ou 3-glicodoxipropil trietoxissilano, os filmes deslizantes todos tem excelente resistência ao desgaste e resistência ao travamento. Particularmente aqueles usando 2-(3, 4-epoxicicloexil) etil trimetoxissilano, 3-glicodoxipropil trimetoxissilano, 3-glicodoxipropil metildietoxissilano ou 3-glicodoxipropil trietoxissilano são preferíveis em termos de estabilidade de armazenamento.

Os dados dos filmes deslizantes C20 ilustrados na Tabela 5, C21 a C25 ilustrados na Tabela 6, e C37 ilustrado na Tabela 7 indicam que os filmes deslizantes formados de composição de revestimento para o uso em partes deslizantes que contêm pó de óxido de titânio é melhor em resistência ao desgaste do que aqueles formados de composição de revestimento para o uso em partes deslizantes que não contêm pó de óxido de titânio. Os filmes deslizantes nos quais o conteúdo de pó de óxido de titânio em resina PAI é mais do que 35% por massa são menos efetivos em diminuir a profundidade do desgaste.

Os dados do filme deslizante C20 ilustrados na Tabela 5, C23, C26 e C27 ilustrados na Tabela 6, e C37 ilustrado na Tabela 7 indicam que os filmes deslizantes formados por composições de revestimento para o uso em partes

deslizantes que contêm partículas inorgânicas são melhores em resistência ao desgaste do que aqueles formados por composições de revestimento para o uso em partes deslizantes que não contêm partículas inorgânicas; no entanto, os filmes deslizantes usando pó de carboneto de silício ou pó de sílica como partículas inorgânicas são bons em resistência ao desgaste em alguma extensão, mas pobres em resistência ao travamento. O mesmo é verdadeiro para filmes deslizantes usando pó de alumina. Em contraste, os filmes deslizantes usando pó de óxido de titânio são bons em ambas, resistência ao desgaste e resistência ao travamento.

Ainda, nos filmes deslizantes usando pó de óxido de titânio, sua aspereza de superfície é menor e sua suavidade de superfície é melhor do que a dos filmes deslizantes usando pó de carboneto de silício ou pó de sílica. Para comparar com os dados dos filmes deslizantes C28 e C29 ilustrados na Tabela 6 indicam que os filmes deslizantes usando pó de óxido de titânio exercem melhor efeito de prevenir o lubrificante sólido de cair fora dos filmes e possuem aumento de resistência ao desgaste mais marcadamente do que filmes deslizantes usando uma quantidade de lubrificante sólido aumentada. Isto é porque o pó de óxido de titânio possui excelente dispersabilidade na resina ligante. Apesar do pó de óxido de titânio tendo um diâmetro primário médio da partícula de $0,3\mu\text{m}$ ser usado nos testes, mesmo se o pó de óxido de titânio possuir um diâmetro primário médio da partícula de menos de $0,3\mu\text{m}$ ou mais do que $0,3\mu\text{m}$, tanto quanto possuir um diâmetro médio de $1\mu\text{m}$ ou menos, o pó de óxido de titânio possui excelente dispersabilidade na resina ligante e exerce excelente efeito de prevenir o lubrificante sólido de cair fora dos filmes, com o que pode prover aumento da resistência ao desgaste marcadamente.

Os dados no filme deslizante C30 ilustrado na Tabela 6 e C31
ilustrado na Tabela 7 mostram que os filmes deslizantes usando um agente de
acoplagem silano são superiores em resistência ao desgaste do que aqueles não
usando agente de acoplagem silano. A razão para isto é inferida a que um agente
5 de acoplagem silano serve para ligar o lubrificante sólido e o pó de óxido de
titânio firmemente a resina ligante e prender a mesma firmemente ao substrato.

Os presentes exemplos e incorporações devem ser considerados
como ilustrativos e não restritivos e a invenção não deve estar limitada aos
detalhes aqui fornecidos, mas pode ser modificada dentro do escopo e
10 equivalência das reivindicações anexas

REIVINDICAÇÕES

1. “COMPRESSOR”, consistido de um primeiro membro tendo uma primeira superfície de deslizamento e um segundo membro tendo uma segunda superfície de deslizamento, em que uma das superfícies de deslizamento desliza na outra superfície de deslizamento, um filme deslizante feito de uma resina ligante é formado em pelo menos uma da primeira superfície de deslizamento e da segunda superfície de deslizamento, a resina ligante contendo pelo menos lubrificante sólido e partículas inorgânicas, o compressor sendo **caracterizado** pelas partículas inorgânicas serem de pó de óxido de titânio.
2. “COMPRESSOR”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo filme deslizante conter um agente de acoplamento.
3. “COMPRESSOR”, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo agente de acoplamento ser um agente de acoplamento silano.
4. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pela resina ligante ser uma poliamida-imida.
5. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado** pelo lubrificante sólido ser politetrafluoroetileno.
6. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado** pelo diâmetro primário médio da partícula do pó de titânio ser 1µm ou menos.
7. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** por, no filme deslizante, o conteúdo de pó de óxido de titânio e relação a resina ligante ser na faixa entre 5% por massa e 35% por massa, inclusive.
8. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** por, no filme deslizante, o conteúdo de pó de óxido de titânio e relação

a resina ligante ser na faixa entre 10% por massa e 20% por massa, inclusive.

9. "COMPOSIÇÃO DE REVESTIMENTO", de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo lubrificante sólido ser politetrafluoroetileno e a resina ligante ser poliamida-imida.

10. "COMPRESSOR", de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo filme deslizante conter um agente de acoplamento.

11. "COMPRESSOR", de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo agente de acoplamento ser um agente de acoplamento silano.

12. "COMPRESSOR", de acordo com qualquer das reivindicações de 10 a 11, **caracterizado** pelo diâmetro primário médio da partícula do pó de titânio ser 1µm ou menos.

13. "COMPRESSOR", de acordo com qualquer das reivindicações de 9 a 12, **caracterizado** por, no filme deslizante, o conteúdo de pó de óxido de titânio e relação a resina ligante ser na faixa entre 5% por massa e 35% por massa, inclusive.

14. "COMPRESSOR", de acordo com qualquer das reivindicações de 9 a 12, **caracterizado** por, no filme deslizante, o conteúdo de pó de óxido de titânio e relação a resina ligante ser na faixa entre 10% por massa e 20% por massa, inclusive.

15. "COMPRESSOR", de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 14, **caracterizado** por ainda compreender:

uma carcaça na qual uma câmara de sucção, uma câmara de descarga, e um cilindro são definidos;

um eixo de acionamento, que é rotativamente suportado pela carcaça,

um pistão acomodado no cilindro, em que o pistão reciproca no cilindro e define uma câmara de compressão no cilindro; e

uma bailarina, em que a bailarina é engatada com o pistão via sapatas de tal modo

que a rotação do eixo de acionamento é convertida na reciprocação do pistão, em que o primeiro membro inclui as sapatas, e em que o segundo membro inclui pelo menos um dos pistões e a bailarina.

16. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 14, **caracterizado** por ainda compreender:

uma carcaça na qual uma câmara de sucção, uma câmara de descarga, e um cilindro são definidos;

um eixo de acionamento, que é rotativamente suportado pela carcaça,

um pistão acomodado no cilindro, em que o pistão reciproca no cilindro e define uma câmara de compressão no cilindro; e

uma bailarina, em que a bailarina é engatada com o pistão via sapatas de tal modo que a rotação do eixo de acionamento é convertida na reciprocação do pistão, em que o primeiro membro inclui a carcaça, e em que o segundo membro inclui pelo menos um dos, eixo de acionamento e pistão.

17. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 14, **caracterizado** por ainda compreender:

uma carcaça na qual uma câmara de sucção, uma câmara de descarga, e um cilindro são definidos;

um eixo de acionamento, que é rotativamente suportado pela carcaça,

um pistão acomodado no cilindro, em que o pistão reciproca no cilindro e define uma câmara de compressão no cilindro; e

uma bailarina, em que a bailarina é engatada com o pistão via sapatas de tal modo que a rotação do eixo de acionamento é convertida na reciprocação do pistão, em que o primeiro membro inclui o pistão, e em que o segundo membro inclui a bailarina.

18. “COMPRESSOR”, de acordo com qualquer das reivindicações de 1 a 14,

caracterizado por ainda compreender:

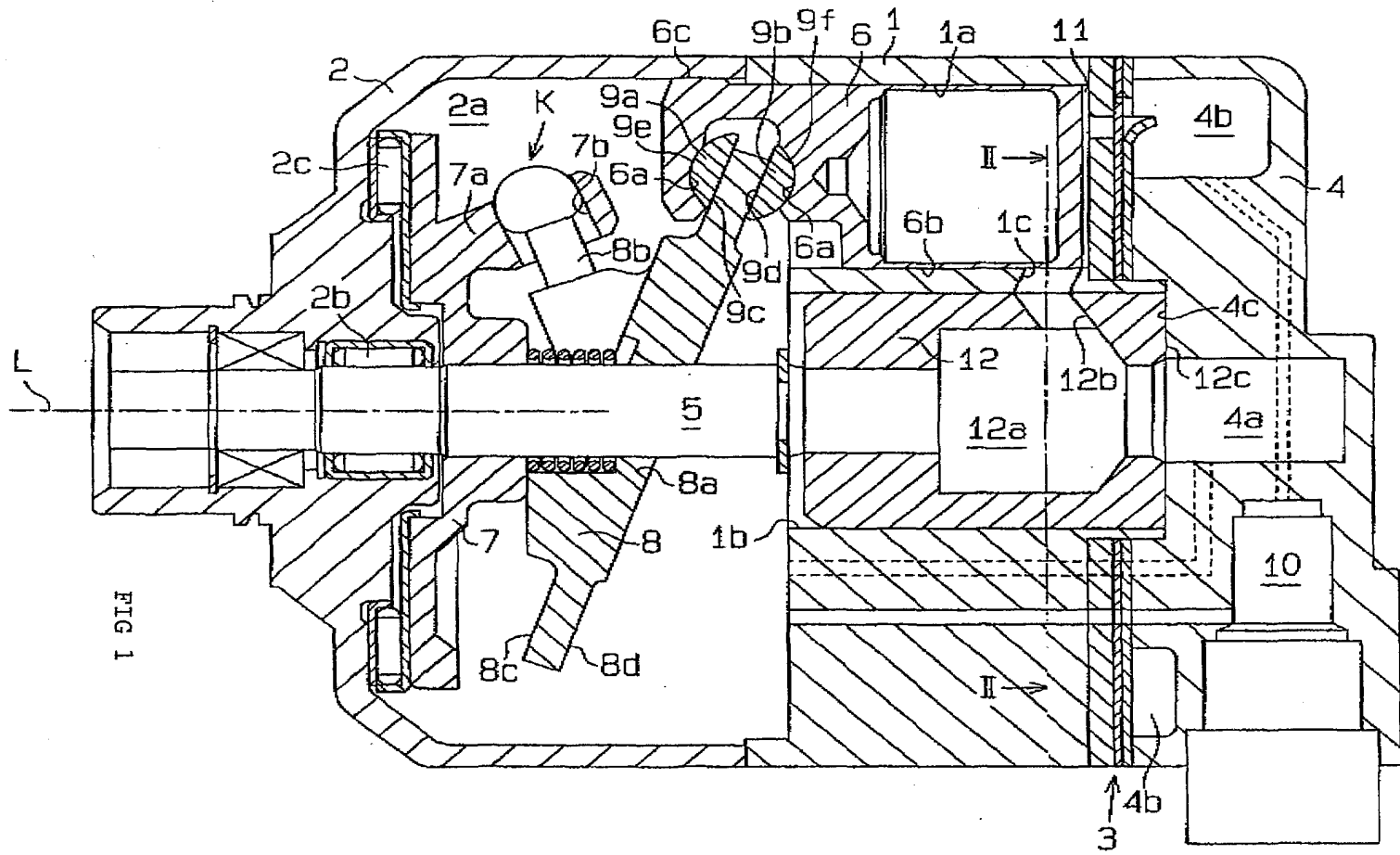
uma carcaça na qual uma câmara de sucção, uma câmara de descarga, e um cilindro são definidos;

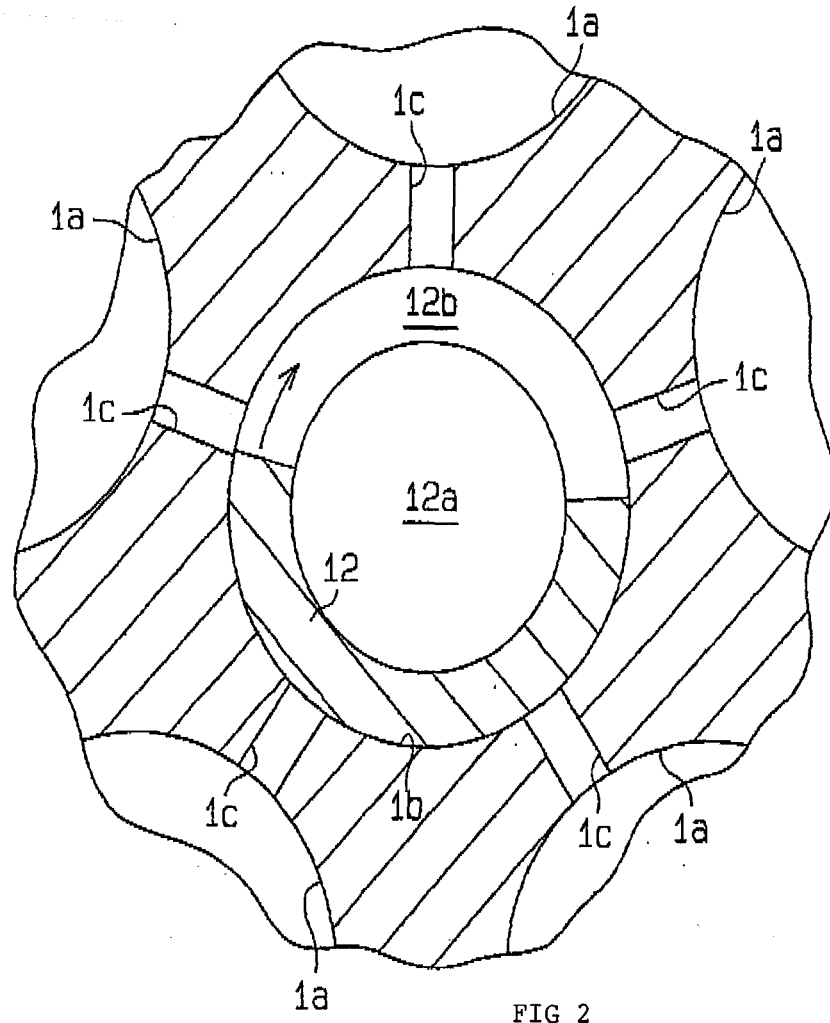
um eixo de acionamento, que é rotativamente suportado pela carcaça,

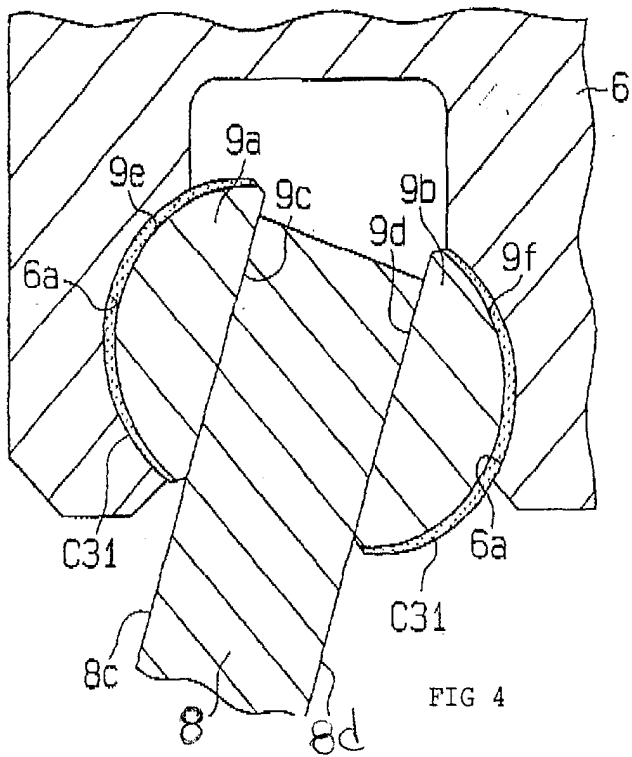
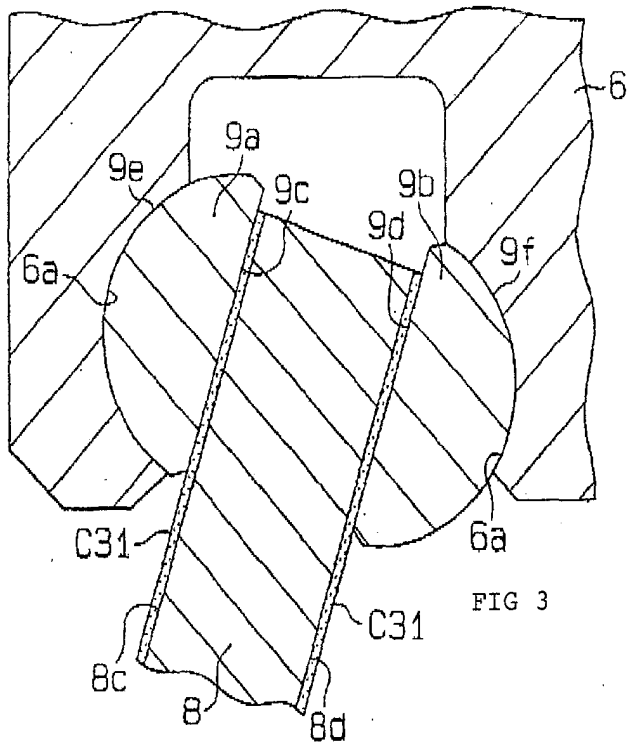
um pistão acomodado no cilindro, em que o pistão reciproca no cilindro e define uma câmara de compressão no cilindro; e

uma bailarina, em que a bailarina é engatada com o pistão via sapatas de tal modo que a rotação do eixo de acionamento é convertida na reciprocação do pistão,

em que o primeiro membro inclui a carcaça, e em que o segundo membro inclui a válvula rotatória.







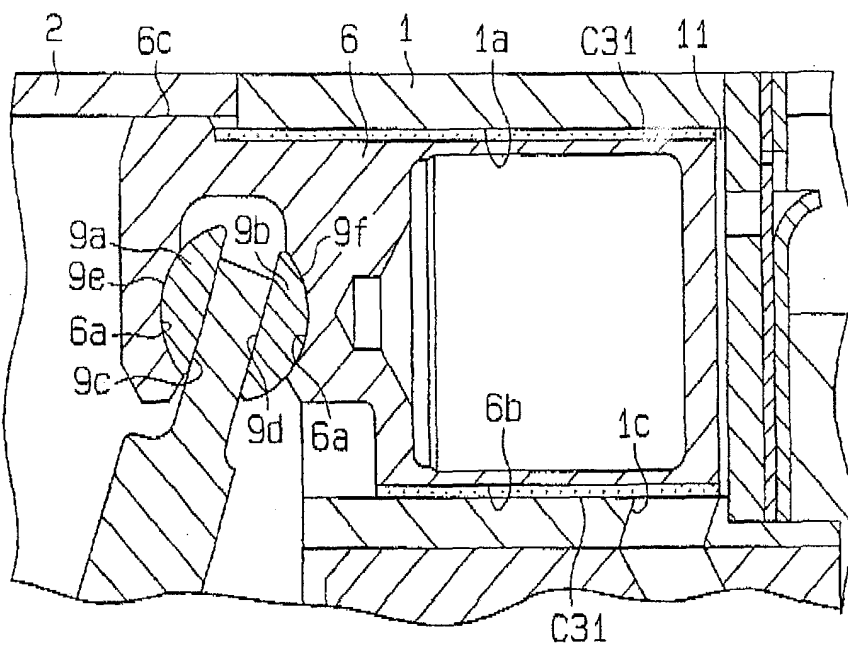


FIG 5

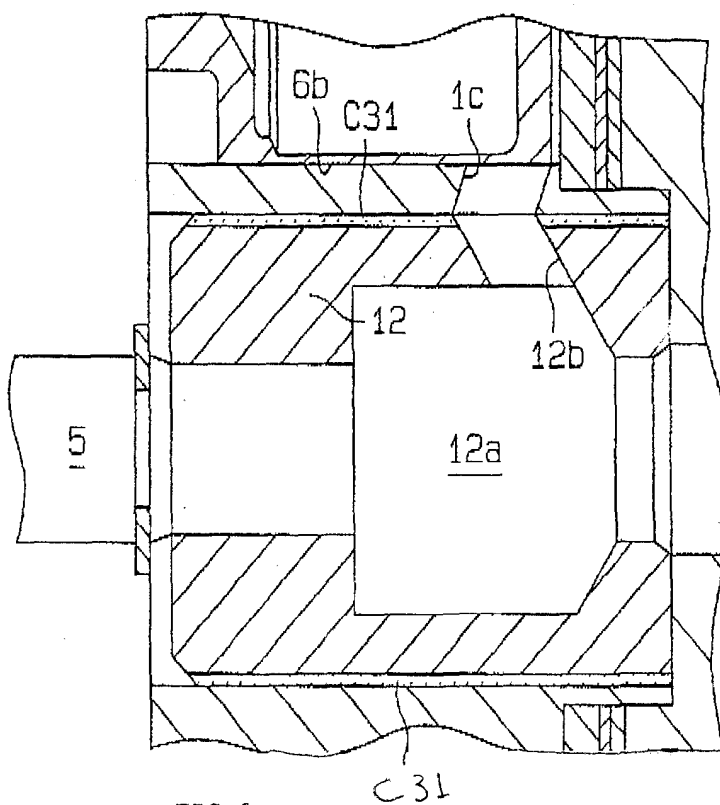


FIG 6

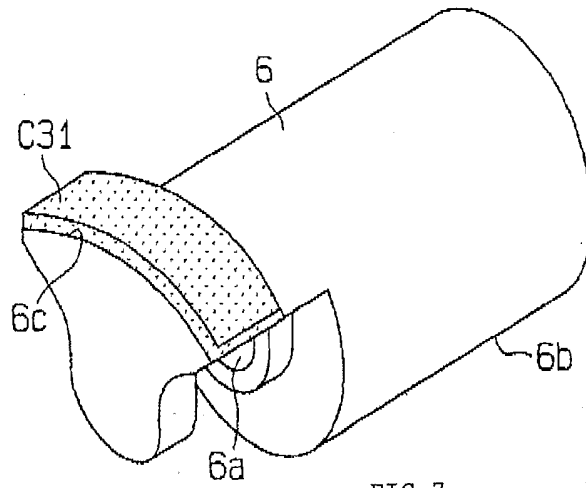


FIG 7

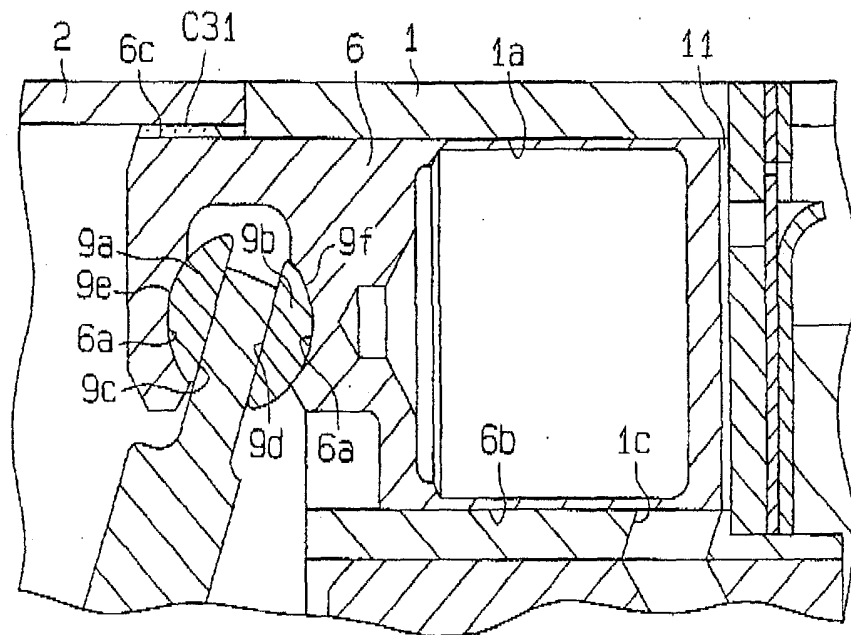


FIG 8

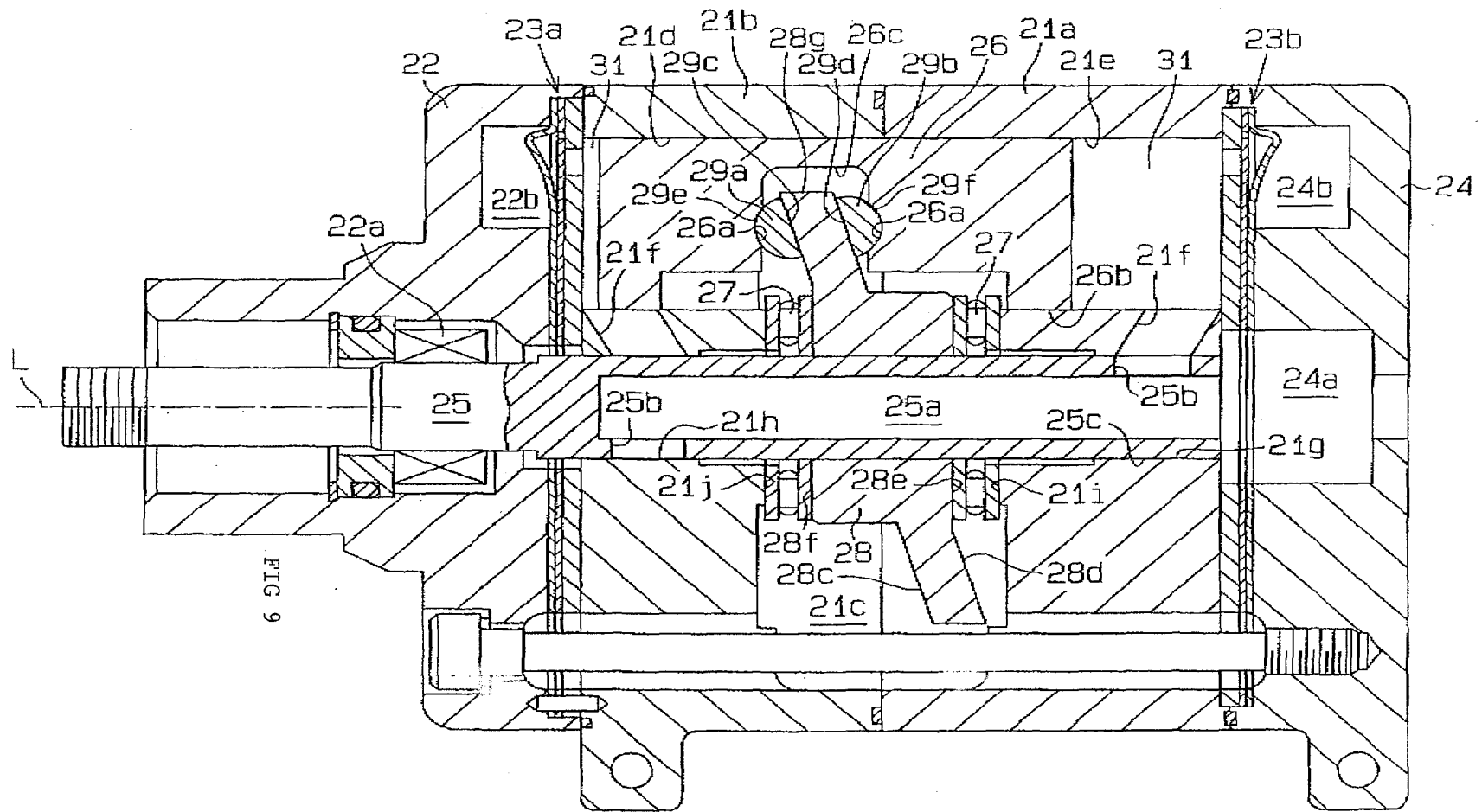


FIG 9

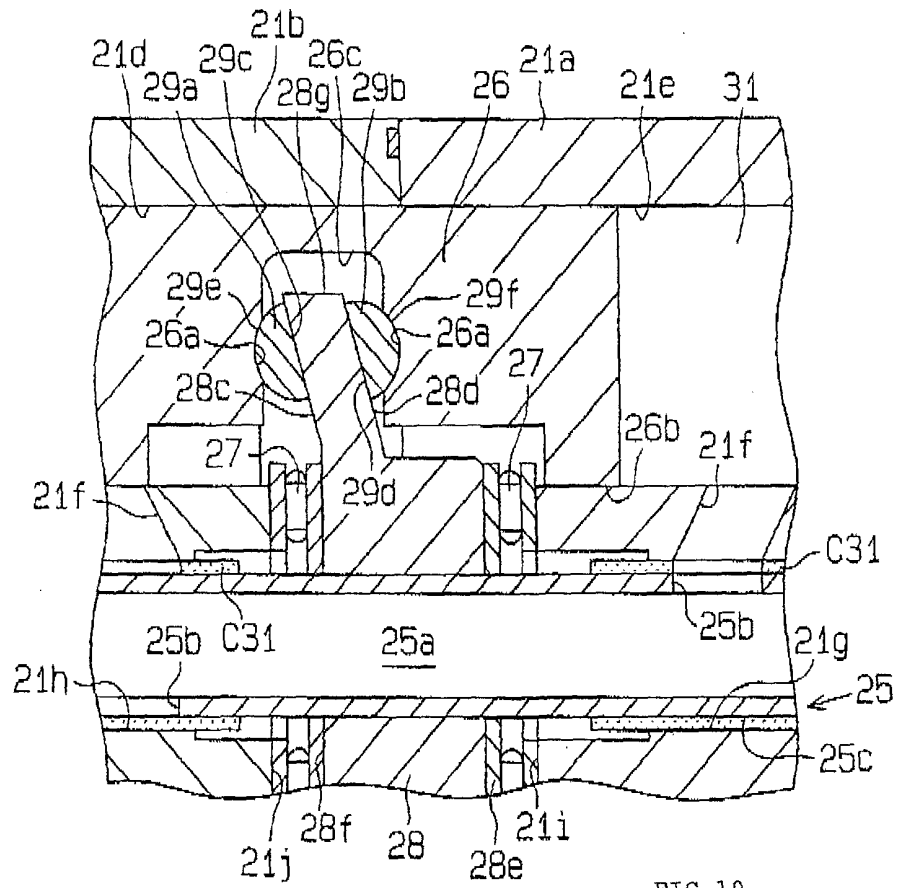
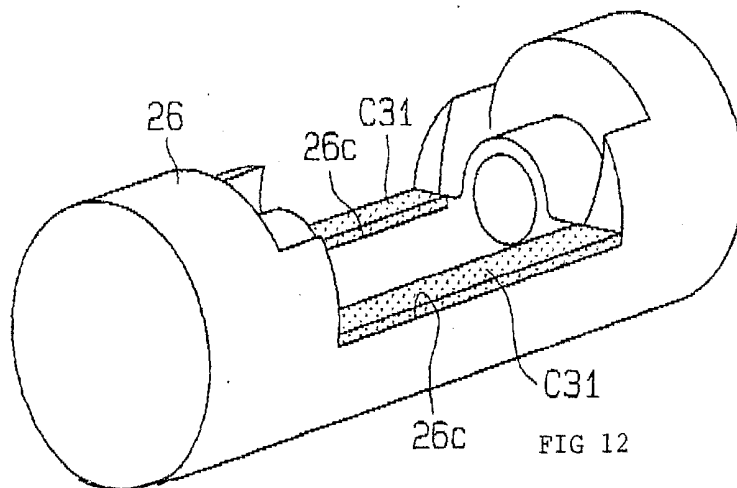
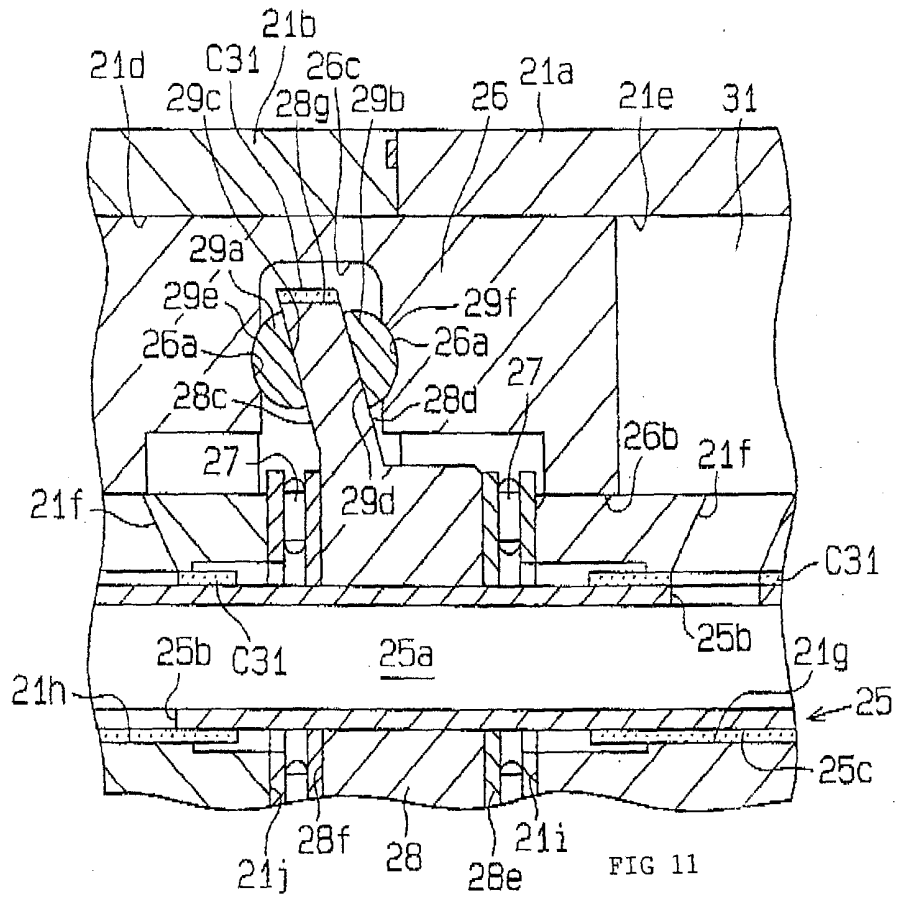


FIG 10



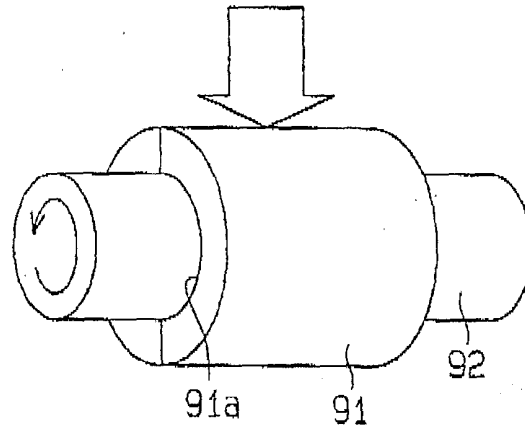


FIG 13

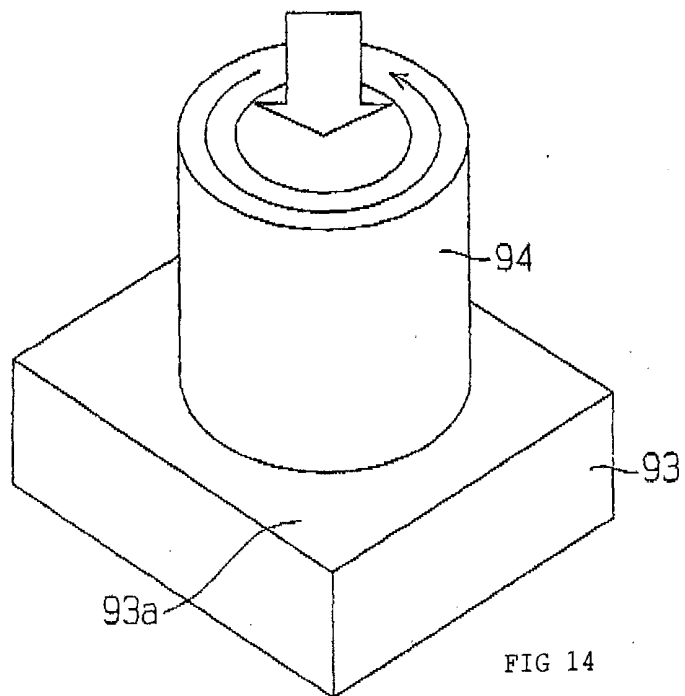


FIG 14