



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

**(11) PI 0911337-1 B1**



**(22) Data do Depósito: 07/04/2009**

**(45) Data de Concessão: 18/05/2021**

**(54) Título:** ROLAMENTO DE DESLIZAMENTO

**(51) Int.Cl.:** F16C 33/12.

**(30) Prioridade Unionista:** 07/04/2008 AT A 547/2008.

**(73) Titular(es):** MIBA GLEITLAGER AUSTRIA GMBH; KS GLEITLAGER GMBH.

**(72) Inventor(es):** JAKOB ZIDAR.

**(86) Pedido PCT:** PCT AT2009000137 de 07/04/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/124331 de 15/10/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 01/10/2010

**(57) Resumo:** ROLAMENTO DE DESLIZAMENTO A invenção se refere a um rolamento de deslizamento (1) que compreende um elemento de apoio (2) no topo do qual está disposta, pelo menos, uma camada funcional adicional (3) que é produzida por uma liga à base de prata como componente principal da liga. A camada funcional (3) contém, além da prata, pelo menos, um elemento de um grupo que abrange o gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho, antimônio e alumínio, no qual o conteúdo total destes elementos está entre 0,01% por peso e 70% por peso e forma a prata remanescente com as impurezas relacionadas à produção, à condição de que, em ligas binárias à base de prata, a produção de cada um dos elementos do gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho, antimônio e alumínio seja de, no máximo, 49% por peso, a proporção de índio de, no máximo, 10% por peso, a proporção de estanho ou cobre na formação da camada funcional como uma camada de deslizamento de, no máximo, 10% por peso e 14% por peso, respectivamente.

**ROLAMENTO DE DESLIZAMENTO****Descrição**Rolamento de deslizamento

A invenção se refere a um rolamento de deslizamento  
5 que compreende um elemento de apoio, no topo do qual está  
disposta, pelo menos, uma camada funcional adicional  
produzida por uma liga à base em prata como componente  
principal da liga na qual, conforme o caso, entre a camada  
funcional e o elemento de apoio ou sobre a camada funcional  
10 está disposta, pelo menos, uma camada adicional.

A utilização de prata ou ligas como camadas funcionais  
de rolamentos já é conhecida a partir do nível da técnica.

Assim, a EP1 306 56 A2 descreve um pino de eixo com  
uma bucha que está externamente revestida com uma liga à  
15 base de cobre que contém, entre 15 e 90% por peso em prata.

A partir d US 2002/026855 A1 é conhecida uma camada  
sintetizada de deslizamento de duas fases com uma fase de  
liga de cobre que pode conter até 40% por peso em prata.

A US 9.911.513 A descreve uma camada deslizante à base  
20 de estanho ou alumínio com proporções de 0,1 e 25% por peso  
em prata.

A partir da AT 502 506 A4 é conhecida uma camada de  
deslizamento à base de prata com uma proporção entre 2 e  
49% em peso em bismuto.

25 A JP 2007-032758 A descreve uma camada de deslizamento  
de uma liga com 1 até 20% por peso em prata.

A partir da WO 2005/015036 A1 e a WO 2005/015037 A1 é  
respectivamente conhecida um rolamento de deslizamento de  
bismuto com 0 até 20% por peso em prata.

30 A JP 2004-30760 A descreve uma camada de deslizamento

a partir de uma liga à base de prata com 0,05 até 30% em peso de sulfuretos que formam partículas de metal, que não formam quaisquer cristais mistos com prata, bem como 0,05 e 30% por peso em partículas duras.

5 A partir da JP 203-322152 A é conhecida uma camada de deslizamento à base de prata com DLC como agente lubrificante sólido.

A US 6.354.919 B1 descreve uma camada de deslizamento isenta de chumbo a partir de uma liga à base de estanho com  
10 2 até 10% por peso em prata.

A US 2002/0162751 A1 descreve um elemento de deslizamento com uma camada de cromo duro que está revestida por eletrodeposição de prata.

A partir da JP 2002-060869 é conhecida uma camada de  
15 deslizamento de uma liga à base de cobre com 2 até 4% em prata e 1 até 10% em estanho. Sendo que a prata e o estanho apresentam-se, de preferência, como soluções sólidas na matriz de cobre.

De acordo com a EP 0 908 539 A2 uma camada de  
20 deslizamento à base de cobre pode apresentar uma proporção de, no máximo, 20% por peso em prata.

Em conformidade com a JP 11-050296 A uma camada de deslizamento à base de bismuto pode apresentar entre 0,5 e 10% por peso em prata.

25 A JP 4-202640 A descreve uma camada de deslizamento com 1 até 15% por peso em prata.

A partir da WO 89/0104 A1 é conhecida uma camada de deslizamento a partir de uma liga com prata como componente principal da liga, que contém entre 15% por volume e 40%  
30 por volume de um metal macio como inserção.

A JP 62-292890 A descreve rolamentos de deslizamento para aplicações de alto vácuo com uma camada de liga de prata e ouro como camada de deslizamento.

A partir da US 2.473.05 A é conhecido um rolamento à  
5 base de alumínio com 5 até 25% por peso em estanho, 5 até 12% por peso em silício e 0,5 até 10% por peso em prata.

A US 605.593 A descreve um de rolamento de deslizamento em meia concha a partir de uma liga de cobre com 5 até 20% por peso em prata e 30 até 40% por peso em  
10 chumbo.

Em *“Neue Lagermaterialien mit guten Trockenlaufeigenschaften”* (Novos materiais de rolamentos com boas propriedades de deslizamento seco) de D. H. B. Hintermann, Arquivo Suíço, volume 38, fevereiro de 1972,  
15 páginas 51-59, estão descritas ligas de prata e índio para elementos de rolamentos com uma proporção entre 10 e 70% por peso em índio.

E finalmente o texto *“Tribological Properties of Environmentally Friedly Three-Layer Engine Bearings”*  
20 (Propriedades tribológicas de rolamentos de máquinas de três camadas ecologicamente adequadas), <sup>a</sup> Norito, et al., Int. J. Of Applied Mechanics and Engineering, 2002, Vol. 7, assunto principal: SITC 2002, páginas 263-268, Revestimentos à base de materiais de compósitos de prata e  
25 grafite.

A invenção tem por objetivo colocar à disposição uma camada para rolamentos de deslizamento para altas cargas.

Este objetivo da invenção é atingido pelo rolamento de deslizamento mencionado na introdução, no qual a camada  
30 funcional contém, além da prata, pelo menos, um elemento de

um grupo que abrange o gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho, antimônio e alumínio, no qual o conteúdo total destes elementos está entre 0,01% por peso e 70% por peso e com o restante de prata com as impurezas relacionadas à produção, à condição de que, em ligas binárias à base de prata, a proporção de cada um dos elementos de gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho, antimônio e alumínio seja de, no máximo, 49% por peso, a proporção de índio de, no máximo, 10% por peso, a proporção de estanho ou cobre na formação da camada funcional como uma camada de deslizamento de, no máximo, 10% por peso e 14% por peso, respectivamente.

Sendo que, neste caso, é vantajoso que a camada funcional seja caracterizada por uma dureza relativamente alta. Além disso, as camadas com a composição de acordo com a invenção demonstram uma resistência à corrosão nitidamente aperfeiçoada em comparação com as camadas de prata pura ou as conhecidas camadas de prata para rolamentos de deslizamento, pelo menos em parte, em razão da menor tendência à formação de sulfeto de prata com os compostos com teor de enxofre dos óleos lubrificantes. Além destas propriedades aperfeiçoadas com as camadas de acordo com a invenção também é possível atingir uma nítida vantagem de custo, visto que com a liga de metais de menor custo da proporção de prata, com a mesma espessura de suporte da camada, o custo decresce. Devido à dureza, a camada funcional de acordo com a invenção apresenta uma resistência aperfeiçoada ao desgaste, por exemplo, devido à formação de camadas de proteção contra desgaste com teor de fósforo ou camadas reativas pela reação do manganês, do

zinco ou do alumínio com compostos com teor de fósforo dos óleos lubrificantes, de modo que o rolamento de deslizamento de acordo com a invenção suporta uma carga mais alta durante um período de tempo mais prolongado. A formação de sulfeto com os elementos de liga como, por exemplo, manganês, níquel, cobre ou zinco, no entanto, também pode conduzir ao aperfeiçoamento da capacidade de deslizamento. Com a adição dos metais à liga, no entanto, não só a dureza da camada funcional pode ser disponibilizada mas com isso também é possível atingir uma melhor ductilidade deste camada, por exemplo, com gálio ou índio. Portanto, deste modo o rolamento de deslizamento de acordo com a invenção apresenta ao todo uma melhor durabilidade ou resistência à fadiga.

As proporções preferenciais dos componentes individuais da liga estão indicadas nas reivindicações 2 até 9. No contexto do processamento de testes dos rolamentos de deslizamento pode ser observado que, em ligas de prata com as máximas proporções caracterizadas em mais pormenores nestas reivindicações dos componentes individuais das ligas, pode ser atingida uma melhora adicional das propriedades de resistência ao desgaste. Estes dados podem se entendidos como uma faixa de dados de 0% por peso para a respectiva proporção máxima dos metais.

Para uma otimização adicional da resistência ao desgaste na liga de prata da camada funcional pode estar contida, pelo menos, uma fase dura correspondente à reivindicação 10 e/ou partículas correspondentes à reivindicação 11, que podem ser metálicas ou não metálicas e/ou, pelo menos, um tipo de partícula macia ou fases

macias correspondentes à reivindicação 12.

Para uma melhor compreensão da invenção, a mesma será a seguir explicada com mais pormenores por meio de figuras.

Em uma representação esquematicamente muito  
5 simplificada, as figuras apresentam:

Figura 1: uma vista lateral de um rolamento de deslizamento de camada dupla na forma de um rolamento de deslizamento de meia concha.

Figura 2 até figura 5: respectivamente um corte de  
10 variantes de incorporação da estruturação em camadas de rolamentos de deslizamento.

Figura 6: um corte da biela na área do olho da biela em vista lateral.

Inicialmente deve ficar registrado que nas formas de  
15 incorporação descritas de maneira diferenciada, as peças iguais estão providas com os mesmos números de referência ou com as mesmas designações de componentes, no qual as mesmas contidas na descrição geral das publicações podem ser adequadamente transferidas para as mesmas peças com os  
20 mesmos números de referência ou as mesmas designações de componentes. Além disso, os dados de posições selecionadas nas descrições, como, por exemplo, em cima, embaixo, lateralmente e assim por diante, referem-se à figura imediata descrita bem como representada e são, em uma  
25 modificação de posição, adequadamente transferidas para uma nova posição.

Todas as descrições objetivas de faixas de valores devem ser interpretadas de modo que estas compreendam todas e quaisquer faixas parciais, por exemplo, os dados de 1 até  
30 10 devem ser entendidos assim, de modo que todas as faixas

parciais, que a partir do limite inferior 1 até o limite superior 10 estejam incluídos, isto é, todas as faixas parciais iniciam com um limite inferior de 1 ou superior e finalizam em um limite superior de 10 ou inferior, por exemplo, até 1,7 ou 3,2 até 8,1 ou 5,5 até 10.

As figuras 1 até 6 apresentam estruturas de camadas diferenciadas para o rolamento de deslizamento 1. Cada um destes rolamentos de deslizamento 1 apresenta um elemento de apoio 2, sobre a qual está aplicada a camada funcional 3, de acordo com a invenção, conforme o caso, mediante a colocação de camadas intermediárias.

Assim, o rolamento de deslizamento 1 está formado de acordo com a figura 1 como o denominado rolamento de duas camadas na forma de um rolamento de deslizamento de meia concha. Sendo que a camada funcional está diretamente conectada com o elemento de apoio 2 e forma a camada de deslizamento 4.

A estruturação de camadas do rolamento de deslizamento 1 de acordo com a figura 2 compreende entre o elemento de apoio 2 e a camada funcional 3 formada como camada de deslizamento 4 como camada intermediária uma assim denominada camada metálica de rolamento 5.

A camada metálica de rolamento 5 pode consistir de metais de rolamentos conhecidos a partir do nível da técnica para este tipo de rolamentos de deslizamento 1, por exemplo, de ligas à base de alumínio ou cobre.

Na variante da incorporação do rolamento de deslizamento 1, de acordo com a figura 3, a camada funcional 3 está, por sua vez, diretamente conectada com o elemento de apoio 2, a propósito, esta camada funcional 3

está disposta no lado posterior, isto é, uma face traseira de rolamento 6 do rolamento de deslizamento 1, portanto, não como nas variantes de incorporação de acordo com a figura 1 ou figura 2, virado para um componente a ser alojado. Esta camada funcional 3, de acordo com a figura 3, forma, por exemplo, uma camada denominada como camada anti corrosão 7, para proteger melhor o rolamento de deslizamento 1 contra a corrosão e/ou desgaste de fricção, sem uma camada auxiliar embutida.

10 Na figura 4 está apresentada uma variante de incorporação da estruturação em camadas do rolamento de deslizamento 1, no qual a camada funcional 3 como camada de ligação 8 encontra-se entre o elemento de apoio 2 e a camada metálica do rolamento 5. Sobre a camada metálica de rolamento 5 está disposta uma camada de deslizamento que é diferente da camada de deslizamento 4 anteriormente mencionada (figura 1). No entanto, a camada funcional 3, como camada intermediária, pode ter a função de uma camada denominada como camada de barreira de difusão 10.

20 Em contraste, na variante de incorporação de acordo com a figura 5, a camada funcional 3 está disposta entre a camada metálica de rolamento 5 e a camada de deslizamento 9, para, por sua vez, atuar, por exemplo, como camada de ligação 8 e/ou camada de barreira de difusão 10.

25 Nas formas de incorporação, de acordo com a figura 4 ou figura 5, a camada metálica de rolamento 5 pode estar formada por ligas conhecidas de acordo com o nível da técnica, do mesmo modo as camadas deslizantes 9 podem consistir de materiais convencionais que, de acordo com o nível da técnica, são conhecidos para estes fins. Como

30

exemplos neste caso podem ser citados alumínio, cobre, índio, bismuto, estanho ou chumbo bem como ligas com uma proporção maior em fases macias, camadas duras de deposição fina (*Sputterschichten*) bem como camadas de deslizamento 9 de películas lubrificantes sólidas.

Finalmente, a figura 6 apresenta uma variante de incorporação da invenção na qual a camada funcional 3 também está diretamente ligada com o elemento de apoio 2, no qual, neste caso, o elemento de apoio 2 não forma um rolamento de deslizamento de meia concha, mas uma biela 11 e com isso um olho de biela 12 diretamente revestido com a camada funcional 3.

Por uma questão de integralidade deve ser observado que as camadas de ligação 8 são conhecidas para melhorar a aderência da ligação das camadas e as camadas de barreira de difusão 10 servem para evitar a difusão dos componentes individuais de uma camada em uma outra camada.

Estas variantes de incorporação das estruturas em camadas de acordo com as figuras 1 até 6 apresentam somente alguns exemplos das variantes de incorporação no contexto da invenção. Certamente também são possíveis outras incorporações com muito mais do que as camadas apresentadas, no qual, por exemplo, um rolamento de deslizamento 1 deste tipo bem como o elemento de apoio 2, a camada metálica de deslizamento 5, a camada de deslizamento 4 até 9, bem como entre cada uma das camadas de ligação e/ou de barreira de difusão (8, 10) e, conforme o caso, no lado posterior do rolamento apresenta uma camada anti corrosão 7. A camada funcional 3, em rolamentos de camadas múltiplas, também pode estar formada como camada de

deslizamento 4 e/ou camada metálica de deslizamento 5 e/ou camada de ligação e/ou de barreira de difusão (8, 10) como camada na face traseira do rolamento do deslizamento 1 etc.

Também são possíveis incorporações de rolamentos de deslizamento, nos quais mais de uma camada é formada pela camada funcional 3, por exemplo, a camada de deslizamento 4 e a camada metálica de deslizamento 5 bem como, conforme o caso, a camada de ligação 8 e/ou a camada de barreira de difusão 10, embora nestas variantes da invenção, normalmente, estas camadas apresentem uma composição diferenciada.

De modo geral, deve observar-se que sob rolamentos de deslizamento 1, no contexto da invenção, não devem ser consideradas apenas as variantes de incorporação apresentadas, mas rolamentos em geral que são submetidos a um desgaste tribológico e que alojam um outro componente giratório. Exemplo disso são os acima mencionados rolamentos de deslizamento de meia concha, bem como os pinos de pistão, olhos de bielas, buchas de rolamentos, arruelas de pressão etc, no qual, estes rolamentos de deslizamento 1 podem ser componentes separados, mas também podem ser fabricados por meio de revestimento direto, conforme pode ser visualizado no caso da figura 6.

De acordo com a invenção, a camada funcional 3 é produzida a partir de uma liga à base de prata, na qual a prata forma o componente principal da liga, portanto, no que diz respeito à composição da liga, apresenta a maior proporção. Além da prata, a liga à base de prata contém, pelo menos, um elemento de um grupo que compreende gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho,

antimônio e alumínio, no qual o teor total destes outros elementos de liga está entre 0,01% por peso e 70% por peso. Em ligas binárias a proporção do teor em prata é, pelo menos, 51% por peso. Além disso, está previsto que a  
5 proporção em índio, geralmente, é de, no máximo, 10% por peso em ligas binárias à base de prata de acordo com a invenção, a proporção de estanho ou cobre na formação da camada funcional 5, como uma camada deslizante é de, no máximo, 10% por peso e 14% por peso, respectivamente.

10 Em variantes preferenciais de incorporação, a proporção de gálio é de, no máximo, 15% por peso e/ou a proporção em manganês é de, no máximo, 35% por peso e/ou a proporção em níquel é de, no máximo, 8% por peso e/ou a proporção em zinco é de, no máximo, 40% por peso e/ou a  
15 proporção em germânio é de, no máximo, 15% por peso e/ou a proporção em índio é de, no máximo 35% por peso e/ou a proporção em antimônio é de, no máximo, 25% por peso e/ou a proporção em alumínio é de, no máximo, 15% por peso.

Estas proporções preferenciais justificam-se pelo fato  
20 de que, embora com maiores proporções, podem ser, de fato, atingidas vantagens em relação ao custo, acima dos limites das proporções indicadas, de acordo com as circunstâncias, também podem ocorrer fases que são mais difíceis de moldar. Por exemplo, o estanho, em maiores proporções, também pode  
25 formar fases duras, pelo qual pode ser reduzida a capacidade de adaptação do rolamento de deslizamento 1 devido à ductilidade reduzida. Particularmente, em maiores proporções de gálio e índio estas também podem ocorrer como uma fase característica, pela qual a resistência térmica  
30 diminui. Além disso, pode ser observado que em proporções

maiores nos elementos de liga, de acordo com as circunstâncias, as propriedades positivas das ligas de prata, ou seja, a baixa afinidade para o aço ou ferro, perde-se em parte. Dependendo das circunstâncias, as ligas  
5 de prata com maiores proporções em elementos de liga também apresentam uma tendência à corrosão mais elevada.

Deve ser mencionado que os valores limite indicados devem ser entendidos como limite de faixa de 0% por peso até o respectivo limite de faixa.

10 Com o auxílio dos dados a partir dos resultados dos testes com os rolamentos de deslizamento 1 de acordo com a invenção pode ser constatado que é vantajoso quando a proporção em gálio está entre 2% por peso e 8% por peso e/ou a proporção em manganês entre 5% por peso e 15% por  
15 peso e/ou a proporção em níquel entre 1% por peso e 2% por peso e/ou a proporção em cobre entre 1% por peso e 5% por peso e/ou a proporção em zinco entre 10% por peso e 30% por peso e/ou a proporção em germânio entre 1% por peso e 5% por peso e/ou a proporção em índio entre 5% por peso e 20%  
20 por peso e/ou a proporção em estanho entre 2% por peso e 10% por peso e/ou a proporção em antimônio entre 3% por peso e 15% por peso e/ou a proporção em alumínio entre 2% por peso e 5% por peso.

Além das ligas binárias já mencionadas no contexto da  
25 invenção existe a possibilidade de produzir a camada funcional 3 a partir de ligas de múltiplos componentes, assim, por exemplo, produzir ligas ternárias ou quaternárias ou, conforme for apropriado, é possível ligar mais de quatro metais, portanto, cinco, seis, sete, oito ou  
30 mais entre si.

Dependendo dos outros elementos de liga utilizados a cura ocorre através da precipitação de cristais de prata com o respectivo metal ou na forma de ligas de prata amorfas ao raio-X ou por meio de precipitações nos cristais mistos de prata curados nos cristais mistos ou por fases intermetálicas da prata com os elementos de liga ou elementos de liga uns com os outros.

Para fins de teste, no contexto da invenção, foram produzidas as seguintes composições para a camada funcional 3, na qual os valores numéricos na Tabela 1 devem ser compreendidos como % por peso. O restante de 100% por peso, respectivamente, forma a prata. Não é necessário dizer que todos os metais utilizados, dependendo do grau de pureza, também podem apresentar impurezas relacionadas à produção. A dureza foi medida de acordo com Vickers com uma carga de teste de 10 quilograma-força (PK) ou em finas películas na forma de micro dureza de acordo com Vickers com uma carga de teste de 10 libras (4,5kg).

Tabela 1

N°	Ga	Mn	Ni	Cu	Zn	Ge	In	Sn	Sb	Al	Dureza
1		30									92
2		15									87
3					45						120
4					30						108
5					15						93
6	13										75
7	8										88
8	3										90
9			5								112
10			2								98

11				14						115	
12				10						95	
13				5						88	
14						15				91	
15						10				85	
16						4				81	
17							10			80	
18							8			92	
19							4			110	
20								10		84	
21								8		82	
22								5		79	
23									20	83	
24									12	80	
25									8	79	
26									22	83	
27									15	81	
28									3	78	
29										18	90
30										8	87
31										5	83
32		8			25						121
33	1	5			10			8			118
34		12	4								105
35		15			35			20			135
36	2		3	6		1	5				108
37					22					8	111
38		4		4							93
39		10			30						101

40	1	8			25						99
41		5			5					25	88
42			10		5		2			3	101
43	5	10		2	15			20			112
44		5	4	3					10		101
45		5									87
46					10						88
47					3						80
48			1					2			78
49							3		4		80
50		1									80
51					1						81
52			4								84
53	1									8	79
54										4	75
55									8		77
56					10						91
57		5									89
58					2						85

Com isso, os exemplos 1 até 38 representam as incorporações da camada funcional 3 como camada de deslizamento 4, os exemplos 39 até 44 representam as incorporações da camada funcional como camada metálica de rolamento 5, os exemplos 45 até 46 representam as incorporações da camada funcional 3 como camada de ligação 8, os exemplos 47 até 51 representam as incorporações da camada funcional 3 como camada de barreira de difusão 10 e os exemplos 52 até 58 representam as incorporações da camada funcional 3 como camada anti corrosão 7.

Em geral, deve ser observado que a dureza pode reduzir em até 20% por meio do recozimento. Por meio de eletrodeposição, por exemplo, cianídrica ou deposição-PVD (separação de fase gasosa) das camadas, a dureza pode  
5 aumentar em até 50%.

A resistência à corrosão foi determinada por meio de um teste de óleo em ebulição a uma temperatura de 160°C e um tempo de cozimento de 50 horas. A camada de corrosão foi determinada como  $\text{Ag}_2\text{S}$ . A prata pura apresentava uma  
10 espessura de camada de corrosão de aproximadamente 5  $\mu\text{m}$ . Com as ligas de acordo com a invenção a espessura da camada de corrosão pode ser reduzida de 1  $\mu\text{m}$  até 2,5  $\mu\text{m}$ .

Exemplos para as camadas funcionais 3 de acordo com a invenção são  $\text{AgZn}_{15}$ ,  $\text{AgMn}_{10}$ ,  $\text{AgAl}_6$  ou similares.

15 Para um aperfeiçoamento adicional da matriz ou das ligas de prata existe a possibilidade de acrescentar ligas de outros metais para a formação de fases duras. Particularmente, pelo menos, é adicionado às ligas um elemento de um outro grupo de elementos que compreendem  
20 cromo, ferro, cobalto, molibdênio, volfrâmio, em uma proporção entre 0,1% por volume e 30% por volume, especialmente em uma proporção de 2% por volume até 10% por volume, com referência ao total da liga, mas também podem ser adicionadas partículas não metálicas às respectivas  
25 ligas à base de prata como, por exemplo, nitretos de metais, carbonetos metálicos, óxidos metálicos etc, que apresentam uma dureza maior que a prata, em uma proporção de 0,1% por volume e 30% por volume, especialmente em um proporção de 2% por volume até 10% por volume. Na tabela 2,  
30 podem ser visualizados exemplos, no quais os valores

numéricos apresentados devem ser entendidos como % por volume, respectivamente com referência à liga total à base de prata. Sendo que o número da liga na coluna 1 refere-se à respectiva composição a partir da tabela 1.

5 De modo geral, pode ser verificado que por meio desta adição pode ser atingido um aumento da dureza destas ligas à base de prata em até 20%, de modo que a capacidade de carga de tal rolamento de deslizamento 1 é nitidamente melhorada ou que a resistência ao desgaste é melhorada em,  
10 pelo menos, aproximadamente a mesma dureza da liga.

Deve-se notar aqui que, embora não estejam indicadas misturas de fases duras, naturalmente é possível utilizar várias fases duras diferenciadas.

Novamente deve-se notar que os exemplos 1 até 38 da  
15 tabela 2 referem-se à incorporação da camada funcional 3 como camada de deslizamento 4.

Além disso, por meio destes formadores de fases duras ou fases duras também é possível utilizar as ligas à base de prata para rolamentos de deslizamento de acordo com a  
20 invenção, nos quais os elementos do primeiro grupo de elementos não formam cristais mistos com prata ou ou são adicionados em uma proporção, onde não ocorre nenhuma formação de cristais mistos.

Neste caso, as partículas utilizadas podem apresentar  
25 um tamanho médio de partícula entre 10 nm e 100  $\mu\text{m}$ , particularmente entre 50 nm e 100  $\mu\text{m}$ , onde também são possíveis incorporações com duas frações diferenciadas de tamanhos de partículas, por exemplo, onde uma primeira fração de partículas apresenta partículas com um tamanho  
30 médio de 10  $\mu\text{m}$  até 30  $\mu\text{m}$  e uma segunda fração de partículas

apresenta partículas com uma tamanho médio de 60 µm até 90 µm.

Conforme o caso, também podem estar inseridas fibras na matriz de prata, especialmente inorgânicas como, por exemplo, vidro, carbono, por exemplo, nanotubos de carbono, *Whisker*, fibras metálicas, por exemplo, de Cu ou aço, bem como misturas dos mesmos, para melhorar a dureza ou a qualidade do deslizamento das camadas.

Também é possível adicionar carbono amorfo às ligas de prata em uma proporção selecionada a partir de uma faixa com um limite inferior de 0,01 % por peso e um limite superior de 5% por peso, particularmente a partir de uma faixa com um limite inferior de 0,1% por peso e um limite superior de 1% por peso.

Também é possível adicionar pequenas quantidades de refinadores de grãos às ligas de prata como, por exemplo, zircônio, escândio, titânio, boro. As ligas, por exemplo, podem apresentar proporções entre 0,01% por peso e 5% por peso destes elementos, no qual aqui também são novamente possíveis misturas destes elementos. O titânio e o boro, no entanto, também podem atuar como formadores de fase dura.

Para aumentar a capacidade de incorporação da camada funcional 3 para partículas estranhas a partir da abrasão ou para obter uma melhora das propriedades de anti-bloqueio ou uma tendência reduzida à corrosão bem como uma melhor capacidade de adaptação ao componente a ser sobreposto, também podem estar contidas partículas macias ou fases macias em uma proporção entre 0,1% em volume e 30% em volume, particularmente em uma proporção entre 2% por volume e 20% por volume ou uma proporção entre 2% por

volume e 10% por volume, selecionadas a partir de um grupo de fases macias que abrangem o chumbo, o bismuto, o estanho, o índio, as partículas de polímero como, por exemplo, PTFE, PA, PAI etc., na medida em que os elementos

5 adicionados à liga sejam a partir do grupo gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho, antimônio e alumínio indiferente do(s) elemento(s) do grupo de fases macias. Exemplos para este caso também estão contidos na

10 tabela 2, no qual os valores numéricos, por sua vez, devem ser entendidos em % por volume e o número de item tenha como referência a composição correspondente à tabela 1. No que diz respeito ao carbono na tabela 2, quer se dizer carbono amorfo e as especificações devem ser entendidas em

% por peso.

15

Tabela 2

Nº	WC	CrO <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiC	Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	C	Pb	Bi	Sn	In
1							2,5				
2					8						8
3								5			
4							1				
5					2						5
6				6							
7	10										
8					22						
9		2									
10			2								
11						1					
12					10						
13										18	

14										5	
15							5				
16					8						
17	20										
18				15							
19				4							
20	4							17			
21	15							6			
22	25										
23		6									
24			6								
25				6							
26					2						
27					1						
28						4					
29		10									
30				5							
31							6				
32	2										
33		2									
34			2								
35				2							
36				4							
37							7		8		
38									17		

A espessura da camada funcional 3 pode estar entre 1  $\mu\text{m}$  e 1 mm, dependendo da função que a camada funcional 3 de acordo com a invenção deve exercer. Por exemplo, a espessura de camada para as camadas intermediárias, na

forma de camadas de ligação 8 ou camadas de barreira de difusão 10 ou camadas anti-corrosão 7, está entre 1 µm e 5 µm. Na incorporação da camada funcional 3 como camada de deslizamento 4 a espessura da camada está entre 5 µm e 100 µm, de preferência entre 10 µm e 30 µm. Para revestimentos diretos ou como camada metálica de deslizamento 5 podem ser aplicadas espessuras de camadas de até 1 mm.

No contexto da invenção ainda existe a possibilidade de, na incorporação da camada funcional 3 como camada de deslizamento 4, aplicar sobre esta uma ou mais camadas macias de adição, por exemplo, de índio, bismuto, estanho ou chumbo bem como suas ligas. Uma camada de adição deste tipo pode apresentar uma espessura de camada entre 1 µm e 20 µm, em particular, entre 3 µm e 10 µm.

A camada funcional 3 de acordo com a invenção pode ser produzida ou aplicada a partir de um processo convencional conhecido do nível da técnica. Os metais individuais, por exemplo, podem ser processados, possivelmente como ligas prévias, por metalurgia de fundição por infusão ou chapeamento por laminação. Do mesmo modo é possível efetuar o corte da camada funcional 3 por processo de pulverização catódica ou por método de galvanoplastia. Para este último procedimento de corte os metais podem ser utilizados na forma de sais, tais como a prata usada como Kag (CN<sub>2</sub>) ou como metanosulfonato (MSA), conforme é conhecido a partir do nível da técnica, e processados, em particular, em solução básica ou de ácido sulfúrico. Também podem ser utilizados processos de sinterização para a produção da camada funcional 3. Por meio do processo de pulverização catódica, em particular, podem ser produzidas ligas de

grãos muito finos.

No contexto da invenção também é possível formar um gradiente de concentração de, pelo menos, um elemento de liga no interior da camada funcional 3.

5 Além disso, no contexto da invenção, também são possíveis gradientes de concentração inversa, isso quer dizer que os aumentos da proporção do respectivo elemento transcorrem da superfície de deslizamento em direção ao interior do rolamento.

10 A composição da camada funcional 3 pode não apenas estar adaptada à disposição desta camada funcional 3 no composto laminado, mas também às outras camadas do rolamento de deslizamento. Por exemplo, na incorporação da camada funcional 3 como camada metálica de rolamento 5,  
15 esta pode apresentar uma dureza superior à camada de deslizamento 9 disposta sobre a mesma. Mas também são possíveis distribuições de dureza inversas na estrutura de camadas, como estas já são conhecidas a partir o nível da técnica, de modo que a camada funcional 3 como camada  
20 metálica de rolamento 5 é mais macia do que a camada de deslizamento 9.

Finalmente, por uma questão de registro foi salientado que para uma melhor compreensão da estruturação da estrutura de camadas ou de suas partes constituintes foram,  
25 em parte, apresentadas fora dos padrões e/ou aumentada e/ou diminuída.

#### **Relação de números de referência**

1	Rolamento de deslizamento
2	Elemento de apoio
30 3	Camada funcional

- 4 Camada de deslizamento
  - 5 Camada metálica de rolamento
  - 6 Face traseira do rolamento
  - 7 Camada anti-corrosão
  - 5 8 Camada de ligação
  - 9 Camada de deslizamento
  - 10 Camada de barreira de difusão
  - 11 Biela
  - 12 Olho de biela
- 10

**REIVINDICAÇÕES**

1. Rolamento de deslizamento (1) que compreende um elemento de apoio (2) no topo do qual está disposta, pelo menos, uma camada funcional adicional (3) que é produzida por uma liga à base de prata como componente principal da  
5 liga na qual, conforme o caso, entre a camada funcional (3) e o elemento de apoio (2) ou sobre a camada funcional (3), está disposta, pelo menos, uma outra camada, **caracterizado** pelo fato de que a camada funcional (3) contém, além da  
10 prata, pelo menos, um elemento de um grupo que abrange o gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho, antimônio e alumínio, no qual o conteúdo total destes elementos está entre 0,01% por peso e 70% por peso e com o restante de prata com as impurezas relacionadas à  
15 produção, à condição de que, em ligas binárias à base de prata, a proporção de cada um dos elementos de gálio, manganês, níquel, cobre, zinco, germânio, índio, estanho e alumínio seja de, no máximo, 49% por peso, sendo a proporção do elemento antimônio de 0% por peso, a proporção de índio  
20 de, no máximo, 10% por peso, a proporção de estanho ou cobre na formação da camada funcional como uma camada de deslizamento de, no máximo, 10% por peso e 0% por peso, respectivamente.

2. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com a  
25 reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que a proporção em gálio é de, no máximo, 15% por peso.

3. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a proporção em manganês é de, no máximo, 35% por peso.

30 4. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com

qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a proporção em níquel é de, no máximo, 8% por peso.

5 5. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a proporção em zinco é de, no máximo, 40% por peso.

10 6. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a proporção em germânio é de, no máximo, 15% por peso.

15 7. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a proporção em índio é de, no máximo, 35% por peso.

8. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a proporção em alumínio é de, no máximo, 15% por peso.

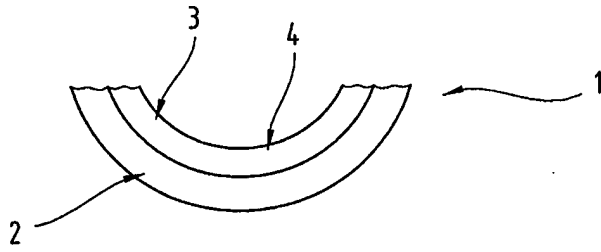
20 9. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a liga à base de prata consiste, pelo menos, de um elemento formador de fase dura a partir de um outro grupo de elementos constituído por cromo, ferro, cobalto, 25 molibdênio, volfrâmio, titânio, boro em uma proporção entre 0,1% por volume e 30% por volume.

30 10. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que na camada funcional (3) estão compreendidas partículas, que apresentam uma dureza maior que a prata, em

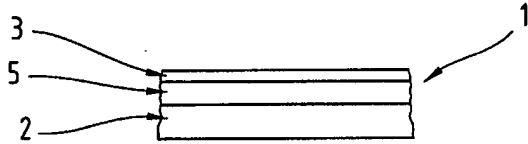
uma proporção entre 0,1% por volume e 30% por volume.

11. Rolamento de deslizamento (1), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que na camada funcional (3) estão compreendidas  
5 partículas macias ou fases macias em uma proporção entre 0,1% por volume e 30% por volume, selecionadas a partir de um grupo de fases macias que abrangem chumbo, bismuto, estanho, índio, partículas de polímero, à condição que os  
10 elementos adicionados à liga são do grupo gálio, manganês, níquel, zinco, germânio, índio e alumínio, indiferente do(s) elemento(s) do grupo de fases macias.

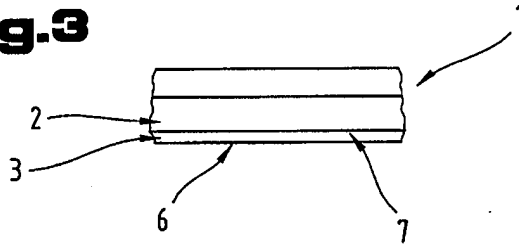
**Fig.1**



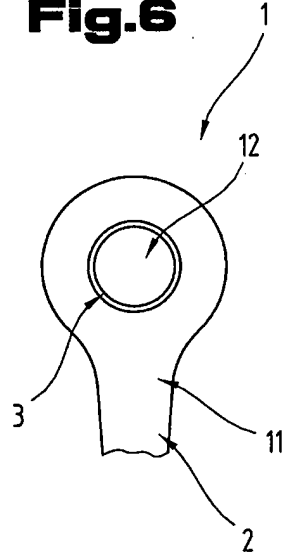
**Fig.2**



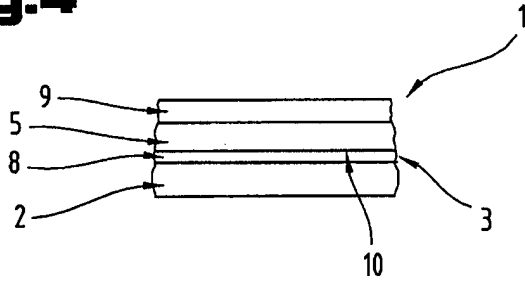
**Fig.3**



**Fig.6**



**Fig.4**



**Fig.5**

