(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organização Mundial da Propriedade Intelectual
Secretaria Internacional

(43) Data de Publicação Internacional
3 de Janeiro de 2014 (03.01.2014)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicação Internacional
WO 2014/000076 A1

(51) Classificação Internacional de Patentes : *C23C 16/02* (2006.01) *F16J 9/26* (2006.01) *C23C 16/30* (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional : PCT/BR2013/000232

(22) Data do Depósito Internacional : 28 de Junho de 2013 (28.06.2013)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(30) Dados Relativos à Prioridade : BR 10 2012 016283-0 29 de Junho de 2012 (29.06.2012) BR

(71) Requerentes : **MAHLE METAL LEVE S/A** [BR/BR]; Rodovia Anhanguera, Sentido Interior - Capital, Km.49,7, 13210-877 - Jundiaí - Sp (BR). **MAHLE INTERNATIONAL GmbH** [DE/DE]; Pragstr. 26-46, D-70376 - Stuttgart (DE).

(72) Inventor : **FAVARON, Rodrigo**; Rua Giestas, n° 63, AP 142-B, Vila Bela, 03147-000 São Paulo - SP (BR).

(74) Mandatário : **DANNEMANN, SIEMSEN, BIGLER & IPANEMA MOREIRA**; Caixa Postal 2142, Rua Marquês de Olinda, 70, 22251-040 - Rio de Janeiro - RJ (BR).

(81) Estados Designados *(sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados Designados *(sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicado:

— *com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))*

(54) Title : SLIDING ELEMENT AND INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Título : ELEMENTO DESLIZANTE E MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA

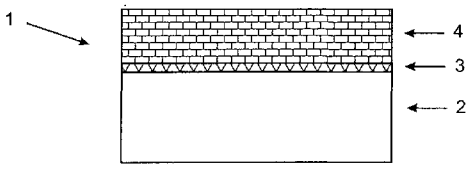


FIG. 1

(57) Abstract : The present invention relates to a sliding element (1) for use in internal combustion engines, which sliding element (1) is provided with a sliding layer (4) comprising a tungsten matrix and tungsten carbides for lengthening the service life of the sliding element (1) by improving fatigue and wear resistance and as a result preventing wear of engine components that interact with the sliding element (1).

(57) Resumo : A presente invenção refere-se a um elemento deslizante (1) para uso em motores de combustão interna, elemento deslizante (1) esse que é dotado de uma camada deslizante (4) compreendendo uma matriz de tungsténio e carbetos de tungsténio com vista a aumentar a longevidade do elemento deslizante (1) através das melhorias da resistência à fadiga e ao desgaste e concomitante prevenir o desgaste dos componentes do motor que interagem com dito elemento deslizante (1).

WO 2014/000076 A1

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"ELEMENTO DESLIZANTE E MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA".**

A presente invenção refere-se a um elemento deslizante para uso em motores de combustão interna, elemento deslizante esse que é dotado de uma camada deslizante compreendendo uma matriz de tungstênio e carbetos de tungstênio com vista a aumentar a longevidade do elemento deslizante através da melhoria da resistência à fadiga e ao desgaste e, concomitante, prevenir o desgaste dos componentes do motor que interagem com dito elemento deslizante.

Descrição do estado da técnica

Tendo em conta as demandas crescentes da indústria automóvel, novas exigências têm surgido, exigências essas que se refletem diretamente em uma maior solicitação dos componentes de motores de combustão interna. Desse modo, os atuais componentes de motor, não estando projetados para tal demanda, sofrem um desgaste prematuro. Algumas das peças que naturalmente sofrem esse efeito são os elementos de deslizamento, particularmente mancais e anéis de pistão.

Inúmeros desenvolvimentos têm surgido com o intuito de melhorar a resistência à fadiga e ao desgaste dos componentes de um motor de combustão interna; porém, o aumento das pressões de trabalho dos motores de combustão interna e a crescente intensidade de fricção e contato entre os componentes de um motor dificultam o sucesso de tais tentativas por precocemente levarem um dos elementos de deslizamento, ou os outros componentes do motor, ao desgaste.

Note-se também que o futuro não reserva facilidade para este campo de atuação, basta observar que se exigem motores mais potentes, que atinjam regimes de rotação mais elevados, mais eficientes, com menor consumo e com elevada capacidade de carga. Todos esses fatores comprometem o desempenho do motor ao longo prazo, prejudicando o funcionamento do motor, ou mesmo a sua falha.

Naturalmente, face às novas exigências, novos materiais precisam surgir, posto que aqueles já conhecidos são os mesmos que limitam o desempenho

de motores de combustão interna dos dias de hoje. Uns dos componentes mais importantes para alcançar um melhor desempenho de um motor são os elementos de deslizamento, tais como pistões, mancais, etc. Devido às inovações de elementos deslizantes, com mais dureza, mais resistência à fadiga e ao desgaste, e consequentemente mais vida útil, a indústria automóvel tem se modernizado a par e passo com o desenvolvimento de motores cada vez mais eficientes, poderosos e duráveis frente à elevada carga a que são submetidos.

Entende-se que quanto mais duro o elemento deslizante, menos ele se desgasta; porém, quanto mais duro o elemento deslizante, mais desgaste ocorre nos componentes do motor mais macios com os quais interage. Ademais, sabe-se que quanto mais duro o elemento deslizante, mais frágil ele se torna e mais tensões internas são geradas quando na fabricação, resultando particularmente em um aumento na probabilidade de que haja delaminação do elemento deslizante, destacamento da camada mais dura que recobre o componente ou até mesmo a quebra, rompimento do componente.

Nesse sentido, elementos deslizantes do estado de técnica têm tentado chegar a um equilíbrio de ter um elemento deslizante com uma dureza suficientemente alta para que não se desgaste facilmente com o contato com outros componentes do motor, mas também suficientemente não agressivo relativamente aos outros componentes do motor para que não cause desgaste aos outros componentes do motor, e suficientemente tenaz, para que não haja delaminação do elemento deslizante, e para que aumente a vida útil em geral de um motor. Como se vê, a equação é de longe fácil.

A presente invenção revela por fim um elemento deslizante cuja dureza é mais elevada que os elementos deslizantes do estado de técnica, mas por outro lado, também não ocasiona desgaste nos outros componentes do motor com qual o elemento se interage constantemente na operação do motor.

Apresenta-se, enfim, um elemento deslizante de uma dureza elevada que sofre menos desgaste sob elevada carga, que não sofre delaminação, e que também não ocasiona desgaste nos outros componentes do motor.

Não obstante os possíveis problemas acima identificados como o desgaste nos outros componentes do motor ou o estresse interno no motor devido ao uso de um elemento deslizante de elevada dureza, o pedido de patente WO2008098548, e a patente DE10011917 revelam uma alta demanda para elementos deslizantes com mais dureza no uso em um motor de combustão interna.

O pedido de patente WO2008098548 descreve um anel de pistão dotado de uma camada deslizante, que diminui gradualmente e é depositada em pelo menos uma face do anel de pistão por deposição física de vapor (PVD). No entanto, elementos deslizantes revestidos por PVD são mais susceptíveis à delaminação quando comparados com os elementos deslizantes dotados de camadas depositadas por outros processos. Assim, esta tecnologia apresenta logo em sua raiz, problemas sérios.

Patente DE10011917 revela um anel de pistão compreendendo uma camada de revestimento de nitreto de titânio de uma dureza de aproximadamente 2200HV a 2500HV depositado por PVD ou CVD na superfície deslizante do anel de pistão, dotado de uma espessura de 5 a 20 mícrons. A tecnologia revelada por este documento apresenta um grande inconveniente que deriva da reduzida espessura da camada deposita, resultando em uma vida útil reduzida do componente, ou seja, exatamente aquilo que se deseja evitar. Do mesmo modo, a dureza é excessivamente elevada ao ponto de riscar a superfície de deslizamento de um cilindro.

Faz-se assim necessário alcançar uma solução que garanta o quesito durabilidade, resguardando a necessidade de não ocorrer o desgaste nos componentes com os quais o elemento de deslizamento interage e, também, de resistir à delaminação que naturalmente se mostra tendencialmente crescente quando se aumenta a dureza da camada de revestimento.

Objetivos da invenção

É, portanto, um objetivo da presente invenção prover um elemento de deslizamento para uso em motores de combustão interna capaz de conciliar diferentes características responsáveis pela melhor resistência ao desgaste tan-

to para o elemento deslizante quanto para as superfícies dos componentes do motor com quais interage o tal elemento deslizante.

É, também, um objetivo da invenção prover um elemento deslizante para uso em motores de combustão interna compreendendo uma camada dotada de uma matriz de tungstênio e de carbetos de tungstênio onde um material de base ferrosa é revestido com dita matriz de tungstênio e carbetos de tungstênio, sendo que dita camada pode ser associada à base ferrosa por meio de uma camada de ligação de níquel.

É, ainda, um objetivo da presente invenção prover um elemento deslizante para uso em motores de combustão interna compreendendo uma camada dotada de uma matriz de tungstênio e de carbetos de tungstênio, cuja camada seja aplicada por um processo de deposição química em fase vapor (CVD).

Por fim, é ainda um objetivo da presente invenção prover um motor dotado do elemento deslizante apontado acima.

Breve descrição da invenção

Os objetivos da presente invenção são alcançados por um elemento deslizante para motores de combustão interna, o elemento deslizante sendo dotado de uma material base ferrosa sobre o qual é aplicada simultaneamente e uniformemente por CVD uma camada dotada de uma matriz de tungstênio e carbeto de tungstênio, sendo que a camada pode ser associada à base ferrosa por meio de uma camada de ligação de níquel.

O elemento deslizante, objeto deste pedido, para motores de combustão interna pode incluir, mas não está limitado a um mancal, um anel de pistão, um cilindro de motor e outros componentes de motores de combustão interna que possuem propriedades deslizantes.

Descrição resumida dos desenhos

A presente invenção será, a seguir, mais detalhadamente descrita com base em um exemplo de execução representado nos desenhos. As figuras mostram:

Figura 1 - é uma representação das camadas do elemento deslizante da presente invenção;

Figura 2 - é uma fotografia das camadas do elemento deslizante da presente invenção;

Figura 3 - é uma fotografia da corte transversal do elemento deslizante da presente invenção;

Figura 4 - é uma fotografia de um elemento deslizante do estado da técnica que sofreu delaminação a 120N depois de ter submetido a um teste de riscamento;

Figura 5 - é uma fotografia de o elemento deslizante da presente invenção que não sofreu delaminação a 180N depois de ter submetido a um teste de riscamento;

Figura 6 - gráficos comparativo de desgaste do canalete de um pistão entre dois materiais que do estado da técnica - PVD (CrN) X Aço Nitretado.

Figura 7 - gráficos comparativo de desgaste da face inferior de um anel de pistão entre dois materiais do estado da técnica PVD (CrN) X Aço Nitretado.

Figura 8 - é um gráfico que mostra que o elemento deslizante da presente invenção sofre menos desgaste que o elemento deslizante de nitreto de crômio.

Figura 9 - é um gráfico que mostra que o elemento deslizante da presente invenção causa menos desgaste a um componente de motor de combustão interna com qual se interage em comparação com um elemento deslizante de nitreto de crômio do estado de técnica

Descrição detalhada de invenção

As figuras 1, 2 e 3 representam uma vista em corte transversal do elemento deslizante 1 da presente invenção. De modo preferencial, mas não obrigatório, o elemento deslizante 1 da presente invenção é compreendido por um material base 2 ferroso sobre o qual é aplicada uma camada 4 dotada de uma matriz de tungstênio e de carbetos de tungstênio por CVD, sendo que a camada 4 pode ser associada à base ferrosa 2 por meio de uma camada de ligação 3 de níquel que tem como objetivo promover uma melhor adesão entre a camada 4 com a base ferrosa 2.

A figura 3 demonstra que a espessura do elemento deslizante é uniforme em todas as superfícies do elemento deslizante. Note-se que, obrigatoriamente,

a deposição uniforme desta camada ao elemento deslizante é alcançada por um processo de CVD. O processo de CVD apresenta condições favoráveis à aplicação de uma camada sobre elementos deslizantes para que todas as superfícies dos elementos sejam expostas à atmosfera do forno onde acontece a deposição CVD. Portanto, de um modo simultâneo e uniforme, ocorre-se um revestimento de um elemento deslizante em todas as superfícies por CVD. Assim, tal como será exposto abaixo, o CVD, além da vantagem apontada, mostra-se também superior quando comparado com o PVD cujas camadas depositadas são mais susceptíveis à delaminação.

Considerando a aplicação uniforme e simultânea da camada em todas as superfícies do elemento deslizante seja a preferência, também se pode aplicar a camada dotada de uma matriz de tungstênio e carbeto de tungstênio apenas em regiões específicas do elemento deslizante. Mais especificamente, a camada dotada de uma matriz de tungstênio e carbeto de tungstênio pode ser aplicada apenas na superfície deslizante, ou na superfície deslizante e nas superfícies por cima e por baixo do elemento deslizante (superfícies adjacentes). Nesse último caso a camada depositada nas superfícies adjacentes pode ser ainda dotada de uma espessura inferior a espessura da camada aplicada na superfície deslizante, criando, enfim, um gradiente de espessura no elemento deslizante.

Com referência às outras particularidades do elemento deslizante 1 da presente invenção, note-se que o material base 2 é compreendido por uma liga ferrosa, de modo preferencial, mas não obrigatório, de aço carbono, aço inoxidável ou ferro fundido, onde, por exemplo, um aço de baixo ou médio carbono compreende uma espessura que pode variar de 0,25mm a 10mm.

A camada de ligação 3, quando existente, é compreendida por níquel puro, dotada, de modo preferencial, mas não obrigatório, de uma espessura entre 1 e 5 mícrons.

No tocante à camada 4 depositado por CVD, a sua composição é de uma matriz de metal de tungstênio e carbetos de tungstênio. Mais especificamente, a matriz pode compreender, além do metal de tungstênio: carbeto de

tungstênio WC; semicarbeto de tungstênio W2C; subcarbeto de tungstênio W3C; subcarbeto de tungstênio W12C; ou uma mistura destes carbetos.

Cumpre notar ainda que a camada 4 é dotada de uma espessura de 5 a 150 mícrons, preferencialmente de 5 a 60 mícrons. Ademais, a camada 4 tem uma dureza de 1000HV a 3500HV, que varia de acordo com a profundidade de matriz aplicada. Mais especificamente, a região da superfície da camada depositada 4 (região mais externa) do elemento deslizante tem dureza que varia de 1500HV a 3500HV e a porção da camada depositada 4 com inicio desde a base ferrosa (ou camada de ligação 3) até o meio da camada depositada por CVD tem dureza inferior a 1500HV.

O conjunto das figuras 4 e 5 mostra o resultados de dois elementos deslizantes após o teste de riscamento, um referente ao estado da técnica que suportou a carga de 120 N antes de ocorrer a delaminação e outro representando a presente invenção e que não sofreu delaminação quando submetido à carga máxima do equipamento que é 180N. O elemento deslizante do estado da técnica representado pela figura 4 é dotado de camada de nitreto de cromo depositado por PVD. Já o elemento deslizante da presente invenção, representado pela figura 5, é dotado de uma matriz de tungstênio e carbeto de tungstênio depositada por CVD. O elemento deslizante que sofreu delaminação (figura 4) teve a sua camada depositada por PVD. Por sua vez, o elemento deslizante que não sofreu delaminação (figura 5) teve a sua camada depositada por CVD. O conjunto das figuras 4 e 5 ajuda a demonstrar a importância de se depositar a camada por CVD para se evitar eventuais delaminações das camadas depositadas nos elementos deslizantes.

Além desses benefícios a deposição por CVD também permite a eliminação de tratamentos térmicos por nitretação que no estado da técnica se faz necessário, pois precisa-se de uma camada dura e resistente ao desgaste também nas faces adjacentes a face de contato, pois no estado da técnica o material resistente ao desgaste (PVD) é aplicado economicamente apenas na face externa do componente, sendo nestes casos comumente necessário o tratamento de endurecimento por nitretação, sabe-se que este tipo de tratamento causa a fragilização do componente principalmente em regiões de

cantos que é onde concentra-se as maiores tensões e através dos esforços cíclicos em que os componentes são submetidos podem levar a uma fratura por fadiga do componente.

No tocante a presente invenção por se tratar de um processo de CVD, e conforme mencionado anteriormente, todas as faces do componente expostas a atmosfera do forno recebem simultaneamente o recobrimento do material endurecido, neste caso não se faz necessário os comumente aplicados processo de endurecimento por nitretação, o que fornece ao componente não somente vantagens de resistência ao desgaste mas também vantagens de resistência mecânica em comparação com o estado da técnica.

Os gráficos das figuras 6 e 7 representam elementos de deslizamento que compõem o estado de técnica. Demonstram o desgaste que sofrem e causam os elementos de deslizamento com dureza elevada nas superfícies dos componentes de um motor com quais interagem. Mais particularmente, a figura 6 apresenta um comparativo de desgaste do canalete de um pistão entre dois materiais do estado da técnica - PVD (CrN) X Aço Nitretado. Já a figura 7 apresenta um comparativo de desgaste da face inferior de um anel de pistão entre dois materiais do estado da técnica PVD (CrN) X Aço Nitretado.

Como se pode ver através dos gráficos das figuras 6 e 7, para o exemplo onde existe uma camada endurecida por nitretação, tanto o elemento de deslizamento quanto o componente com que interage, neste caso as canaletas dos pistões, sofreram desgaste na ordem de 10 a 20 mícrons. Agora em relação ao outro exemplo do estado da técnica (PVD CrN), embora o desgaste do elemento deslizante tenha sido minimizado para 5 mícrons máximo, no componente que interage, canaletas dos pistões, o desgaste foi agravado para 30 a 40 mícrons, o que evidencia a necessidade de se desenvolver um material que aumente a resistência ao desgaste do elemento deslizante sem prejudicar o outro componente que interage.

Finalmente, uma análise dos gráficos 8 e 9 em conjunto revela que os elementos deslizantes da presente invenção, de durezas de 1750HV e 1900HV respectivamente, apresentam significativamente mais resistência ao desgas-

te quando comparados com o elemento deslizante do estado da técnica (uma camada dotada de nitreto de crômio aplicada por PVD). Também revela que os elementos deslizantes da presente invenção conseguem maximizar as suas resistências ao desgaste enquanto também não causam desgaste nos componentes do motor com quais os elementos deslizantes se interagem, apesar de terem uma dureza mais elevada.

Em síntese, o novo conceito da presente invenção passa pelo uso de uma camada com uma elevada dureza depositada por CVD em um elemento deslizante cuja totalidade das propriedades, inesperadamente, não permite que o elemento deslizante desgaste um componente de um motor com qual o elemento deslizante se interage, enquanto o elemento em si também não se desgasta – e se houver desgaste tanto para o elemento deslizante em si como para os outros componentes de um motor, o desgaste vai ser relativamente insignificante particularmente à luz do desgaste sofrido pelos elementos deslizantes do estado de técnica.

A título de exemplo, o elemento deslizante do estado da técnica pode ser um anel de pistão, um mancal, um cilindro de motor ou uma válvula. Considerando que se trata de um anel de pistão, são notórias as vantagens da presente invenção, senão veja-se. O anel de pistão dotado de uma camada depositada 4 da presente invenção não irá sofrer tanto desgaste, não irá afetar a longevidade do seu respectivo cilindro e não irá, também, provocar desgaste mensurável na canaleta do pistão onde é inserido.

Por um lado seria razoável pensar-se que a camada depositada 4 garantisse uma boa resistência ao desgaste, porém o estado da técnica aponta que uma camada com uma dureza elevada, como a da presente invenção, delaminaria e desgastaria os outros componentes no motor com qual se interage.

Surpreendentemente, a inédita aplicação da camada 4 depositada por CVD em um elemento de deslizamento superou os resultados esperados, sendo que mesmo com uma camada com dureza elevada, não há desgaste nos componentes com qual se interage, havendo inclusive uma diminuição do

desgaste do elemento deslizante em si e a vantagem de suportar maiores cargas sem delaminação.

Desta forma, a configuração construtiva da presente invenção superou a expectativa inicial, justificando completamente o novo elemento deslizante 1. Assim, os excelentes resultados alcançados garantem que um elemento deslizante 1 com uma dureza elevada pode existir e aumentar a longevidade dos componentes de um motor de combustão interna. O aumento da longevidade desses componentes também resulta em um aumento muito superior ao normal da longevidade da vida útil do motor em si, inclusive naqueles motores mais modernos cujas solicitações são consideravelmente maiores. Desta forma, o resultado alcançado pelo elemento deslizante 1 da presente invenção é tão superior àqueles do estado da técnica que se antevê como um sucesso comercial por conseguir prevenir não só o seu próprio desgaste, mas também o desgaste nos outros componentes do motor com os quais interage. Assim, a presente invenção compreende não só o elemento deslizante 1, como também um motor contendo o elemento deslizante 1 da presente invenção.

Desse modo, resta evidente a clara vantagem do elemento deslizante 1 da presente invenção, onde a combinação dos elementos químicos depositados de uma especifica maneira originaram resultados excelentes não antes alcançados.

Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

Reivindicações

1. Elemento deslizante para motores de combustão interna, o elemento deslizante (1) sendo dotado de um material base (2) ferroso sobre o qual é aplicada em todas as suas superfícies, sequencialmente, uma camada de ligação (3) de níquel e uma camada depositada (4), caracterizado pelo fato de que a camada depositada (4) compreende uma matriz de tungstênio metálico e carbeto de tungstênio.

2. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada depositada (4) é depositada por meio deposição química por fase vapor.

3. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada depositada (4) tem uma dureza de 1000HV a 3500HV, preferencialmente entre 1250HV e 2000HV.

4. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a dureza varia de acordo com a profundidade da camada.

5. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que da porção externa até o meio da camada depositada (4) a dureza varia de 1500HV a 3500HV e a porção do meio da camada depositada (4) até o seu início tem dureza inferior a 1500HV.

6. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada depositada (4) é dotada de uma espessura entre 5 e 150 mícrons, preferencialmente entre 5 e 60 mícrons.

7. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada depositada (4) compreende uma matriz de tungstênio metálico e um das seguintes carbetos de tungstênio, ou as suas combinações: carbeto de tungstênio WC, subcarbeto de tungstênio W2C, subcarbeto de tungstênio W3C, ou subcarbeto de tungstênio W12C.

8. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada depositada (4) é apenas aplicada à superfície deslizante e às suas superfícies adjacentes.

9. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 8, carac-terizado pelo fato de que a camada aplicada nas superfícies adjacentes é dotada de uma

espessura de não mais de 70% da espessura da camada aplicada na superfície deslizante.

10. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada depositada (4) é aplicada apenas na superfície deslizante.

11. Elemento deslizante de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é um anel pistão, um mancal, um cilindro de motor ou uma válvula.

12. Motor de combustão interna compreendendo um elemento deslizante tal como definido nas reivindicações precedentes.

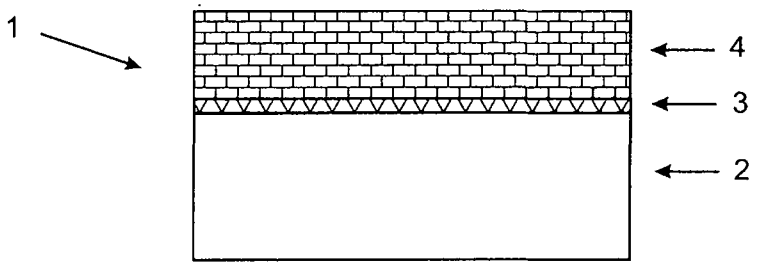


FIG. 1

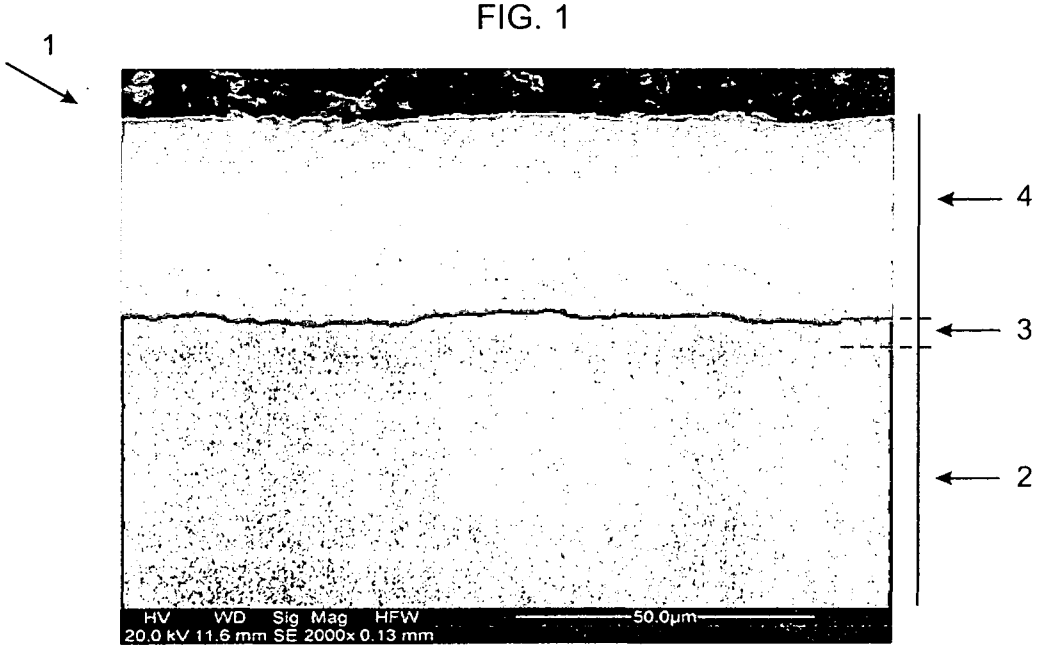


FIG. 2

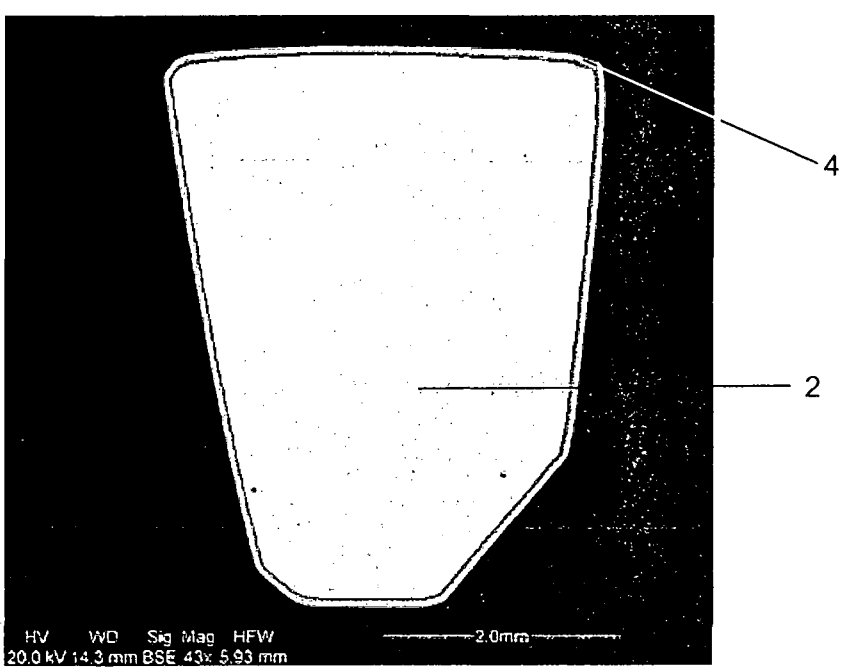


FIG. 3

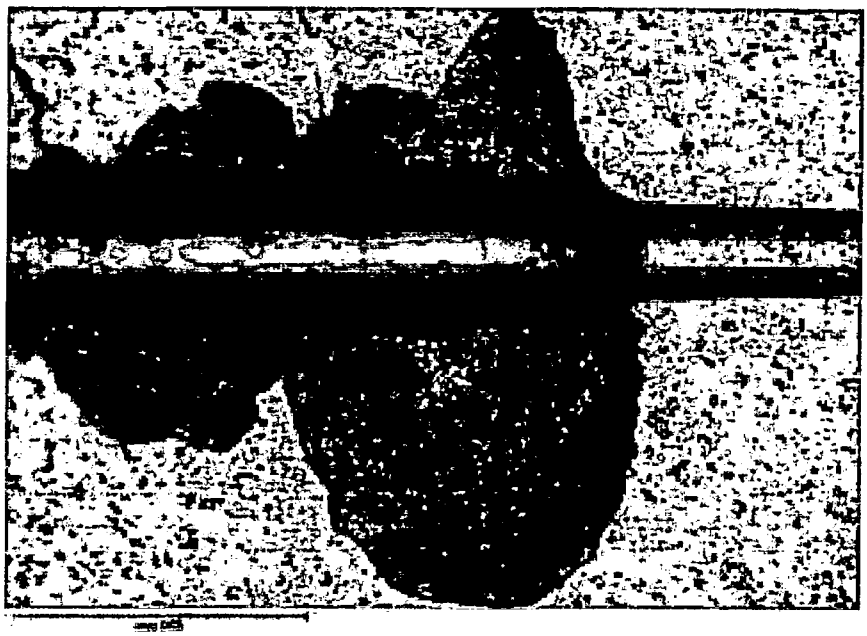


FIG. 4

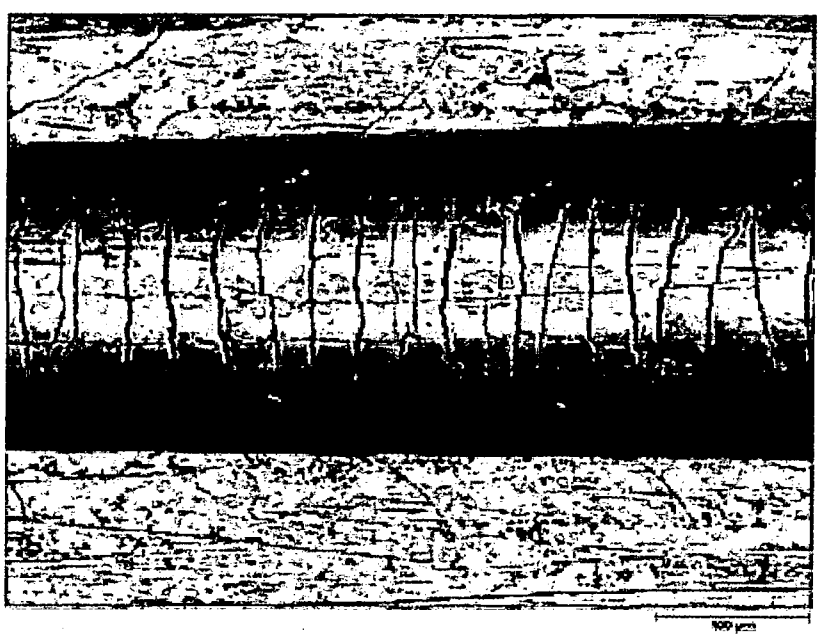


FIG. 5

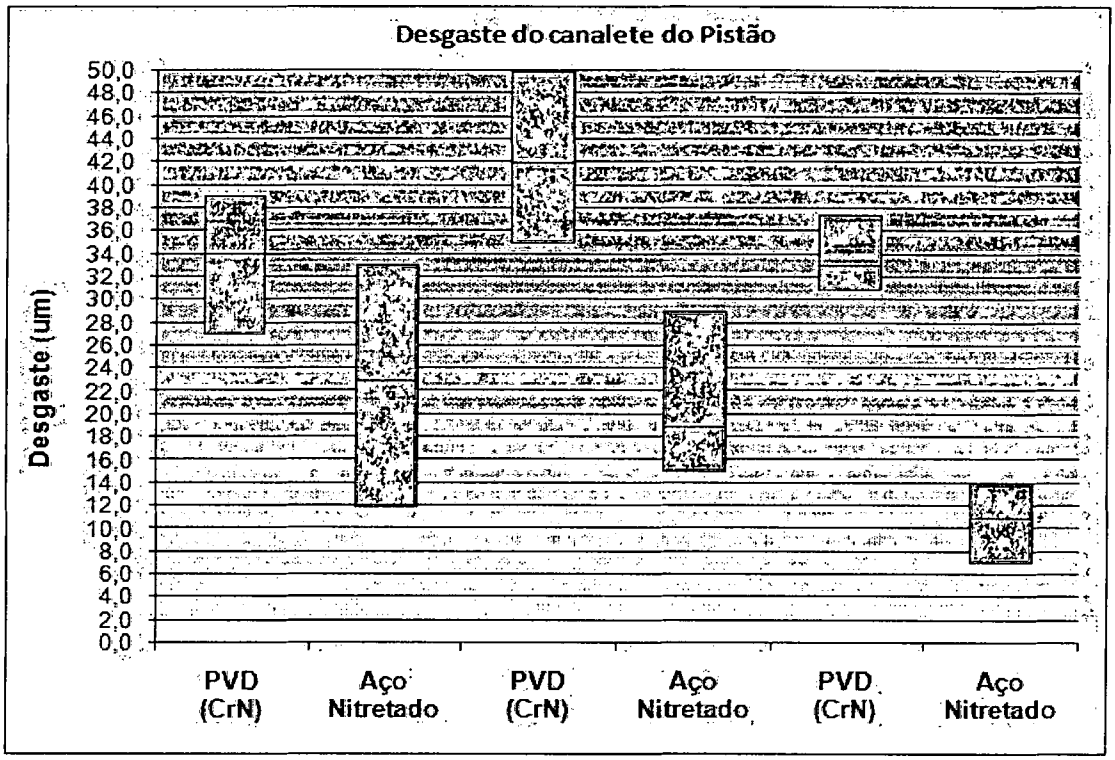

Desgaste do canalete do Pistão
Desgaste (um)
50,0
48,0
46,0
44,0
42,0
40,0
38,0
36,0
34,0
32,0
30,0
28,0
26,0
24,0
22,0
20,0
18,0
16,0
14,0
12,0
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0,0
PVD (CrN)
Aço Nitretado
PVD (CrN)
Aço Nitretado
PVD (CrN)
Aço Nitretado

FIG. 6

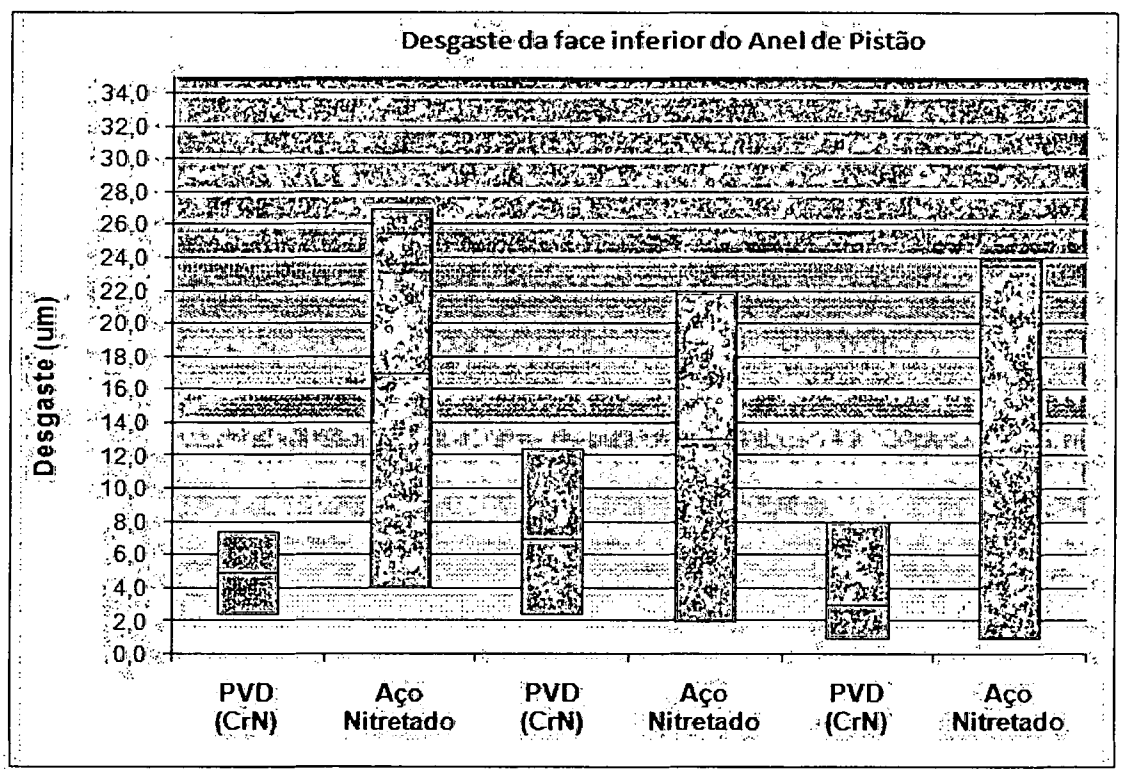

Desgaste da face inferior do Anel de Pistão
Desgaste (um)
34,0
32,0
30,0
28,0
26,0
24,0
22,0
20,0
18,0
16,0
14,0
12,0
10,0
8,0
6,0
4,0
2,0
0,0
PVD (CrN)
Aço Nitretado
PVD (CrN)
Aço Nitretado
PVD (CrN)
Aço Nitretado

FIG. 7

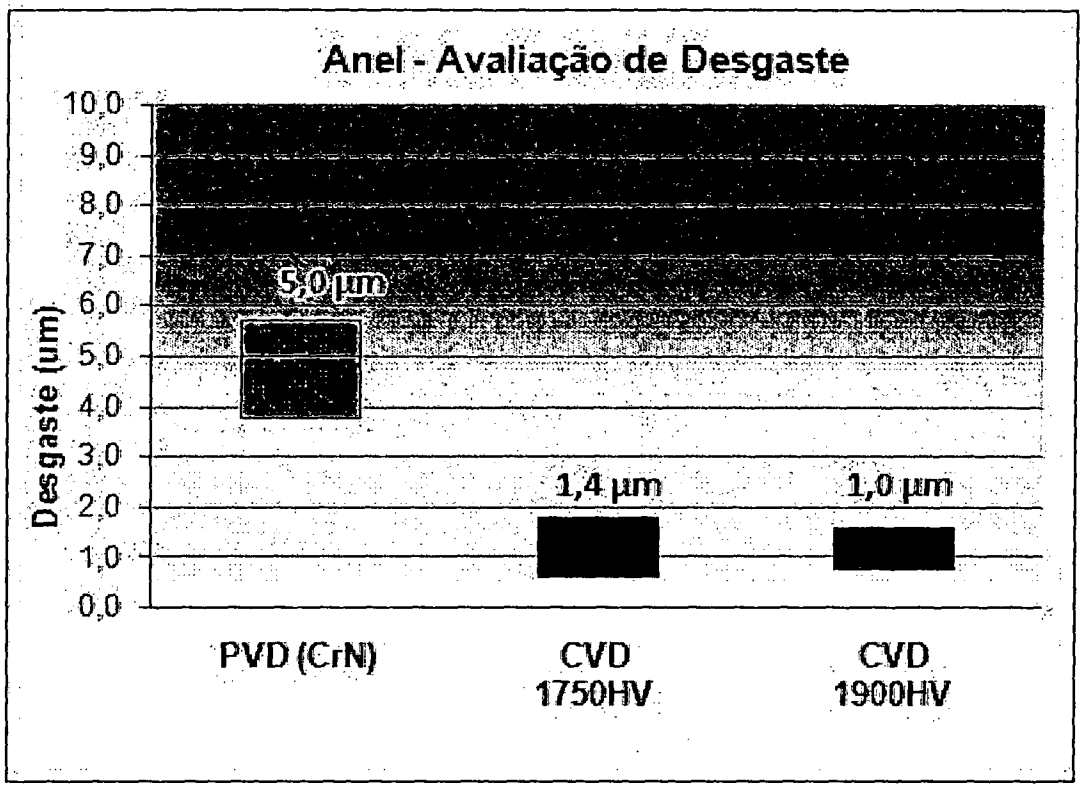

Anel - Avaliação de Desgaste
Desgaste (um)
10,0
9,0
8,0
7,0
6,0
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
5,0 µm
1,4 µm
1,0 µm
PVD (CrN)
CVD 1750HV
CVD 1900HV

FIG. 8

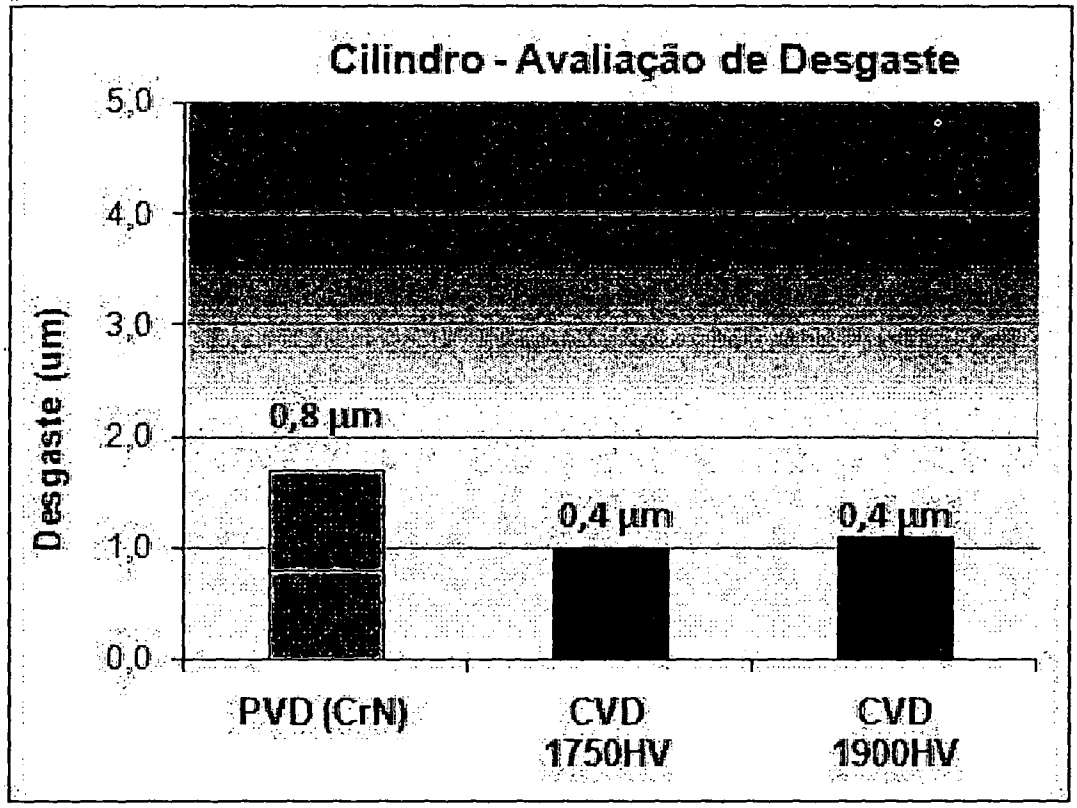

Cilindro - Avaliação de Desgaste
Desgaste (um)
5,0
4,0
3,0
2,0
1,0
0,0
0,8 µm
0,4 µm
0,4 µm
PVD (CrN)
CVD 1750HV
CVD 1900HV

FIG. 9

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Depósito internacional Nº
PCT/BR2013/000232

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

C23C16/02 C23C16/30 F16J9/26

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMINIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

C23C F16J

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
Y	US 2004/069141 A1 (HERBST-DEDERICHS CHRISTIAN [DE]) **15 de abril de 2004 (15.04.2004) parágrafo [0013]; reivincicaç oes 1-16; figuras 1-2**	1-12
Y	US 5 024 901 A (GARG DIWAKAR [US] ET AL) **18 de junho de 1991 (18.06.1991) reivincicações 1-4; figuras 2-4, 14-15 exemplos 3-11**	1-12
A	JP H02 89874 A (RIKEN KK) **29 de março de 1990 (29.03.1990) resumo; figura 1**	1-12

☐ Documentos adicionais estão listados na continuação do Quadro C ☒ Ver o anexo de família da patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

"A" documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.

"E" depósito ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional.

"L" documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial (como especificado).

"O" documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.

"P" documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.

"T" documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não conflita com o depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.

"X" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.

"Y" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com um outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.

"&" documento membro da mesma família de patentes.

Data da conclusão da pesquisa internacional	Data do envio do relatório de pesquisa internacional:
18 de setembro de 2013	27/09/2013

Nome e endereço da ISA/	Funcionário autorizado
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Lavéant, Pierre
Nº de fax:	Nº de telefone:

US 2004069141	A1	15-04-2004	AT	275212	T	15-09-2004
			BR	0116079	A	16-12-2003
			DE	10061750	A1	20-06-2002
			EP	1341946	A1	10-09-2003
			JP	4394349	B2	06-01-2010
			JP	2004514795	A	20-05-2004
			US	2004069141	A1	15-04-2004
			WO	0248422	A1	20-06-2002
US 5024901	A	18-06-1991	NENHUMA			
JP H0289874	A	29-03-1990	NENHUMA			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/BR2013/000232

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. C23C16/02 C23C16/30 F16J9/26
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C23C F16J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/069141 A1 (HERBST-DEDERICHS CHRISTIAN [DE]) 15 April 2004 (2004-04-15) paragraph [0013]; claims 1-16; figures 1-2	1-12
Y	US 5 024 901 A (GARG DIWAKAR [US] ET AL) 18 June 1991 (1991-06-18) claims 1-4; figures 2-4,14-15; examples 3-11	1-12
A	JP H02 89874 A (RIKEN KK) 29 March 1990 (1990-03-29) abstract; figure 1	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 September 2013	27/09/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Lavéant, Pierre

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/BR2013/000232

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004069141 A1	15-04-2004	AT 275212 T	15-09-2004
		BR 0116079 A	16-12-2003
		DE 10061750 A1	20-06-2002
		EP 1341946 A1	10-09-2003
		JP 4394349 B2	06-01-2010
		JP 2004514795 A	20-05-2004
		US 2004069141 A1	15-04-2004
		WO 0248422 A1	20-06-2002
US 5024901 A	18-06-1991	NONE	
JP H0289874 A	29-03-1990	NONE	