



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

(11) PI 0924746-7 B1



(22) Data do Depósito: 23/11/2009

(45) Data de Concessão: 16/04/2019

(54) Título: ELEMENTO DESLIZANTE

(51) Int.Cl.: C23C 4/06; C23C 28/02.

(30) Prioridade Unionista: 07/04/2009 DE 1020090166505.

(73) Titular(es): FEDERAL- MOGUL HOLDING BURSCHEID GMBH.

(72) Inventor(es): MARCUS KENNEDY; MICHAEL ZINNABOLD; MARC-MANUEL MATZ.

(86) Pedido PCT: PCT EP2009008333 de 23/11/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/115448 de 14/10/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/09/2011

(57) Resumo: Elemento Deslizante De acordo com a invenção, é provido um elemento deslizante, particularmente um anel de pistão para um motor de combustão interna, compreendendo um substrato com uma camada de proteção de desgaste, obtido por pulverização térmica de um pó compreendendo as proporções de elementos 2-50 por cento em peso de ferro, Fe; 5-60 por cento em peso de tungstênio, W; 5-40 por cento em peso de cromo, Cr; 5-25 por cento em peso de níquel, Ni; 1-5 por cento em peso de molibdênio, Mo; 1-10 carbono, C e 0,1-2 por cento em peso de silício, Si; e uma camada corrente, obtida por pulverização térmica de um pó compreendendo as proporções de elementos 60-95 por cento em peso de níquel; 5-40 por cento em peso de carbono.

“ELEMENTO DESLIZANTE”**RELATÓRIO DESCRITIVO**

[001] A presente invenção relaciona-se com um elemento deslizante, particularmente um anel de pistão, com propriedades ajustáveis, particularmente em relação ao comportamento de desgaste e também um método de produzi-lo.

[002] Hoje em dia, os requisitos do cliente em relação ao comportamento de desgaste sobre o anel de pistão e a camisa do cilindro diferem. Por um lado, é exigido o menor desgaste possível, enquanto, por outro lado, fabricantes de motores também precisam de taxas de desgaste mais altas, a fim de obter o que é, de seu ponto de vista, o melhor desempenho corrente possível para o sistema de “anel de pistão/revestimento do cilindro”. Isto está tornando-se um problema crescentemente comum no setor de motores de 2 tempos (diâmetros dos anéis > 430 mm).

[003] Os revestimentos com base em ferro aplicados por meio de pulverização térmica não são ainda usados no anel de pistão. Os revestimentos com base apenas em ferro sobre a camisa do cilindro são conhecidos até à presente data no setor do sistema de manivela, sendo ditos revestimentos produzidos por meio de pulverização de fio de arco elétrico (EP 1 055 351 B2). A produção de camadas anti-desgaste por meio do processo pulverização térmica é um método conhecido. Os materiais em pó usados para isto são correntemente Mo, WC, NiCr e Cr_3C_2 .

[004] A invenção resolve, portanto, os seguintes problemas. Por um lado, um aperfeiçoamento nas propriedades tribológicas de anéis de pistão termicamente pulverizados usando um sistema material até aqui não usado como o material de revestimento, comparado com os revestimentos tradicionais de anéis de pistão com base em Mo. Além disso, a produção de anéis de pistão revestidos que satisfaçam os requisitos do

cliente, que são customizados em relação ao seu desempenho de desgaste e tensões intrínsecas, em que o revestimento é realizado por pulverização térmica. Além disso, o desempenho corrente deve ser otimizado. A matriz de material básico deve exibir, de preferência, propriedades físicas semelhantes (coeficiente de expansão térmica e condutividade térmica) para o substrato subjacente e propriedades mecânicas suficientes (dureza, ductilidade).

[005] De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é provido um elemento deslizante, particularmente um anel de pistão para um motor de combustão interna, compreendendo

um substrato e

uma camada de proteção de desgaste, obtida por pulverização térmica de um pó compreendendo as proporções de elementos

2-50 por cento em peso de ferro, Fe;

5-60 por cento em peso de tungstênio, W;

5-40 por cento em peso de cromo, Cr;

5-25 por cento em peso de níquel, Ni;

1-5 por cento em peso de molibdênio, Mo;

1-10 por cento em peso de carbono, C, e

0,1-2 por cento em peso de silício, Si;

e

uma camada corrente, obtida por pulverização térmica de um pó compreendendo as proporções de elementos

60-95 por cento em peso de níquel;

5-40 por cento em peso de carbono.

[006] A fim de resolver o problema descrito acima, deve ser produzido um sistema de camadas compreendendo um sistema básico com propriedades físicas semelhantes ao substrato sendo revestido e resistência suficiente, combinada com uma proporção resistente ao desgaste, em que diferentes taxas de desgaste no anel e no revestimento resultam no estado lubrificado, dependendo das proporções usadas. Igualmente, a natureza e a força das tensões residuais podem ser ajustadas através da adição de quantidades definidas da proporção resistente ao desgaste. Em princípio, nenhuns esforços de tração residuais são desejáveis nas camadas termicamente pulverizadas, porque são incapazes de reduzir a propagação de rachadura de uma rachadura existente ou podem mesmo aumentá-la. A solução é um novo sistema com base em Fe, que é reforçado por carbetos, acoplados a uma camada corrente adequada às necessidades dos fabricantes de motores.

[007] Em relação a propriedades físicas (condutividade térmica, coeficiente de expansão térmica), é produzido um sistema quase homogêneo entre o substrato e o revestimento por uma proporção mínima do sistema ferroso de base de 25% em peso. Deste modo, a energia térmica produzida durante a fricção misturada, particularmente na faixa do centro morto superior ou centro morto inferior, pode ser mais eficientemente dissipada e um processo uniforme de relaxamento térmico garantido através das flutuações de temperatura presentes no motor. O uso de ligas com base em Fe como o material de revestimento de base do anel de pistão junto com um sistema de carbetos e uma camada corrente (graduado ou não graduado), produzido por meio de pulverização térmica, resulta num novo tipo de anel de pistão. O anel de pistão sendo coberto pode ser um anel de pistão de ferro fundido ou de aço neste caso.

[008] De acordo com uma modalidade, o novo sistema material

consiste nos seguintes elementos: ferro (Fe), tungstênio (W, como WC), cromo (Cr, como Cr e Cr_3C_2), níquel (Ni), molibdênio (Mo), silício (Si) e carbono (C, parcialmente ligado ao Fe, W e Cr como carbeto ou na forma pura, eletroquimicamente encapsulado em níquel).

[009] De acordo com uma modalidade, a proporção de carbetos é de 10-75 por cento em peso, composto de 0-60 por cento em peso de carbeto de tungstênio, WC e 0-50 por cento em peso de carbeto de cromo, Cr_3C_2 .

[0010] A liga com base em ferro sem carbetos não é recomendada, visto que a resistência de desgaste (medida como descrito abaixo) não satisfaz necessidades de hoje. Um aumento no teor global de carbeto acima de 75% em peso não é recomendado para uso como revestimento de anel de carbeto, porque, se a proporção de carbeto for muito grande, a camada assume um caráter cerâmico muito acentuado (módulo de elasticidade muito alto) e não pode, portanto, resistir a esforços de mudança de temperatura no motor.

[0011] De acordo com uma modalidade, o elemento deslizante também compreende uma camada transitiva entre a camada de proteção de desgaste e a camada corrente, em que a composição química da camada transitiva exibe uma relação de graduação de 20:80 a 80:20, relativa à camada de proteção de desgaste e a camada corrente.

[0012] A composição química na relação de graduação é ajustável para 20:80 a 80:20 para os tipos de camada única camada de proteção de desgaste: camada corrente.

Exemplo 1:

1. 1ª camada: camada de proteção de desgaste
2. 2ª camada: No lado da camada de proteção de desgaste, a composição química da camada transitiva é 80% semelhante à composição da camada de proteção de desgaste, 20% semelhante à camada

corrente, enquanto, para o lado da camada corrente, existe uma transição essencialmente linear para uma composição que é 20% semelhante à composição da camada de proteção de desgaste e 80% semelhante à composição da camada corrente

3. 3ª camada: camada corrente

Exemplo 2:

1. 1ª camada: camada de proteção de desgaste

2. 2ª camada: composição química 20% semelhante à camada de proteção de desgaste, 80% semelhante à camada corrente, transição linear até 80% semelhante à camada de proteção de desgaste, 20% semelhante à camada corrente

3. 3ª camada: camada corrente

[0013] De acordo com uma modalidade, a espessura de camada da camada de proteção de desgaste cai na faixa de 100-800 μm , de preferência 200-600 μm e, com maior preferência, 300-500 μm .

[0014] De acordo com uma modalidade, a espessura de camada da camada corrente cai na faixa de 100-500 μm , de preferência 200-400 μm e, com maior preferência, 150-300 μm .

[0015] De acordo com uma modalidade, a espessura de camada da camada transitiva, em que a proteção de desgaste e a camada corrente estão presentes na forma graduada, cai na faixa de 0-600 μm e, com maior preferência, 0-250 μm .

[0016] De acordo com uma modalidade, o substrato é um anel com um diâmetro maior que 220 mm, de preferência maior que 430 mm e, no máximo, 980 mm.

[0017] De acordo com uma modalidade, os tamanhos das partículas do pó caem na faixa de 1-100 μm .

[0018] De acordo com uma modalidade, os carbeto são embutidos em uma matriz de cromo de níquel e exibem um tamanho de partícula

de 0,5-5 μm .

Breve Descrição do Desenho

[0019] A **Figura 1** mostra a microestrutura de uma camada de proteção de desgaste termicamente pulverizada/ corrente de acordo com uma modalidade da invenção.

Testes Conduzidos:

[0020] O pó foi termicamente pulverizado e a composição química (Tabela 1), foram testados o teor de carбето (Tabela 2), a microestrutura (Figura 1), a porosidade e dureza (Tabela 3) para diferentes variantes. Os Testes 1 e 2 diferem em que o tipo 1 de camada foi produzido no teste 1 e o tipo 2 de camada no teste 2. Para os testes 1.1 a 1.4 e 2.1 a 2.4, foram ajustadas diferentes concentrações de carбето. A camada superior em cada caso não contém nenhum carбето, visto que esta camada é usada para corrente controlada.

Teste	Teor de carбето	Composição química								
		Fe	W	Cr	Ni	Mo	C	Si	Ni	C
#	% em peso	% em peso							% em peso	
1,1	0	47,5	0	28	17	4,6	1,8	1,1	70	30
1,2	20	35,7	11,2	30,2	15,2	3,8	3,1	0,8	70	30
1,3	40	23,9	22,5	33,2	12,4	2,6	4,9	0,5	90	10
1,4	60	11,4	33,8	34,8	11,7	2,3	5,7	0,3	90	10

[0021] **Tabela 1:** Composição química da camada de proteção de desgaste /corrente do tipo 1

Teste	Teor de carbeto	Carbetos individuais		
		Camada de proteção de desgaste		Camada corrente
		WC	Cr ₃ C ₂	Carbetos totais
#	% em peso	% em peso		
1,1	0	0	0	0
1,2	20	9	13	0
1,3	40	17,5	25	0
1,4	60	26	37,5	0

[0022] Tabela 2: Teor de carbeto da camada de proteção de desgaste /corrente do tipo 1

[0023] As fotografias da microestrutura (Figura 1) mostram carbeto uniformemente distribuídos para a camada de proteção de desgaste, nenhuma partícula não fundidas e uma camada muito densa com uma porosidade muito baixa < 2 %. As deposições de grafita são claramente visíveis na camada superior. A espessura de camada da camada de proteção de desgaste é de 330 µm, aquela da camada corrente 180 µm.

Teste	Teor de carbeto alvo	HV1	Porosidade
#	(% em peso)		%
1.1	0	520	< 1
1.2	20	564	< 1
1.3	40	597	< 1
1.4	60	710	< 2

[0024] Tabela 3: Dureza/porosidade da camada de proteção de desgaste do tipo 1

[0025] Como mostrado na Tabela 3, os testes iniciais mostraram que a camada de proteção de desgaste do tipo 1 tem uma porosidade < 1-2 % com uma dureza de aproximadamente 520HV1 para o material de base de Fe isento de carbetos até 710HV1 para o material de base de Fe com um teor de carbetos de 60% em peso. A dureza da camada corrente não pode ser determinada devido ao alto teor de grafita.

[0026] A adição de carbetos torna possível que haja um ajuste de dureza seletivo no anel e na camisa de cilindro. Além disso, a microestrutura está largamente retida, apesar de cargas elevadas durante o teste de desgaste, o que aponta em princípio para um anel de pistão resistente ao desgaste para o sistema “anel/revestimento lubrificado” produzido com este revestimento de acordo com a invenção, visto que o processo corrente está completo.

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento Deslizante, particularmente anel de pistão para motor de combustão interna, **caracterizado** por que compreende

um substrato e

uma camada de proteção de desgaste, obtida por pulverização térmica de um pó que compreende as proporções de elementos

2-50 por cento em peso de ferro, Fe;

5-60 por cento em peso de tungstênio, W;

5-40 por cento em peso de cromo, Cr;

5-25 por cento em peso de níquel, Ni;

1-5 por cento em peso de molibdênio, Mo;

1-10 por cento em peso de carbono, C, e

0,1-2 por cento em peso de silício, Si;

e

- uma camada corrente, obtida por pulverização térmica de um pó compreendendo as proporções de elementos

60-95 por cento em peso de níquel;

5-40 por cento em peso de carbono.

2. Elemento Deslizante, de acordo com a Reivindicação 1, **caracterizado** por que compreende ainda uma camada transitiva entre a camada de proteção de desgaste e a camada corrente, em que a

composição química da camada transitiva exibe uma relação de graduação de 20:80 a 80:20, relativa à camada de proteção de desgaste e a camada corrente.

3. Elemento Deslizante, de acordo com a Reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** por que a proporção de carbetos é de 10-75 por cento em peso, composto de 0-60 por cento em peso de carbeto de tungstênio, WC e 0-50 por cento em peso de carbeto de cromo, Cr_3C_2 .

4. Elemento Deslizante, de acordo com qualquer uma das Reivindicações precedentes, **caracterizado** por que a espessura de camada da camada de proteção de desgaste cai na faixa de 100-800 μm , de preferência 200-600 μm e, com maior preferência, 300-500 μm .

5. Elemento Deslizante, de acordo com qualquer uma das Reivindicações precedentes, **caracterizado** por que a espessura de camada da camada corrente cai na faixa de 100-500 μm , de preferência 200-400 μm e, com maior preferência, 150-300 μm .

6. Elemento Deslizante, de acordo com qualquer uma das Reivindicações de 2 a 5, **caracterizado** por que a espessura de camada da camada transitiva, em que as camadas de proteção de desgaste e corrente estão presentes na forma graduada, cai na faixa de 0-600 μm e, com maior preferência, 0-250 μm .

7. Elemento Deslizante, de acordo com qualquer uma das Reivindicações precedentes, **caracterizado** por que o substrato é um anel com um diâmetro maior que 220 mm, de preferência maior que 430 mm e, no máximo, de 980 mm.

8. Elemento Deslizante, de acordo com qualquer uma das Reivindicações precedentes, **caracterizado** por que os tamanhos de partícula do pó caem na faixa de 1-100 μm .

9. Elemento Deslizante, de acordo com qualquer uma das Reivindicações precedentes, **caracterizado** por que os carbeto estão embutidos numa matriz de cromo-níquel e exibem um tamanho de partícula de 0,5-5 μm .

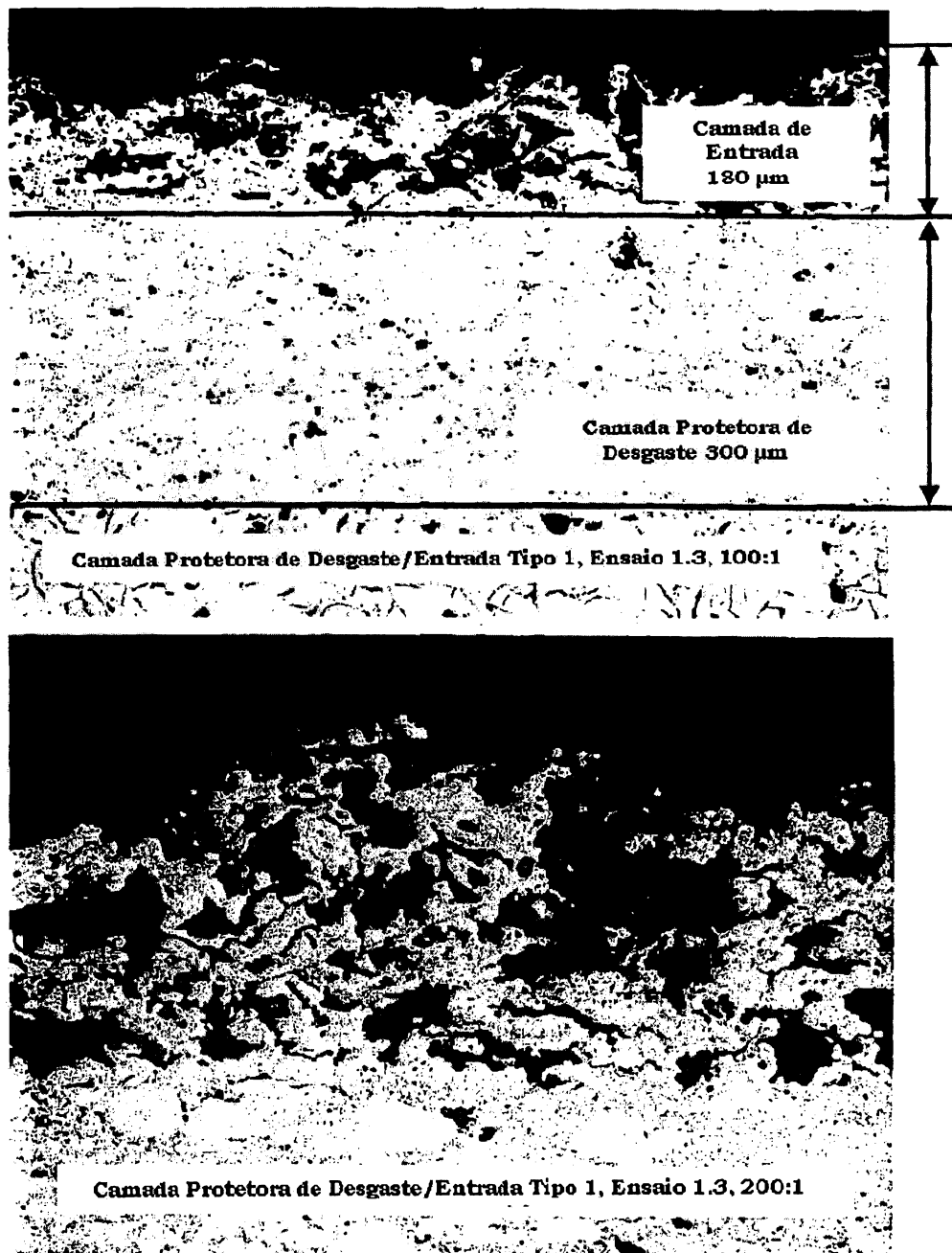


Figura 1