



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

(11) PI 0601468-2 B1

(22) Data do Depósito: 28/04/2006

(45) Data de Concessão: 29/08/2017



(54) Título: ELEMENTO DE MANCAL E MOTOR COM UM EIXO

(51) Int.Cl.: F16C 17/02; F16C 33/20; B32B 15/08

(52) CPC: F16C 17/02, F16C 33/201, B32B 15/08

(30) Prioridade Unionista: 05/10/2005 AT A 1625/2005, 29/04/2005 AT A 734/2005

(73) Titular(es): MIBA GLEITLAGER GMBH

(72) Inventor(es): HUBERT LANG

ELEMENTO DE MANCAL E MOTOR COM UM EIXO

A invenção refere-se a um elemento de mancal com um corpo de apoio metálico, uma camada de metal antifricção disposta acima bem como uma camada de polímero disposta
5 acima desta, sendo que a camada de polímero abrange uma resina de poliimida, dissulfeto de molibdênio (MoS_2) e grafite, um motor com um eixo, que está sustentado por um elemento de mancal, sendo que o elemento de mancal abrange ao menos um corpo de apoio metálico e uma camada de metal
10 antifricção disposta acima, bem como ao emprego de uma laca de deslizamento consistindo em um polímero.

Revestimentos de componentes estruturais ou áreas tribologicamente solicitados devem satisfazer os mais diversos requisitos. De um lado, deseja-se um revestimento
15 tão pobre em fricção quanto possível, que seja relativamente suave e, por conseguinte, possa se adaptar bem a ajustes condicionados pelo desgaste bem como a parceiros deslizantes. De outro lado, deve ser dada uma estabilidade e resistência mecânica suficientemente alta,
20 para se poder absorver também solicitações dinâmicas por oscilação, além das estáticas, e assim aumentar a resistência duradoura e a vida útil. As evoluções, por exemplo na indústria de motores, apontam na direção de maiores potências específicas, especialmente tendo em vista
25 normas de gás de descarga cada vez mais rigorosas, para aumentar o grau de eficácia e, portanto, a economicidade e a compatibilidade ambiental de motores de combustão interna. Essa evolução afetou uma pluralidade de componentes de um motor de combustão interna, como por
30 exemplo os mancais planos extremamente solicitados devido

às pressões de ignição sempre crescentes decorrentes dos torques muito elevados e para otimização do processo de combustão, por exemplo de um motor turbo-diesel de injeção direta. Devido aos sistemas de injeção potentes desses
5 motores, são igualmente expostos a essas altas solicitações os componentes das bombas de injeção e seus instrumentos de medição ou, devido a maiores potências, também outros componentes estruturais, como tuchos, pinos ou rolamentos, que são solicitados deslizando. Frequentemente, ligas
10 de alumínio são empregadas para esses componentes, pois assim, em princípio, pode ser obtida uma boa relação entre propriedades alcançáveis e custos a serem aplicados.

Evoluções mais recentes nessa área - embora seu emprego em princípio nesse setor já seja conhecido há
15 alguns anos - apontam cada vez mais para o emprego de assim chamadas lacas de deslizamento.

Por exemplo, a patente alemã DE 22 06 400 A assim descreve um material composto com corpo de apoio metálico e uma camada de fricção ou deslizamento, unida com o corpo de
20 apoio por meio de cola, consistindo em plásticos termicamente altamente solicitáveis, que contém resinas de poliimida endurecíveis a quente e aditivos aperfeiçoadores das propriedades de curso do mancal, como politetrafluoretileno, ligas de mancal metálicas ou
25 semelhantes, sendo que a camada de fricção ou deslizamento contém as resinas de poliimida e os aditivos aperfeiçoadores da propriedade de curso como mistura de forma finamente granulosa ou finamente pulverizada, e como aglutinante laca de poliimida, que tanto liga a mistura
30 finamente granulosa ou finamente pulverizada na camada de

fricção ou deslizamento como também une a própria camada de fricção ou deslizamento com o corpo de apoio. A camada de deslizamento pode então conter entre 70 e 20 % em peso de resinas de poliimida endurecíveis a quente e cerca de 30 a 5 80 % em peso de aditivos autolubrificantes. Como aditivos autolubrificantes são mencionados grafite, dissulfeto de molibdênio bem como óxidos.

Da patente européia EP 0 939 106 A é conhecido um material de camada de deslizamento, que contém como 10 material de matriz PTFE ou PTFE em combinação com outros fluor-termoplásticos, cujo ponto de fusão se situa acima de 260 °C, sendo que está contida ao menos uma poliaramida em forma de pó, cuja fração com relação à quantidade total de PTFE ou da mistura de PTFE e outros fluor-termoplásticos e 15 da poliamida importa em 10 a 50 % em volume.

Também na patente européia EP 1 236 914 A está descrito um mancal de deslizamento, que apresenta um revestimento de resina sobre uma camada de metal antifricção, sendo que o revestimento de resina apresenta 20 uma resina endurecível a quente com determinadas propriedades físicas em uma quantidade de 30 a 70 % em vol. e sendo que a dureza segundo Vickers não é superior a 20. A resina pode, por exemplo, ser uma resina de poliamidimida. Como aditivos autolubrificantes são mencionados sulfeto de 25 molibdênio, grafite, nitreto de boro, dissulfeto de volfrâmio, politetrafluoretileno, chumbo, etc..

Polímeros para emprego como material de revestimento de elementos de deslizamento são também ainda descritos nos seguintes documentos:

30 US 5,525,246 A, JP 60-1424 A, EP 0 984 182 A, JP 04-

83914 A, JP 07-247493 A, GB 2 337 306 A, JP 09-79262 A, JP 2001/173644 A, DE 20 00 632 A, DE 33 43 309 A, DE 32 21 785 A, WO 97/38046 A, EP 0 340 839 A, EP 0 044 577 A, EP 0 340 838 A, DE 24 15 327 A, EP 060 724 A, DE 198 14 756 A, US 5 4,618,270 A, DE 25 04 833 A, FR 21 33 320 A, GB 2 384 033 B, JP 53-007780 A.

A invenção tem por objetivo disponibilizar um elemento de mancal com um revestimento de polímero, que apresente propriedades aperfeiçoadas.

10 Esse objetivo da invenção é atingido respectivamente independentemente pelo fato de que a fração da resina de poliimida na camada de polímero do elemento de mancal é selecionada de uma faixa com um limite inferior de 60 % e um limite superior de 80 %, a fração de MoS_2 é selecionada
15 de uma faixa com um limite inferior de 15 % e um limite superior de 25 % e a fração de grafite é selecionada de uma faixa com um limite inferior de 5 % e um limite superior de 15 %, sendo que a fração da resina de poliimida de preferência se refere à resina de poliimida dissolvida no
20 solvente a ser removido, portanto à fração da resina na laca a ser aplicada por um motor, em que para impedir a transmissão de material do eixo para o elemento de mancal com eixo fixo sobre a camada de metal antifricção está disposta uma camada de polímero, bem como pelo emprego de
25 uma laca de deslizamento para tanto.

Em comparação com revestimentos de laca de deslizamento já empregados na região do mancal de deslizamento, a composição de acordo com a invenção exhibe, surpreendentemente, apesar da elevada fração de MoS_2 e
30 grafite na resina de poliimida, um aperfeiçoamento

inesperado da resistência ao desgaste do elemento de mancal. Era inesperado porque com resina de poliimida decrescente, que pode ser considerada entre outros como aglutinante para os aditivos redutores de fricção, seria de
5 esperar que a coesão da camada piorasse, que esta afinal "se rompesse". Graças à fração selecionada de MoS_2 e grafite, especialmente à relação da fração de MoS_2 para grafite, isso não ocorre, não tendo a depositante no momento uma teoria que explique isso. É de se supor, no
10 entanto, uma interação entre as partículas de MoS_2 e grafite.

Além da melhor resistência ao desgaste, com o elemento de mancal de acordo com a invenção se obtém ainda uma melhor resistência à cavitação. Além disso, se verificou
15 também menor suscetibilidade a corrosão.

É ainda vantajoso que a camada de polímero de acordo com a invenção possa ser aplicada diretamente sobre a camada de metal do mancal, isto é, que não mais seja necessária uma camada de níquel como bloqueio de difusão,
20 usualmente empregada em mancais deslizantes convencionais, conhecidos do estado atual da técnica, de modo que um elemento de mancal de acordo com a invenção não apenas ao menos se equipara a mancais de deslizamento de múltiplas camadas usuais no tocante à sua propriedade mecânica, mas,
25 além disso, pode ser obtida uma correspondente vantagem de custo quando da fabricação do elemento de mancal de acordo com a invenção.

É ainda vantajoso que a camada de polímero de acordo com a invenção não está restrita a elementos de mancal
30 especiais, mas pode ser aplicada, como se sabe, sobre todo

metal antifricção.

No passado, em materiais de mancal de alumínio ocorriam falhas de mancal, que provavelmente se deviam a uma transferência de material e a microssoldagem do material de mancal sobre o eixo, provocadas por micromovimentos. Tais transferências de material podem ocorrer quando o eixo assenta estaticamente sobre o mancal, mas todo o sistema realiza micromovimentos, por exemplo quando do transporte de um motor montado para o local de emprego, ou quando da operação de vários motores lado a lado, embora nem todos funcionem simultaneamente. Com um motor de acordo com a invenção isso é vantajosamente impedido pela camada de polímero, pois essa camada praticamente não apresenta afinidade com o aço. Mas, mesmo que ocorra uma transferência de material em pequena medida, por exemplo, por uma incorporação da laca de deslizamento no áspero perfil em profundidade do eixo, isso igualmente não constitui um problema, pois um emparelhamento laca de deslizamento-laca de deslizamento que se forma consequentemente apresenta um valor de fricção ainda menor do que o emparelhamento laca de deslizamento-aço.

Em variantes de execução da invenção, a fração da resina de poliimida, novamente de preferência aplicada a resina de poliimida com solvente, pode ser selecionada de uma faixa com um limite inferior de 65% e um limite superior de 75% ou um limite inferior de 67,5% e um limite superior de 72,5%, ou a fração da resina de poliamida pode importar em 70%.

É igualmente vantajoso que a fração de MoS_2 seja selecionada de uma faixa com um limite inferior de 17% e um

limite superior de 22% ou de um limite inferior de 18,5% e um limite superior de 21,5%, ou que a fração de MoS_2 importe em 20%.

Em outras configurações está ainda previsto que a
5 fração de grafite seja selecionada de uma faixa com um limite inferior de 7% e um limite superior de 13% ou um limite inferior de 8,5% e um limite superior de 11,5%, ou que a fração de grafite importe em 10%.

Em todas essas variantes - ou em todos os dados sobre
10 limites de faixa inferiores e superiores que ainda se sigam - é possível que as respectivas frações, se necessário, também possam ser selecionadas das respectivas faixas marginais entre os limites inferiores ou os limites superiores.

15 Comprovou-se particularmente vantajoso que como resina de poliimida seja empregada uma resina de poliamidimida para a camada de polímero.

Graças às medidas anteriormente mencionadas não apenas é possível obter uma otimização no tocante a todas as
20 propriedades da camada de polímero, mas também com isso também é especificamente possível adaptar distintas propriedades, como por exemplo resistência ao desgaste, resistência à corrosão, resistência contra soldagem por fricção, etc. ao respectivo caso de emprego, ainda que isso
25 implique em que as outras propriedades da camada de polímero não sejam aperfeiçoadas na mesma extensão.

As plaquetas de MoS_2 podem ter um comprimento médio, selecionado de uma faixa com um limite inferior de 10 μm e um limite superior de 40 μm ou de um limite inferior de 15
30 μm e um limite superior de 35 μm ou um limite inferior de

18 μm e um limite superior de 25 μm , e/ou uma largura média, selecionada de uma faixa com um limite inferior de 10 μm e um limite superior de 40 μm , ou de um limite inferior de 15 μm e um limite superior de 35 μm , ou de um
5 limite inferior de 18 μm e um limite superior de 25 μm , e/ou uma altura média, selecionada de uma faixa com um limite inferior de 2 nm e um limite superior de 20 nm ou limite inferior de 5 nm e um limite superior de 15 nm ou um limite inferior de 5 nm e um limite superior de 8 nm.

10 É igualmente possível que esteja contido um grafite com um tamanho de grão selecionado de uma faixa com um limite inferior de 2 μm e um limite superior de 8 μm .

A relação de MoS_2 para grafite pode, segundo uma outra configuração da invenção, ser selecionada de uma faixa com
15 um limite inferior de 1,5:1 e um limite superior de 4,5:1.

Com isso, o comportamento autolubrificante da camada de polímero pode ser variada em amplos limites, de modo que eventualmente, sob consideração das respectivas frações de MoS_2 ou grafite, isto é, com variação das relações de
20 fração, esses dois aditivos à resina de poliimida, por sua vez ao menos uma das propriedades da camada de polímero pode ser especialmente adaptada ao respectivo caso de aplicação.

A camada de metal antifricção pode ser formada por uma
25 liga, selecionada de um grupo abrangendo ligas à base de alumínio, ligas à base de estanho, ligas à base de chumbo, ligas à base de cobre, ligas à base de CuPb , ligas à base de AlSn , ligas à base de AlZn , AlSi , AlSnSi , CuAl , CuSn , CuZn , CuSnZn , CuZnSn , CuBi bem como AlBi , sendo que estes
30 são bastante conhecidos com relação a suas propriedades da

literatura pertinente sobre elementos de mancal, de modo que se dispensa maior explicação nesse particular. Obtém-se assim a vantagem de que a resistência de aderência da camada de polímero sobre esses materiais de metal antifricção é aperfeiçoada mesmo sem o emprego de camadas 5 promotoras de aderência eventualmente requeridas.

Como já mencionado, é também vantajoso dispor a camada de polímero diretamente sobre a camada de metal antifricção, de modo que se pode renunciar a camadas 10 bloqueadoras de difusão usualmente empregadas, como por exemplo, barreiras de níquel.

É igualmente possível, especialmente com uma resistência de aderência suficiente, que a camada de metal antifricção seja diretamente disposta sobre o corpo de 15 apoio, portanto novamente sem a disposição de camadas intermediárias e promotores de aderência, podendo ser assim simplificada a estrutura do elemento de mancal e, portanto, eventualmente também baixados os custos de fabricação.

Verificou-se também vantajoso, no decorrer do teste do 20 elemento de mancal de acordo com a invenção, ser conveniente que a superfície da camada de polímero apresente um valor de aspereza médio aritmético Ra segundo DIN EN ISO 4287 ou ASME B 46.1 selecionado de uma faixa com um limite inferior de 0,2 μm e um limite superior de 1,5 μm 25 ou um limite inferior de 0,5 μm e um limite superior de 1,0 μm ou um limite inferior de 0,8 μm e um limite superior de 0,9 μm ou que, segundo outras variantes de execução, a superfície da camada de polímero apresente uma altura de perfil de aspereza Rz segundo DIN EN ISO 4287 ou ASME B 30 46,1 selecionada de uma faixa com um limite inferior de 0,5

μm e um limite superior de $10\ \mu\text{m}$ ou um limite inferior de $3\ \mu\text{m}$ e um limite superior de $8\ \mu\text{m}$ ou um limite inferior de $5\ \mu\text{m}$ e um limite superior de $6\ \mu\text{m}$.

5 Graças a essas medidas se consegue, de um lado, que durante a fase de início de funcionamento, devido às pontas de perfil - vistas com relação a toda a superfície interior do elemento de mancal -, seja formada menor área de contato para com o eixo a ser apoiado e, assim, predomine uma fricção menor do que seria de esperar apenas com base na
10 seleção de material ou de um par de resina de poliimida-
aço, e, de outro lado, após essa fase de início de funcionamento, essas pontas sejam eventualmente em tal medida esmerilhadas que o suporte apresente as requeridas tolerâncias de folga.

15 A camada de polímero pode apresentar uma espessura média, selecionada de uma faixa com um limite inferior de $1\ \mu\text{m}$ e um limite superior de $40\ \mu\text{m}$ ou um limite inferior de $3\ \mu\text{m}$ e um limite superior de $30\ \mu\text{m}$ ou um limite inferior de $4\ \mu\text{m}$ e um limite superior de $25\ \mu\text{m}$, com o quê o elemento de
20 mancal novamente pode ser adaptado ao respectivo caso de aplicação, como por exemplo, mancal grande ou mancal pequeno, e assim, com propriedades do elemento de mancal constantes, asseguradas confiavelmente a longo prazo, possa ser obtida uma correspondente otimização de custos.

25 A camada de polímero apresenta, vantajosamente, uma dureza segundo Vickers, selecionada de uma faixa com um limite inferior de 20 IIV e um limite superior de 45 HV ou um limite inferior de 22 HV e um limite superior de 35 HV ou um limite inferior de 25 IIV e um limite superior de 30
30 HV, com o que podem ser obtidas propriedades de

deslizamento correspondentemente aperfeiçoadas com
suficiente resistência de durabilidade do elemento de
mancal. O elemento de mancal é executado especialmente como
chumaceira ou semi-chumaceira de mancal de deslizamento ou
5 bucha de mancal.

A camada de polímero empregada em um motor com eixo
fixo para um elemento de mancal é formada especialmente por
uma camada de polímero com composição de acordo com a
invenção. Mas também é possível que a camada de polímero
10 seja formada por um polímero, selecionado de um grupo
abrangendo politetrafluoretileno, resinas de poliimida,
resinas epóxi, resinas fenólicas, poliamida 6, poliamida
66, polioximetileno, silicones, poliariletercetonas,
poarileteretercetonas, difluoretos de polivinilideno,
15 sulfetos de polietileno, com o quê pode ocorrer uma
correspondente adaptação ao movimento a ser esperado, pois
esses polímeros apresentam propriedades perfeitamente
distintas, especialmente no tocante à transferência de
material do eixo para o elemento de mancal, que é provocada
20 pelo micromovimento.

À camada de polímero podem então ser acrescentados
outros aditivos redutores de fricção, como por exemplo,
MoS₂, grafite, nitreto de boro (hexagonal), dissulfeto de
volfrâmio, PTFE, chumbo, de modo que essa camada de
25 polímero pode ser empregada não apenas como "segurança de
transporte", mas sim ao menos na fase de início de
funcionamento do motor é estabelecida uma fricção de
deslizamento correspondentemente reduzida entre o elemento
de mancal e o eixo.

30 Como já mencionado, sobre um elemento de mancal pode

ser empregada uma laca de deslizamento constituída de um polímero, especialmente selecionado de um grupo abrangendo politetrafluoretileno, resinas de poliimida, resinas epóxi, resinas fenólicas, poliamida 6, poliamida 66, polioximetileno, silicones, poliariletercetonas, poliariletereterceonas, difluoretos de polivinilideno, sulfetos de polietileno, para preparação de uma camada de polímero como camada protetora para impedir a transferência de material de um eixo fixo para o elemento de mancal. Com
10 isso é possível produzir motores diretamente no fabricante, sem que se precise tomar medidas especiais ou sem correr o risco de que, em virtude do transporte dos motores já prontos, tenha lugar uma soldagem de material do material de mancal sobre o eixo. É assim possível pré-montar tais
15 componentes para os respectivos compradores, especialmente a indústria automobilística, que sabidamente está a caminho de comprar cada vez mais componentes prontos e de fornecê-los com menores quotas de falhas dos mesmos.

Para melhor compreensão da invenção, a mesma será mais
20 detalhadamente explicada com auxílio das figuras a seguir.

Mostram respectivamente em representação esquematicamente simplificada:

Figura 1 - um elemento de mancal de acordo com a invenção em forma de uma semi-chumaceira de mancal de
25 deslizamento;

Figura 2 - um diagrama, em que está representada a respectiva carga limite em função de frações variadas de MoS_2 e grafite.

Inicialmente cabe registrar que, nas distintas formas
30 de execução descritas, partes iguais são providas de iguais

números de referência ou iguais designações de partes estruturais, sendo que os detalhes contidos em toda a descrição podem ser aplicados convenientemente a partes iguais com números de referência iguais ou designações de partes estruturais iguais. Também os dados de posição selecionados na descrição, como por exemplo acima, abaixo, ao lado, etc. se referem à figura imediatamente descrita ou apresentada e, com uma alteração de posição, devem ser transferidos convenientemente à nova posição. Também características individuais ou combinações de características dos distintos exemplos de execução mostrados e descritos representam soluções por si só de acordo com a invenção, inventivas ou autônomas.

O elemento de mancal 1 segundo a figura 1 é constituído como camada de rolamento de um corpo de apoio 2, de uma camada de metal antifricção 3 bem como de uma camada de polímero 4. O corpo de apoio 2 consiste usualmente em aço, mas também pode naturalmente consistir em materiais comparáveis, com os quais possa ser realizada a mesma função ou uma função semelhante, a saber, a disponibilização da resistência mecânica do elemento de mancal 1. A resistência mecânica de todo o elemento de mancal 1 é então dependente da respectiva área de emprego, de modo que, por exemplo, também podem ser empregadas as mais diversas ligas de cobre, como por exemplo latão, bronze. Além disso, pelo corpo de apoio 2 é garantida uma certa estabilidade de forma.

A camada de metal antifricção 3 é formada por uma liga de metal antifricção. Esta consiste, nesse exemplo de execução, em uma matriz de alumínio, em que estão

incorporadas ao menos uma fase macia bem como partículas duras. A ao menos uma fase macia pode então ser formada por ao menos um elemento de um primeiro grupo de elementos abrangendo estanho, antimônio, índio e bismuto. As
5 partículas duras podem, por exemplo, ser formadas de ao menos um elemento de um segundo grupo de elementos abrangendo cobre, manganês, cobalto, cromo e ferro ou pelos elementos escândio e/ou zircônio. Igualmente é possível que essas partículas sejam formadas por fases intermetálicas
10 especialmente dos elementos por último mencionados ou dos elementos do segundo grupo de elementos com alumínio ou por fases intermetálicas formadas dos elementos mencionados.

Naturalmente, também quaisquer outras fases macias e/ou partículas duras conhecidas do estado atual da técnica
15 podem estar contidas na liga de metal antifricção.

Com auxílio da fase macia é possível conferir ao elemento de mancal 1 propriedades de rolamento de emergência, quando na camada de polímero 4 resultam pontos falhos devido à operação do elemento de mancal 1 e, assim,
20 a camada de metal antifricção 3 entra em contato ao menos aproximadamente diretamente com um componente estrutural a ser suportado, como por exemplo um eixo. Com isso, ao elemento de mancal 1 é conferida também uma capacidade de incorporação para partículas sólidas provenientes da
25 abrasão devido ao emprego do elemento de mancal 1. As partículas duras conferem à liga de alumínio a requerida resistência mecânica.

Como camada de metal antifricção 3 são apropriadas especialmente ligas à base de estanho, bismuto, índio,
30 chumbo ou alumínio bem como ligas à base de CuPb

eventualmente com alto teor de chumbo ou AlSn ou à base de AlBi. Especialmente são vantajosas ligas à base de estanho com mais teor de estanho. Também são empregáveis ligas à base de cobre isentas de chumbo.

5 Metais antifricção à base de cobre empregáveis seriam por exemplo CuPb22Sn2, CuPb10Sn10, CuPb15Sn7, CuSn6, CuSn4Zn1. Ligas de cobre especialmente isentas de chumbo à base de CuAl, CuSn, CuZn, CuSnZn, CuZnSn bem como CuBi são vantajosas no tocante a menor poluição ambiental.

10 Metais antifricção à base de estanho empregáveis seria por exemplo SnSb8Cu4, SnSb12Cu6Pb.

Metais antifricção à base de chumbo empregáveis seriam por exemplo PbSb10Sn6, PbSb15Sn10, PbSb15SnAs.

Metais antifricção à base de alumínio podem ser
15 constituídos por exemplo por AlSn40, AlSn20, AlSn25, AlSn10, AlSn6, etc.

É ainda possível empregar metais antifricção à base de AlZn, como por exemplo AlZn4SiPb, ou à base de AlSi, como por exemplo AlSi11CuMgNi, ou à base de AlSnSi, como por
20 exemplo AlSn20Si4.

Segundo a invenção, a camada de polímero 4 consiste em uma resina de poliimida, dissulfeto de molibdênio bem como grafite, sendo que a fração da resina de poliimida na camada de polímero 4 é selecionada de uma faixa com um
25 limite inferior de 60 % e um limite superior de 80 %, a fração de MoS₂ é selecionada de uma faixa com um limite inferior de 15 % e um limite superior de 25 % e a fração de grafite é selecionada de uma faixa com um limite inferior de 5 % e um limite superior de 15 %.

30 A resina pode estar presente em ao menos um solvente,

especialmente em um solvente orgânico, como por exemplo xileno, com o quê pode ser facilitada a processabilidade. A fração de solvente pode então ser selecionada de uma faixa com um limite inferior de 40 % em peso e um limite superior de 80 % em peso, especialmente com um limite inferior de 50 % em peso e um limite superior de 70 % em peso, de preferência com um limite inferior de 60 % em peso e um limite superior de 65 % em peso, com relação à fração de resina, isto é, resina com solvente. Assim, a fração de resina seca, especialmente da resina de poliamidimida pode ser selecionada de uma faixa com um limite inferior de 20 % em peso e um limite superior de 50 % em peso, especialmente um limite inferior de 30 % em peso e um limite superior de 40 % em peso, de preferência um limite inferior de 35 % em peso e um limite superior de 37,5 % em peso. Com relação a isso, uma camada de polímero 4 aplicada de acordo com a invenção pode por exemplo apresentar uma composição seca de 35 % em peso de resina de poliamidimida, 45 % em peso de MoS₂ e 20 % em peso de grafite, ou uma composição seca que é calculada das faixas de valores indicadas para os insumos individuais da camada de polímero 4.

Caso requerido, para aumento da resistência mecânica, essa camada de polímero 4 pode conter outros aditivos, como por exemplo matrizes de fibras, como por exemplo fibras de aramida, materiais duros, como por exemplo carburetos, óxidos, nitretos. Tais aditivos já são conhecidos do estado atual da técnica para esse tipo de camadas de polímeros 4 para elementos de mancal 1, por exemplo da EP 1 263 914 A1. Assim, é possível por exemplo empregar materiais duros de CrO₂, Fe₃O₄, PbO, ZnO, CdO, Al₂O₃, SiO₂, SnO₂, SiC, Si₃N₄,

sendo que suas frações se situam nos limites usuais como especificados por exemplo nessa patente EP-A1.

É especialmente vantajoso quando para adaptação do valor de fricção são empregadas partículas duras, que já
5 estão contidas na camada de rolamento 3.

Também é especialmente vantajoso quando uma relação entre as frações de MoS_2 e grafite na camada de polímero 4 é selecionada de uma faixa de 1,5:1 até 4,5:1, por exemplo 1.5:1 até 2,5:1.

10 Com a composição de acordo com a invenção para a camada de polímero 4 é possível realizar uma camada de rolamento com boas propriedades de deslizamento e de rolamento de emergência, que possibilita eventualmente até mesmo um rolamento em seco. Esta se caracteriza
15 especialmente requerer pouca manutenção. É possível uma operação que requeira menos lubrificante ou seja isenta de lubrificante. Eventualmente pode ser obtida uma lubrificação por água, o que é especialmente vantajoso quando o elemento antifricção 1 de acordo com a invenção é
20 empregado por exemplo para bombas. Além de uma correspondente redução de peso, também pode ser observada uma menor sensibilidade de compressão nas arestas.

O elemento de mancal 1 de acordo com a invenção pode, em lugar da execução como meia chumaceira de mancal de
25 deslizamento, como representado na figura 1, também ser empregado de outra maneira, por exemplo, como anel de arranque, bucha corrediça, etc., especialmente para emprego na indústria de motores.

Na Tabela 1 estão compilados exemplos para
30 composições, selecionadas das faixas de acordo com a

invenção das frações da resina de poliimida com solvente a ser removido, consistindo de MoS₂ bem como grafite para a camada de polímero 4, sendo que naturalmente não devem ser entendidos restritivamente para a invenção, mas sim

5 comprovando esses exemplos apenas o caráter inventivo.

Tabela 1:

Nr.	PA 1 (%)	MoS ₂ (%)	Grafite (%)
1	60	25	15
2	62	25	13
3	65	20	15
4	68	17	15
5	70	20	10
6	72	20	8
7	61	25	14
8	65	23	12
9	70	25	5
10	75	15	10
11	65	25	10
12	77	15	8
13	78	12	10
14	80	15	5

Com essa composição foram respectivamente fabricados elementos de mancal 1, consistindo em uma chumaceira de proteção de aço, sobre a qual é aplicado um metal

10 antifricção CuPb22Sn2 e por cima a camada de polímero 4. Nos exames subsequentes verificou-se que com essa composição resultam propriedades muito similares do elemento de mancal 1, de modo que a seguir apenas a título de exemplo essas propriedades podem são discutidas com base

15 em um elemento antifricção 1 com uma camada de polímero 4,

contendo 70 % de resina de poliimida, 20 % de MoS_2 e 10 % de grafite.

Com relação a uma carga limite contra soldagem por fricção de 100 % para esse mancal de acordo com a invenção, em comparação um mancal padrão do estado atual da técnica com um revestimento de PTFE em AlSn 40 exibe apenas um valor cerca de 87 % pior sob as mesmas condições de ensaio.

A resistência ao desgaste foi medida em um mancal com as mesmas dimensões e as mesmas condições de lubrificação. Verificou-se que a camada de polímero 4 em comparação com uma camada de PTFE alcança um valor cerca de 8 vezes melhor com relação à resistência o desgaste.

Em estudos subsequentes, a camada de polímero 4 de acordo com a invenção dessa composição foi aplicada, de um lado, também sobre uma camada de metal antifricção de $\text{CuPb}_{22}\text{Sn}_2$ ou AlSn_{25} e então se pôde verificar que a resistência ao desgaste varia dentro de ± 5 % daquele valor obtido com AlSn40, do que se segue que a camada de polímero 4 de acordo com a invenção pode ser aplicada ao menos sobre todos os metais antifricção usuais, sem que se alterem severamente as destacadas propriedades.

Também quanto à corrosão puderam ser obtidos correspondentes melhoramentos.

Na figura 2 está registrada a carga limite de corrosão em percentagem contra a fração de grafite bem como a fração de MoS_2 respectivamente em percentagem, sendo que para a composição 70 % de resina, 20 % de MoS_2 e 10 % de grafite é normatizado o valor 100 %, e os valores respectivamente alcançados podem ser depreendidos da Tabela 2. Desse gráfico se pode verificar muito claramente que a camada de

polímero 4 composta de acordo com a invenção, isto é, elementos de mancal 1 com ela providos apresentam valores nitidamente melhores com relação à carga limite de corrosão do que é o caso com correspondentes camadas de poliimida, que são conhecidas do estado atual da técnica.

Tabela 2:

Grafite [%] MoS ₂ [%]	5	10	15
15			91,8
20	98	100	
40	65,8		67,4
60	47,5		

Com relação ao comportamento de autolubrificação, verificou-se que pode ser obtida uma melhoria das propriedades quando são empregadas plaquetas de MoS₂, com as dimensões já mencionadas no início.

É igualmente vantajoso que o grafite seja empregado com um tamanho de grão selecionado de uma faixa com um limite inferior de 2 µm e um limite superior de 8 µm.

Maior melhoria das propriedades, especialmente da resistência ao desgaste relativamente a cavitação bem como a resistência a corrosão, tanto no comportamento de início de funcionamento como também na operação de funcionamento permanente, pode ser obtida quando com a camada de polímero 4 composta de acordo com a invenção é fabricado um elemento de mancal 1, em que essa camada de polímero 4 apresenta um perfil de aspereza com valores para a altura de perfil de aspereza Rz segundo DIN ISO 4287 ou ASME B 46.1 ou valores de aspereza médios aritméticos Ra igualmente segundo DIN ISO 4287 ou ASME B 46.1 correspondentes aos valores já

especificados ou selecionados das faixas especificadas.

A fabricação do elemento de mancal 1 de acordo com a invenção se dá de tal maneira que sobre um corpo de apoio 2 metálico é produzida a camada de metal antifricção 3 com
5 processos conhecidos do estado atual da técnica, como por exemplo laminação, fundição, sinterização, deposição eletrolítica, com auxílio de processo de crepitação. Sobre essa camada antifricção 3 pode ser produzida a camada de polímero 4 de acordo com a invenção, igualmente com
10 processos conhecidos do estado atual da técnica, como por exemplo, processo de pulverização ou processo de espalhamento, sendo que essa camada de polímero finalmente pode ainda ser tratada a quente. Correspondentes pré-tratamentos são igualmente conhecidos do estado atual da
15 técnica, de modo que se dispensa maior explicação nesse particular.

A camada de polímero 4 de acordo com a invenção é especialmente apropriada também para equipagem de elementos de mancal 1 para motores, sendo que essa camada de polímero
20 4 é empregada como camada protetora ou "camada de embalagem", para impedir uma transferência de material do eixo para o metal antifricção ou elemento de mancal 1 e com isso uma microssoldagem, que conduz conseqüentemente a uma falha do motor. Para se obter ou reforçar esse efeito,
25 também é possível revestir o próprio eixo com a camada de polímero 4. Em geral, portanto, a camada de polímero 4 pode ser empregada como assim chamada camada protetora contra essa microssoldagem, provocada por transferência de material de um componente estrutural montado para um
30 correspondente componente estrutural de mancal.

Para essa execução de uma camada protetora ou "camada de embalagem" para o transporte de motores já montados com eixo fixo, ao lado da camada de polímero 4 de acordo com a invenção, especialmente apropriada, também podem ser empregadas camadas de polímero à base de politetrafluoretileno, resinas de poliimida, resinas epóxi, resinas fenólicas, poliamida 6, poliamida 66, polioximetileno, silicones, poliariletercetonas, poliarileteretercetonas, difluoretos de polivinilideno, sulfetos de polietileno bem como misturas dos mesmos, sendo que também a esses polímeros podem novamente ser acrescentados aditivos de autolubrificação, como por exemplo MoS_2 , grafite, BN hexagonal, diversos sulfetos de metal, etc., assim como partículas duras já mencionadas.

Os exemplos de execução mostram possíveis variantes de execução do elemento de mancal 1, sendo que neste ponto cabe assinalar que a invenção não está restrita às variantes de execução da mesma especialmente apresentadas; antes pelo contrário, são possíveis também diversas combinações das distintas variantes de execução entre si e essa possibilidade de variação, graças ao ensinamento para o concreto tratamento técnico inventivo, está ao alcance da capacidade do técnico familiarizado com essa área técnica. Portanto, também todas as variantes de execução concebíveis, que são possíveis por combinações de distintos detalhes das variantes de execução representadas e descritas, estão incluídas no âmbito de proteção.

Afinal, cabe devidamente alertar para o fato de que, visando melhor compreensão da estrutura do elemento de mancal 1, este ou seus componentes estruturais foram

representados parcialmente fora de escala e/ou ampliados e/ou reduzidos.

Da descrição pode ser depreendido o objetivo que serve de base às soluções inventivas autônomas.

5

RELAÇÃO DE REFERÊNCIAS

- 1 elemento de mancal
- 2 corpo de apoio
- 3 camada de metal antifricção
- 4 camada de polímero

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento de mancal (1) com um corpo de apoio (2) metálico, uma camada de metal antifricção (3) disposta acima bem como uma camada de polímero (4) disposta acima desta, sendo que a camada de polímero (4) abrange uma resina de poliimida, dissulfeto de molibdênio (MoS_2) e grafite, e sendo que entre as camadas estão dispostas eventualmente outras camadas, como por exemplo, uma folha de ligação, **caracterizado** pelo fato da fração da resina de poliimida ser selecionada de uma faixa com um limite inferior de 60% e um limite superior de 80%, da fração de MoS_2 ser selecionada de uma faixa com um limite inferior de 15% e um limite superior de 25% e da fração de grafite ser selecionada de uma faixa com um limite inferior de 5% e um limite superior de 15%, sendo que a fração da resina de poliimida de preferência se refere à resina de poliimida dissolvida no solvente a ser removido, em que o MoS_2 compreende plaquetas de MoS_2 com um comprimento médio selecionado de uma faixa com um limite inferior de 10 μm e um limite superior de 40 μm e uma largura média selecionada de uma faixa com um limite inferior de 10 μm e um limite superior de 40 μm e uma altura média selecionada de uma faixa com um limite inferior de 2 nm e um limite superior de 20 nm.

2. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da resina de poliimida ser uma resina de poliamidimida.

3. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da fração de MoS_2 ser selecionada de uma faixa com um limite inferior de 18,5 % e

um limite superior de 21,5 %.

4. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** por ser selecionada uma relação de MoS₂ para grafite de uma faixa com um limite inferior de 1,5:1 e um limite superior de 4,5:1.

5. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato do grafite estar contido com um tamanho de grão selecionado de uma faixa com um valor inferior de 2 µm e um valor superior de 8 µm.

6. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da camada de metal antifricção (3) ser formada por uma liga selecionada de um grupo abrangendo ligas à base de alumínio, ligas à base de estanho, ligas à base de chumbo, ligas à base de cobre, ligas à base de CuPb, ligas à base de AlSn, ligas à base de AlZn, AlSi, AlSnSi, CuAl, CuSn, CuZn, CuSnZn, CuZnSn, CuBi bem como AlBi

7. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da camada de polímero (4) estar disposta diretamente sobre a camada de metal antifricção (3).

8. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da camada de metal antifricção (3) estar disposta diretamente sobre o corpo de apoio (2).

9. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da superfície da camada de polímero (4) apresentar um valor de aspereza médio aritmético Ra segundo DIN EN ISO 4287, selecionado de uma faixa com um limite inferior de 0,2 µm e um limite superior de 1,5 µm.

10. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da superfície da camada de polímero (4) apresentar uma altura de perfil de aspereza máximo Rz segundo DIN EN ISO 4287, selecionada de
5 uma faixa com um limite inferior de 0,5 μm e um limite superior de 10 μm .

11. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da camada de polímero (4) apresentar uma espessura média, selecionada de
10 uma faixa com um limite inferior de 1 μm e um limite superior de 40 μm .

12. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da camada de polímero (4) apresentar uma dureza segundo Vickers,
15 selecionada de uma faixa com um limite inferior de 20 HV e um limite superior de 45 HV.

13. Elemento de mancal (1), de acordo com reivindicação 1, **caracterizado** por ser configurado como semi-chumaceira de mancal de deslizamento ou anel de
20 arranque ou bucha de mancal.

14. Motor com um eixo, que está sustentado por pelo menos um elemento de mancal (1), sendo que o elemento de mancal (1) abrange ao menos um corpo de apoio (2) metálico e uma camada de metal antifricção (3) disposta acima,
25 **caracterizado** pelo fato de uma camada de polímero (4) estar disposta no elemento de mancal (1) com eixo fixo sobre a camada de metal antifricção (3) e/ou no eixo para impedir a transferência de material do eixo, em que a camada de polímero (4) abrange dissulfeto de molibdênio (MoS_2), em
30 que o MoS_2 compreende plaquetas de MoS_2 com um comprimento

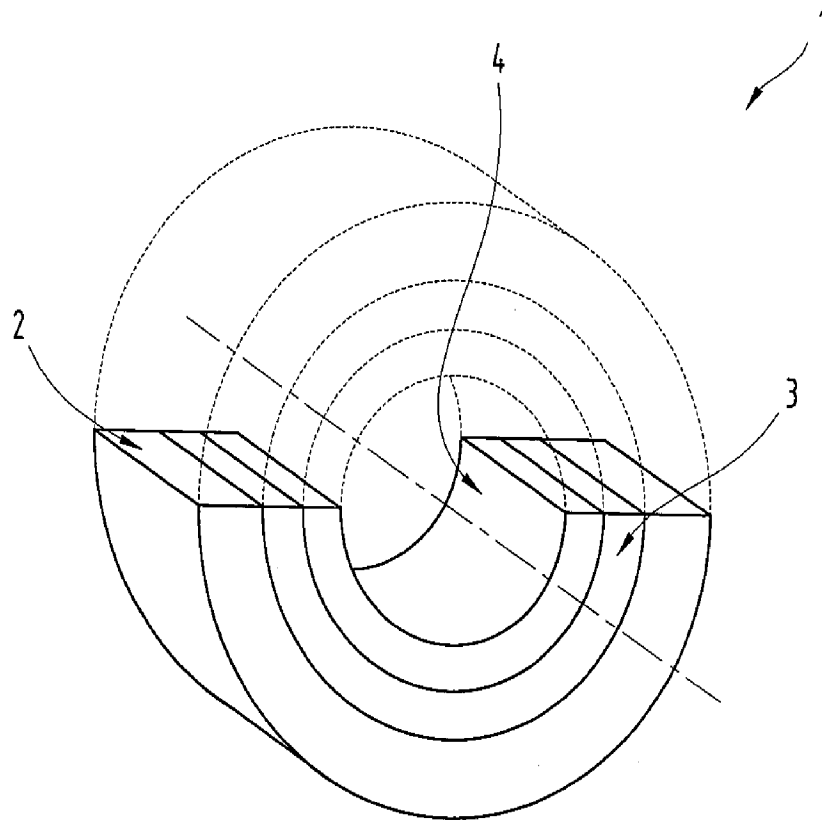
médio selecionado de uma faixa com um limite inferior de 10 μm e um limite superior de 40 μm e uma largura média selecionada de uma faixa com um limite inferior de 10 μm e um limite superior de 40 μm e uma altura média selecionada de uma faixa com um limite inferior de 2 nm e um limite superior de 20 nm.

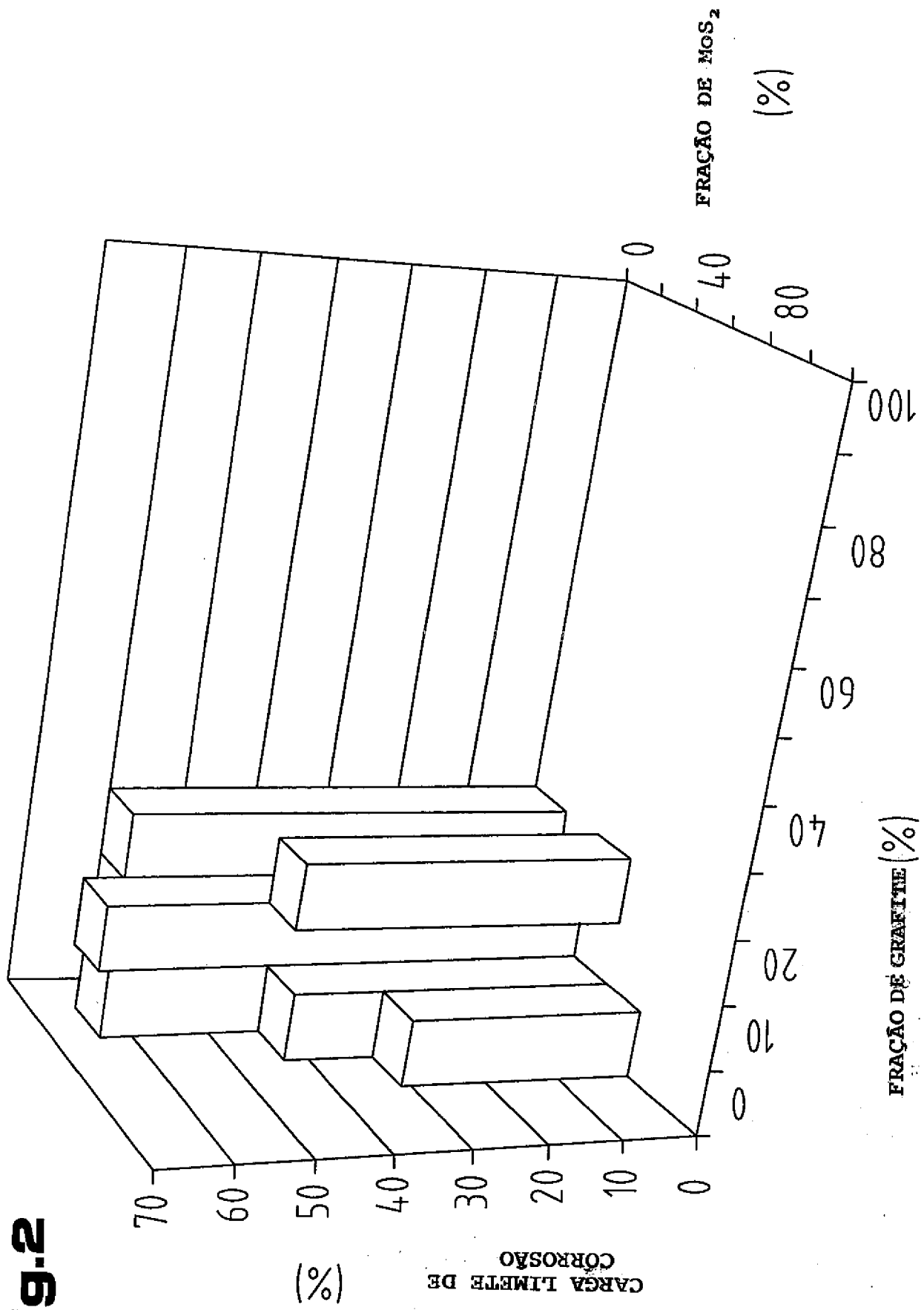
15. Motor, de acordo com reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato do elemento de mancal (1) ser formado segundo uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ou 13.

16. Motor, de acordo com reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato da camada de polímero (4) ser formada por um polímero selecionado de um grupo abrangendo politetrafluoretileno, resinas de poliimida, resinas epóxi, resinas fenólicas, poliamida 6, poliamida 66, polioximetileno, silicones, poliariletercetonas, poarileteretercetonas, difluoretos de polivinilideno, sulfetos de polietileno.

17. Motor, de acordo com reivindicação 16, **caracterizado** pelo fato da camada de polímero (4) contar ao menos um aditivo redutor de fricção, como por exemplo, MoS_2 , grafite, BN, WS_2 , PTFE, Pb.

Fig.1



**Fig.2**