

(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 Julho de 2014 (03.07.2014)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicação Internacional
WO 2014/100871 A1

(51) Classificação Internacional de Patentes :
F16J 9/20 (2006.01) F16J 9/26 (2006.01)

(21) Número do Pedido Internacional :
PCT/BR2013/000595

(22) Data do Depósito Internacional :
26 de Dezembro de 2013 (26.12.2013)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(30) Dados Relativos à Prioridade :
BR 10 2012 033436 4
27 de Dezembro de 2012 (27.12.2012) BR

(71) Requerentes : MAHLE METAL LEVE S/A [BR/—];
Rodovia Anhanguera, sentido interior, Capital, Km 49,7,
CEP-13210-877 Jundiaí, SP (BR). MAHLE
INTERNATIONAL GMBH [DE/DE]; Pragstr. 26-46,
70376 Stuttgart (DE).

(72) Inventores : DA SILVA, Davi, Antônio; Rodovia
Anhanguera, sentido interior, Capital, Km 49,7, CEP-
13210-877 Jundiaí, SP (BR). MATIAS PEREIRA, Luis,
Pedro; Rua Padre Dr. Ant.º Antunes Breda, nº 21, 1º, P-
3050-327 Mealhada (PT).

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

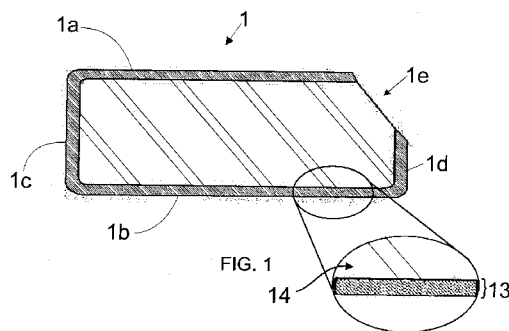
(81) Estados Designados (sem indicação contrária, para todos
os tipos de proteção nacional existentes) : AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SA, 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).

(Continua na página seguinte)

(54) Title : A PISTON RING AND A PROCESS FOR MAKING A PISTON RING

(54) Título : ANEL DE PISTÃO E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ANEL DE PISTÃO



(57) Abstract : The present invention relates to a partially nitrided piston ring (1, 2, 3, 4). The piston ring (1, 2, 3, 4) disclosed in this specification defines at least a portion of its inner face (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d) free from a nitrided layer (13) and its whole outer face (1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c) covered with a nitrided layer (13). This constructive embodiment is configured for distributing, with greater efficiency, the pressure exerted by the outer face of the ring (1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c) against the cylinder. This more efficient distribution of forces, in turn, imparts advantages to the piston ring (1, 2, 3, 4) such as greater longevity, resistance, efficiency and elasticity. The present invention also describes two production processes that can give shape to this piston ring (1, 2, 3, 4) that comprises at least one piston ring (1, 2, 3, 4), as described above.

(57) Resumo :

(Continua na página seguinte)

WO 2014/100871 A1

**Publicado:**

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

— antes da expiração do prazo para modificar as reivindicações e a republicar na eventualidade de receção de tais modificações (Regra 48.2(h))

A presente invenção refere-se a um anel de pistão (1, 2, 3, 4) parcialmente nitretado. O anel de pistão (1, 2, 3, 4) revelado neste relatório define pelo menos uma porção de sua face interna (1d, 2d, 3d, 3.1 d, 4d) livre de uma camada nitretada (13) e toda a sua face externa (1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c) coberta por uma camada nitretada (13). Esta configuração construtiva é configurada para distribuir com maior eficiência a pressão exercida pela face externa do anel (1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c) contra o cilindro. Esta distribuição mais eficiente de forças, por sua vez, atribui vantagens ao anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) tais como maior longevidade, resistência, eficiência e elasticidade. A presente invenção também descreve dois processos produtivos que podem dar forma a este anel de pistão (1, 2, 3, 4) e um êmbolo de pistão que compreende pelo menos um anel de pistão (1, 2, 3, 4) tal como referenciado acima.

**ANEL DE PISTÃO,
PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ANEL DE PISTÃO E ÊMBOLO DOTA-
DO DE ANEL DE PISTÃO**

A presente invenção refere-se a um anel de pistão submetido a
5 tratamento superficial de nitretação, com ausência de camada nitretada ou
parcialmente nitretado em sua face radial interna, que é configurado para
atribuir maior homogeneidade do desgaste ao longo da superfície periférica
do anel de pistão. A presente invenção também refere-se a um processo de
fabricação deste anel.

10 Descrição do Estado da Técnica

Regra geral, todo motor a combustão interna, seja ele ciclo Die-
sel, ciclo Otto, de dois ou três tempos, compreende pelo menos um "anel de
pistão".

O anel de pistão é a peça que cumpre a função de vedar o espaço entre a
15 camisa do motor e o êmbolo do pistão, isolando a câmara de combustão
dos demais componentes internos do motor. Este elemento se dispõe radi-
almente na base do êmbolo, impedindo que os gases da combustão esca-
pem para fora da câmara de combustão em direção ao cárter e evitando que
o óleo do motor penetre a câmara de combustão em um caminho inverso.
20 Pode haver mais de um anel de pistão circundando um único êmbolo, sendo
bastante comum o uso de três anéis paralelamente dispostos na base do
êmbolo.

De modo geral, os anéis de pistão do estado da técnica 1' compreendem
uma abertura 12 definida entre duas pontas 10', 10', tal como revelado na
25 figura 5 deste documento. Entre outras funções, a abertura 12 é útil durante
a instalação do anel de pistão do estado da técnica 1' ao redor do êmbolo
(não revelado nas figuras). A abertura 12 provê acesso a uma ferramenta
configurada para abrir o anel 1', ampliando seu diâmetro interno além dos
limites radiais externos do êmbolo, possibilitando assim o seu acesso à ca-
30 naleta de anel, o recesso na face externa do êmbolo onde se aloja o anel.

De forma resumida o anel de pistão deve apresentar boa capacidade de ve-
dação, e para garantir a manutenção dessa característica ao longo da vida

do motor, o anel de pistão deve apresentar adequada estabilidade mecânica ou a quebras, e também adequada resistência ao desgaste frente aos seus pares tribológicos: o cilindro para sua face de contato e o canaleta do pistão para sua face de contato lateral. O desgaste excessivo das superfícies laterais e da face de contato acaba por promover a degradação da função principal de vedação da câmara de combustão e pode resultar na degradação abrupta das condições de funcionamento do motor.

Grande parte dos esforços para solução de desgaste de anéis de pistão tem sido direcionada para o desenvolvimento de revestimentos e tratamentos superficiais que venham a conferir melhor resistência ao desgaste e assim impactando diretamente na durabilidade do motor.

Uma das operações de tratamento superficial utilizada no estado da técnica para atribuir maior resistência superficial a estas peças é o processo de nitretação. O processo de nitretação consiste basicamente na exposição do anel a um ambiente aquecido tendo átomos de nitrogênio. O resultado da aplicação deste processo é a criação de uma camada externa enrijecida pela saturação do elemento nitrogênio em meio à estrutura cristalográfica do metal.

Ademais, também é sabido que o design do anel do pistão (isto é, sua forma geométrica tridimensional) pode contribuir para maior vida útil do motor do serviço através do controle do modelo de desgaste dos anéis de pistão pela promoção de distribuição de pressão apropriadas, conferindo assim maior homogeneidade do desgaste ao longo da superfície periférica do anel de pistão.

Para cumprir com eficiência seu papel de vedação, o anel de pistão deve apresentar secção transversal delgada, deve ainda ser construído com base em um material com propriedades elásticas e ou se prover do auxílio de um agente expensor do tipo mola para proporcionar uma força de expansão contra a parede do cilindro que pode ser traduzida na conformabilidade do anel para com o cilindro. Esta característica é extremamente importante se for considerada as condições de funcionamento do motor quando o cilindro se deforma e o anel deve se conformar à superfície distorcida do cilindro pa-

ra continuar desempenhando seu papel de vedação e de transmissão de calor.

A característica conformabilidade é diretamente relacionada à força de expansão do anel, portanto quanto maior a força proporcionada pelo anel, maior a capacidade deste componente se conformar ao cilindro no qual vai ser acomodado. No entanto, o aumento da força de expansão dos anéis impacta diretamente no aumento do atrito entre o anel e a parede do cilindro, o que não é desejável para o nível de desenvolvimento atual onde a busca por aumento de durabilidade e eficiência tem guiado a indústria automobilística.

Em termos de desgaste em anéis de pistão, a parte mais afetada do componente é a região da superfície de contato do anel com o cilindro. Ao longo desta superfície de contato – denominada doravante face radial externa – existe uma porção específica, que sofre um desgaste ainda maior que o desgaste médio sofrido por esta face radial externa: as regiões próximas às pontas do anel (denominadas zonas críticas 11 – vide figura 5). Esse aumento de desgaste se deve, sobretudo, a três fatores principais: ao processo de fabricação do anel; ao carregamento mecânico do motor e às condições térmicas impostas ao anel durante o funcionamento do motor.

O fator referente ao processo de fabricação, se refere à dificuldade de se atingir baixos níveis de pressão na região das pontas (zonas críticas 11), devido principalmente ao efeito indesejável do desvio do raio de curvatura nesta posição gerado por processos convencionais de produção do anel, onde o diâmetro do anel é modificado pela remoção de material nas pontas dos anéis.

O carregamento mecânico do motor é outro fator impactante na concentração de desgaste nas pontas dos anéis de pistão, devido à ação do fluxo de gases que passam pelo canaleta dos anéis de pistão, promovendo desta forma uma pressão na região da face interna do anel de pistão e impulsionando-o contra a superfície interna do cilindro.

Outra contribuição importante para o aumento do desgaste na região das pontas dos anéis, se refere ao processo de transferência de calor do pistão, mais quente, para o cilindro arrefecido e o correspondente momento térmico

gerado pelo gradiente de temperatura entre a face interna do anel de pistão, mais quente e sua face externa, mais fria.

Algumas tentativas de solucionar as condições de distribuição de pressão, a fim de conseguir um comportamento desejável desgaste através da superfície periférica do anel podem ser observadas nos documentos EP 545094, DE 4310249 e JP 2001263488, que apresentam como solução de aplicação de raios de curvaturas diferenciados ao longo da periferia do anel de pistão, de forma a promover um balanceamento da pressão promovida entre o anel de pistão e o cilindro, especialmente na região das pontas dos anéis, buscando assim, uma solução para o efeito indesejável de aumento de pressão na região das pontas dos anéis advindo do processo de fabricação dos anéis.

A principal desvantagem de alternativas de formas livres para aumentar a distribuição de pressão nos anéis de pistão se refere no entanto à dificuldade da manutenção da forma aplicada no anel durante sua fabricação, uma vez que a operação de geração de forma é uma das primeiras operações do processo de fabricação de anéis, precedendo várias operações de remoção de material, tratamentos térmicos e de recobrimentos de camadas para aumento da resistência ao desgaste, que acabam por modificar consideravelmente a forma livre/distribuição de raios de curvatura do anel originalmente aplicados.

A esse respeito, a figura 9 deste documento revela um diagrama teórico das forças que atuam sobre o anel de pistão do estado da técnica 1' utilizado para a fabricação do anel de pistão.

A figura 9.1 revela um diagrama das forças que atuam sobre o anel de pistão do estado usual da técnica 1' quando instalado internamente ao motor (isto é com sua face radial interna em contato com o êmbolo e sua face radial externa em contato com o cilindro), e já com a influência dos desvios de forma causado pelas operações de usinagem, principalmente das operações que modificam o diâmetro do anel pela remoção de material da face das pontas dos anéis.

Esta distribuição de forças faz com que as regiões as zonas críticas 11 se desgastem excessivamente.

Uma distribuição otimizada das forças, seguindo o conceito exposto nas EP 545094, DE 4310249 e JP 2001263488 é demonstrada na figura 8. Na ilus-

5 tração da figura 8 a distribuição teórica da força exercida pelo anel de pistão 1 contra a face interna do cilindro é quase nula na região das pontas 10. Nota-se que, o primeiro valor de força radial V1 disposto em proximidade às pontas 10 é muito inferior ao valor da força radial V2 disposto a 180° da abertura 12. Para isso são desenhados vários modelos de curvatura de raios
10 ao longo do anel que visa promover o reposicionamento dos pontos de maior força radial para fora da região das pontas dos anéis.

No entanto, como mostrado na figura 8.1, a distribuição de forças real do anel de pistão produzido a partir desta distribuição otimizada de forças ainda apresenta valores de força radial V1 altos, devido à influência dos desvios
15 de forma causado pelas operações de usinagem, principalmente das operações que modificam o diâmetro do anel pela remoção de material da face das pontas dos anéis. Isso ressalta que o impacto dos desvios de manufatura, são maiores que os benefícios advindos da distribuição de forças radiais teóricas aplicadas ao anel.

20 Outros estados da técnica são descritos nos documentos US6631908, US20090026711, que revelam anéis de pistão cujas pontas 10' foram submetidas a processos de remoção de material localizada, em sua face interna. Estas técnicas visam aumentar a flexibilidade nas pontas 10' do anel, diminuindo a pressão provocada por estas pontas 10' à face interna do cilin-
25 dro. Contudo, ao remover material da face interna das pontas 10', estas técnicas anteriores criam anéis ineficazes para vedação da câmara de combustão. Isto porque, o material removido destas pontas 10' dá origem a um espaçamento (antes inexistente) entre as pontas do anel 10' e o êmbolo do pistão. Este espaçamento atua como reservatório para combustível e óleo
30 não queimado, aumentando a emissão de hidrocarbonetos.

Assim, faz-se necessária a criação de uma solução técnica nova, que seja capaz de resolver o problema da distribuição heterogênea de forças da face

externa do anel de pistão contra a face interna do cilindro, sem que seja criado um novo entrave à fabricação ou performance do anel.

Objetivos da Invenção

A presente invenção tem por objetivo a provisão de um anel de pistão que revele maior homogeneidade no desgaste ao longo de sua superfície radial externa após sua utilização prolongada em um motor à combustão interna.

5 A presente invenção tem por objetivo também a provisão de um anel de pistão que alcance o resultado descrito acima sem que isto implique na diminuição da eficiência de vedação do anel nem no aumento significativo dos custos de fabricação desta peça.

10 A presente invenção tem por objetivo também a provisão de um método de fabricação deste anel de pistão.

Breve Descrição da Invenção

Os objetivos da presente invenção são alcançados por um anel de pistão dotado de uma face superior uma face inferior, uma face externa e uma face interna; a face externa sendo integralmente coberta por uma camada nitretada; e, pelo menos, uma porção da face interna não estando coberta por esta camada nitretada.

15 Os objetivos da presente invenção são também alcançados por um anel de pistão de formato substancialmente anelar dotado de uma primeira face externa e uma segunda face interna, dotado de uma região de abertura em que, pelo menos, uma porção da face interna não apresenta camada nitretada e exerce um primeiro valor de força radial tomado na abertura; e um segundo valor de força radial tomado à substancialmente 180° da região de abertura, onde a relação entre $V1/V2$ é inferior a 1 e preferencialmente inferior a 0,5.

20 Os objetivos da presente invenção são também alcançados por um processo de fabricação de um anel de pistão, que consiste na nitretação integral de toda a superfície externa do anel e a subsequente remoção de, pelo menos, uma porção da camada nitretada disposta sobre a face interna deste anel.

30 Os objetivos da presente invenção são alcançados ainda por um processo de fabricação de um anel de pistão que consiste na nitretação parcial da su-

perfície externa do anel, preservando-se livre de camada nitretada, pelo menos, uma parte da face interna deste anel.

Breve Descrição 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 vista em corte transversal do anel de pistão da presente invenção em uma primeira configuração construtiva.

figura 2 - é uma vista em corte transversal do anel de pistão da presente invenção em uma segunda configuração construtiva.

figura 3 - é uma vista em corte transversal do anel de pistão da presente invenção em uma terceira configuração construtiva.

figura 4 - é uma vista em corte transversal do anel de pistão da presente invenção em uma quarta configuração construtiva.

figura 5 - é uma vista superior de um anel de pistão do estado da técnica.

figuras 6.1, 6.2 e 6.3 - são fotografias de porções da face externa do anel de pistão da presente invenção após submissão a um teste laboratorial de resistência e fadiga.

figuras 7.1, 7.2 e 7.3 - são fotografias de porções da face externa do anel de pistão do estado da técnica após submissão a um teste laboratorial de resistência e fadiga.

figura 8 - é um diagrama representativo das forças que atuam sobre o anel de pistão em uma primeira caracterização do estado da arte, contra a face interna do cilindro, durante uma situação teórica, usada para a fabricação da peça. figura 8.1 - é um diagrama representativo das forças que atuam sobre o anel de pistão em uma primeira caracterização do estado da arte, contra a face interna do cilindro, para o produto acabado.

figura 9 - é um diagrama representativo das forças que atuam sobre o anel de pistão em uma primeira caracterização do estado da técnica, contra a face interna do cilindro, durante uma situação teórica, usada para a fabricação da peça.

figura 9.1- é um diagrama representativo das forças que atuam sobre o anel de pistão do estado da técnica contra a face interna do cilindro de um motor em uma situação para o produto acabado.

figura 10 - é um gráfico representativo das forças que atuam sobre o anel de pistão da presente invenção contra a face interna de um cilindro durante uma situação normal de uso.

figura 11 - é um gráfico representativo das forças que atuam sobre o anel de pistão do estado da técnica contra a face interna de um cilindro durante uma situação normal de uso.

10 Descrição Detalhada das Figuras

A presente invenção consiste em um anel de pistão 1, 2, 3, 4 parcialmente nitretado.

Através de diversos estudos e experimentos, foi constatado que quando a face interna 1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d do anel de pistão do estado da técnica 1' é submetida a um processo de nitretação, as tensões que se surgem após a criação da camada endurecida sobre esta área intensificam o desgaste nas zonas críticas 11 (reveladas na figura 5).

Assim, a presente invenção consiste – obrigatoriamente – em um anel de pistão 1, 2, 3, 4 que compreende sua face externa 1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c integralmente nitretada e sua face interna 1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d, pelo menos, parcialmente livre de nitretação.

O anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4 da presente invenção pode ser produzido através de dois processos de fabricação distintos:

- Através da nitretação parcial do anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4 evitando-se a aplicação deste tratamento a pelo menos uma porção da face interna do anel 1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d.

- Através da nitretação integral de toda a superfície externa do anel 1, 2, 3, 3.1, 4 e a posterior remoção da camada nitretada 13 em, pelo menos, uma porção da face interna do anel 1d, 2d, 3d, 3.1d 4d.

A título de esclarecimento, a nitretação é um tratamento termoquímico que requer a exposição a um ambiente enriquecido com gás nitrogênio e a submissão simultânea a altas temperaturas. Quando estas duas condições

ocorrem simultaneamente, o processo de nitretação torna-se capaz de difundir o elemento Nitrogênio através da camada mais externa de um metal.

A fim de se obter a nitretação parcial do anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4, pode-se cobrir a porção desta peça que se deseja manter livre da camada nitretada 13 com um segundo material.

Alternativamente, o anel de pistão 1, 2, 3, 3.1 4 pode ser integralmente submetido a um processo de nitretação, e após estabelecida a camada enriquecida sobre toda a superfície externa do anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4, esta camada nitretada 13 pode ser removida por esmerilhamento, retificação ou outros processos de usinagem realizados sobre a face interna 1d, 2d, 3d, 3.1, 4d do anel.

Na figura 1, é revelado um anel de face interna chanfrada 1. O processo de fabricação deste anel envolve a nitretação integral da peça original e a formação de um chanfro 1e próximo à face superior 1a ou inferior 1b desta peça. Este procedimento pode ser realizado, por exemplo, através da utilização de um processo de usinagem usual, com remoção de cavaco e via processos mais modernos como eletroerosão a fio, um processo de corte metálico bastante conhecido no estado da técnica, e cortes por feixe de luz (laser).

Nota-se que, qualquer um destes processos que envolvem a nitretação integral do anel 1, 2, 3, 3.1, 4 e a posterior usinagem da peça, devem ser realizados de maneira tal que a usinagem seja capaz de remover material suficiente da superfície do anel 1, 2, 3, 3.1, 4, até que seja alcançado o núcleo 14 desta peça (isto é, a porção interior do anel, não afetada pelo processo de nitretação).

Além do anel de face interna chanfrada 1, outras formas possíveis de concretização desta invenção – que ilustram, mas não esgotam suas possibilidades de realização – são: o anel de face interna lisa 2 (que define uma secção transversal retangular); o anel com secção transversal substancialmente trapezoidal 3 com remoção total ou parcial (conforme figura 3.1 enviada); o anel de face interna chanfrada e integralmente livre 4 e o anel de secção transversal substancialmente trapezoidal (não revelado nas figuras).

Todos os anéis 1, 2, 3, 3.1, 4 descritos acima revelaram bons resultados quando submetidos a testes de fadiga e resistência. Todos eles foram capazes de alcançar algo próximo ao resultado revelado na figura 11, que exhibe o comportamento de um anel de pistão 1, 2, 3, 4 em condições reais de distribuição de pressão no produto acabado.

Para um resultado mais objetivo e acurado alcançado pela presente invenção é recomendada a visualização das figuras 11 e 12, que comparam a distribuição de pressão do anel do estado da técnica 1' a um anel de pistão da presente invenção 1, 2, 3, 3.1, 4.

Nota-se que os anéis 1, 2, 3, 3.1, 4 são capazes de reduzir a intensidade da força aplicada por suas pontas contra face interna do cilindro (não revelada nas figuras). Isto não ocorre no estado da técnica (vide figura 8.1, 9.1e 12) onde o anel de pistão do estado da técnica 1' revela um primeiro valor de força radial V1' em proximidade à abertura 12 de aproximadamente 3 vezes o valor de força radial V2' tomado à substancialmente 180° da região de abertura 12.

Na presente invenção, a relação entre o primeiro valor de força radial V1, em proximidade à abertura 12 menor ou igual ao valor da segunda força radial V2 sendo em uma configuração preferencial menos da metade do valor da segunda força radial V2. Em outras palavras, a razão V1/V2 é inferior a 1, sendo preferencialmente menor que 0,5. Dentre todos os anéis de pistão 1, 2, 3, 4 revelados neste relatório, um dos que apresentou eficiência nos testes laboratoriais realizados com estas peças foi o anel de face interna chanfrada 3.1.

O anel de face interna chanfrada 3.1 foi submetido a diversos testes laboratoriais. Alguns dos resultados obtidos através destes testes se encontram nas figuras 6.1, 6.2, 6.3 e na figura 10.

As figuras 6.1, 6.2 e 6.3 revelam o aspecto visual da camada mais externa do anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4 após decorridos alguns ensaios laboratoriais que simulam as condições tribológicas da interface cilindro/pistão em um motor, durante o funcionamento normal de um veículo.

As figuras 6.1, 6.2 e 6.3 podem ser comparadas quadro a quadro com as figuras 7.1, 7.2, 7.3, que revelam o resultado obtido através do mesmo experimento, realizado, desta vez, com um anel de pistão do estado da técnica.

- 5 As figuras 6.1, 6.3, 7.1 e 7.3 revelam as porções da face externa 1c dispostas em proximidade às pontas 10. Nota-se através destas figuras que o anel de face interna chanfrada 3.1 apresenta menor marcação de de desgaste e consequentemente perde muito menos material nas zonas críticas 11 que o anel de pistão do estado da técnica 1', quando exposto às mesmas condições tribológicas.

10 A figura 11 revela os resultados de um segundo experimento realizado com um anel de face interna chanfrada 3.1. Esta figura exhibe um gráfico que equaciona a força radial exercida em cada um dos pontos da face externa 1c do anel contra a face interna do cilindro, em função da disposição angular destes pontos no anel.

15 A figura 12 revela o mesmo gráfico, com os resultados obtidos através do mesmo experimento realizado com um anel do estado da técnica 1'. A principal diferença entre estes gráficos pode ser percebida nas posições 0° e 360°, que correspondem à disposição das zonas críticas 11.

- 20 Nota-se que o anel de face interna chanfrada 3.1 exerce uma pressão muito menor contra a face interna do cilindro nas zonas críticas 11 que o anel de pistão do estado da técnica 1'.

Retornando às figuras 1, 2, 3, 3.1 e 4, reitera-se aqui, que a presente invenção consiste em um anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4 que obrigatoriamente revela sua face externa 1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c coberta com uma camada nitretada 13 e que também obrigatoriamente revela, pelo menos, uma porção de sua face interna 1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d livre de nitretação, isto é, com as mesmas propriedades físico-químicas do substrato, ou núcleo 14.

25 Por outro lado, qualquer remoção de camada nitretada 13 na face interna 1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d é capaz de atenuar o desgaste nas zonas críticas 11.

Portanto, o escopo de proteção da presente invenção consiste em um anel de pistão 1, 2, 3, 3.1e 4 para qualquer modelo de motor a combustão inter-

na, sendo este anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4 revestido integralmente por uma camada nitretada 13 em sua face externa 1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c e livre de camada nitretada 13 em pelo menos uma porção de sua face interna 1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d.

5 Alternativamente, é válido informar que, além da cobertura parcial de uma camada nitretada 13, o anel de pistão 1 da presente invenção também pode compreender um revestimento à base de cromo, um revestimento formado pela deposição de vapor iônico (Ion Vapor Deposition, IVD) ou aspersão térmica em sobreposição à camada nitretada 13.

10 Por fim, cumpre notar que as vantagens decorrentes da tecnologia descrita neste relatório não estão limitadas à longevidade e resistência do anel de pistão 1. Outra característica advinda da utilização desta tecnologia consiste na provisão de uma maior elasticidade ao corpo do anel 1, 2, 3, 3.1, 4 como um todo, que melhora a conformação do anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4 na canaleta do êmbolo e diminui o risco do surgimento de trincas e quebra do anel 1, 2, 3, 3.1, 4 durante o seu processo de instalação na canaleta e durante seu funcionamento no motor.

15 Finalmente, deve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitados tão somente pelo teor das reivindicações apenas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

20

REIVINDICAÇÕES

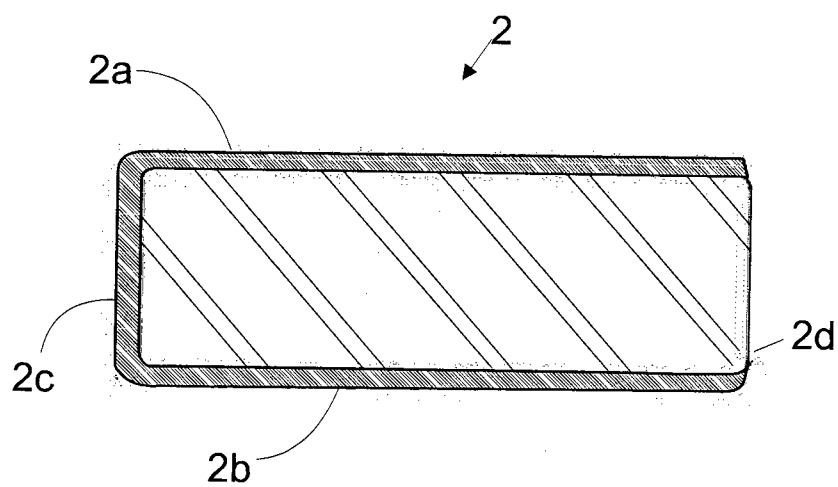
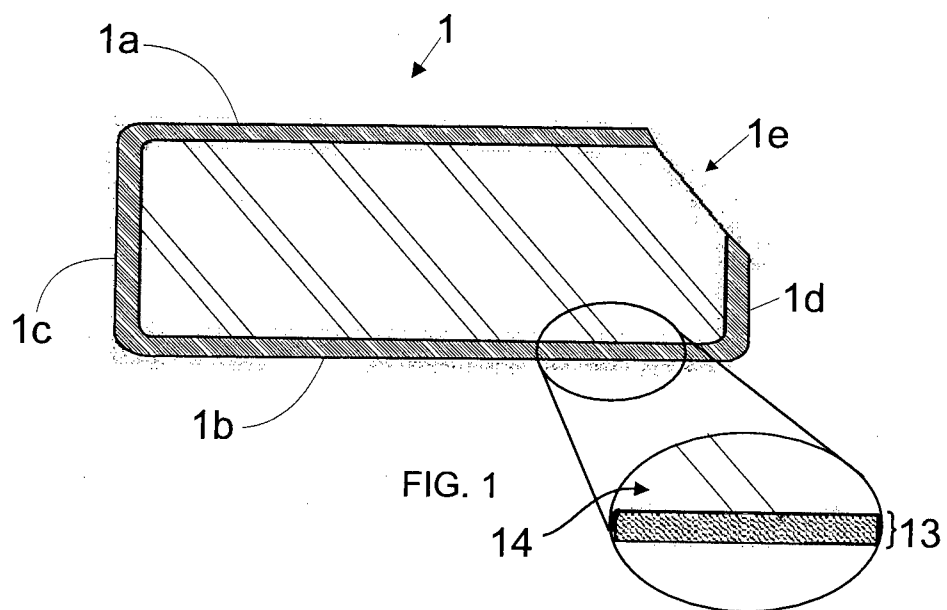
1. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) dotado de uma face externa (1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c) e uma face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d), caracterizado pelo fato de que a face externa 1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c) é integralmente coberta por uma camada nitretada (13) e pelo menos uma porção da face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d) não se encontra coberta por uma camada nitretada (13).
2. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato possui uma face superior (1a, 2a, 3a, 3.1a, 4a), e uma face inferior (1b, 2b, 3b, 3.1b, 4b) recobertos por uma camada nitretada (13).
3. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é inicialmente submetido a um processo de nitretação integral de toda sua superfície externa e posteriormente é trabalhado através da remoção de pela parte da camada nitretada (13) disposta sobre a face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d).
4. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que após decorrido o processo de nitretação da superfície externa, é usinado um chanfro (1e) disposto entre a face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d) e uma dentre a face superior (1a, 2a, 3a, 3.1a, 4a) ou inferior (1b, 2b, 3b, 3.1b, 4b).
5. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que é submetido a um processo de nitretação parcial de sua superfície externa, que promove uma cobertura integral de toda a face externa (1c, 2c, 3c, 3.1c, 4c) e preserva pelo menos uma porção da face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d) livre de camada nitretada (13).
6. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que compreende uma dentre as seguintes seções transversais: retangular, retangular chanfrada, substancialmente trapezoidal, ou substancialmente triangular.
7. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, sobre a camada nitretada (13) compreende uma segunda camada, sendo esta segunda camada constituída por uma dentre as

seguintes opções: um revestimento à base de cromo; um revestimento formado pela deposição de vapor iônico (ion vapor deposition, IVD); ou uma camada formada por aspersão térmica.

8. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de formato substancialmente anelar dotado de uma primeira face externa e uma segunda face interna, dotado de uma região de abertura (12), caracterizado pelo fato de que pelo menos uma porção da face interna não apresenta camada nitretada e exerce um primeiro valor de força radial (V1) tomado na abertura; e um segundo valor de força radial (V2) tomado à substancialmente 180° da região de abertura (12), onde a relação entre V1/V2 é inferior a 1 sendo preferencialmente inferior a 0,5.

9. Processo de fabricação e anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4), caracterizado pelo fato de que consiste na nitretação integral de toda a superfície externa do anel de pistão (1) e a subsequente remoção de, pelo menos, uma porção da camada nitretada (13) disposta sobre a face interna (1d, 2d, 3d, 4d).

10. Processo de fabricação e anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4), caracterizado pelo fato de que consiste na nitretação parcial da superfície externa do anel de pistão (1) preservando-se livre de camada nitretada (13), pelo menos, uma parte da face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d).



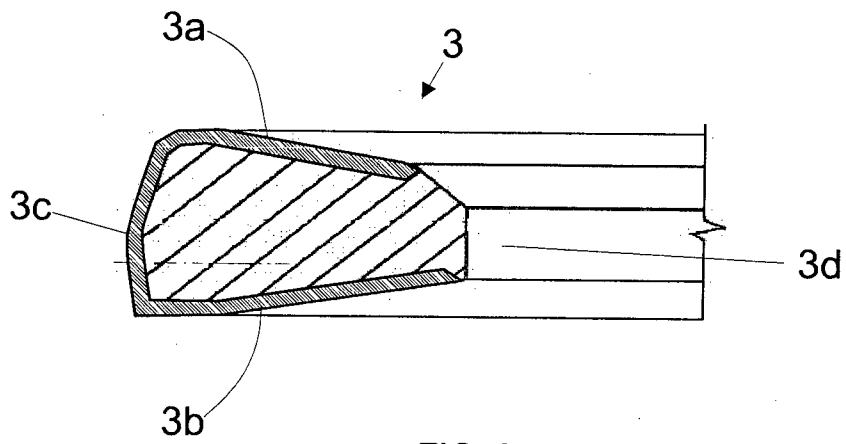


FIG. 3

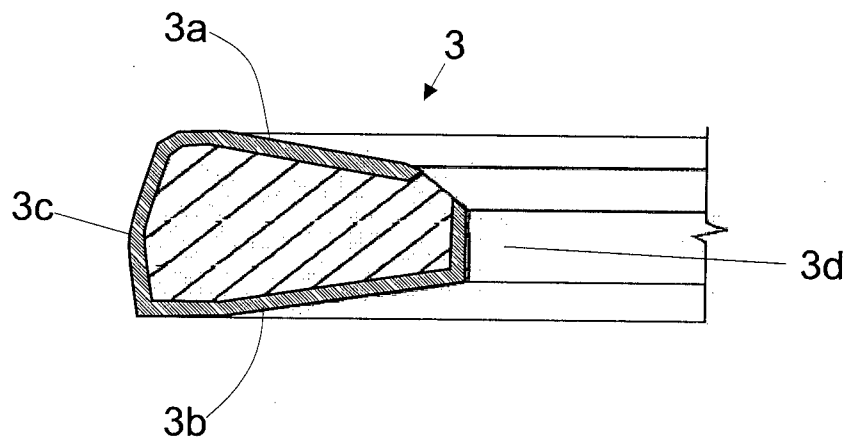


FIG. 3

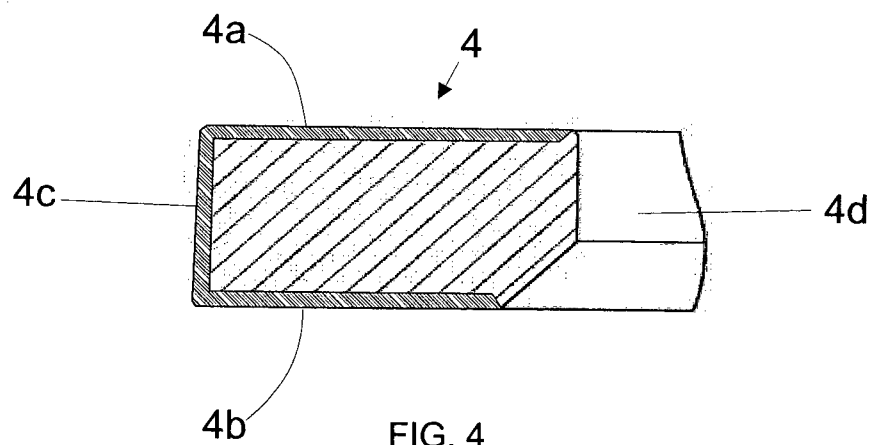


FIG. 4

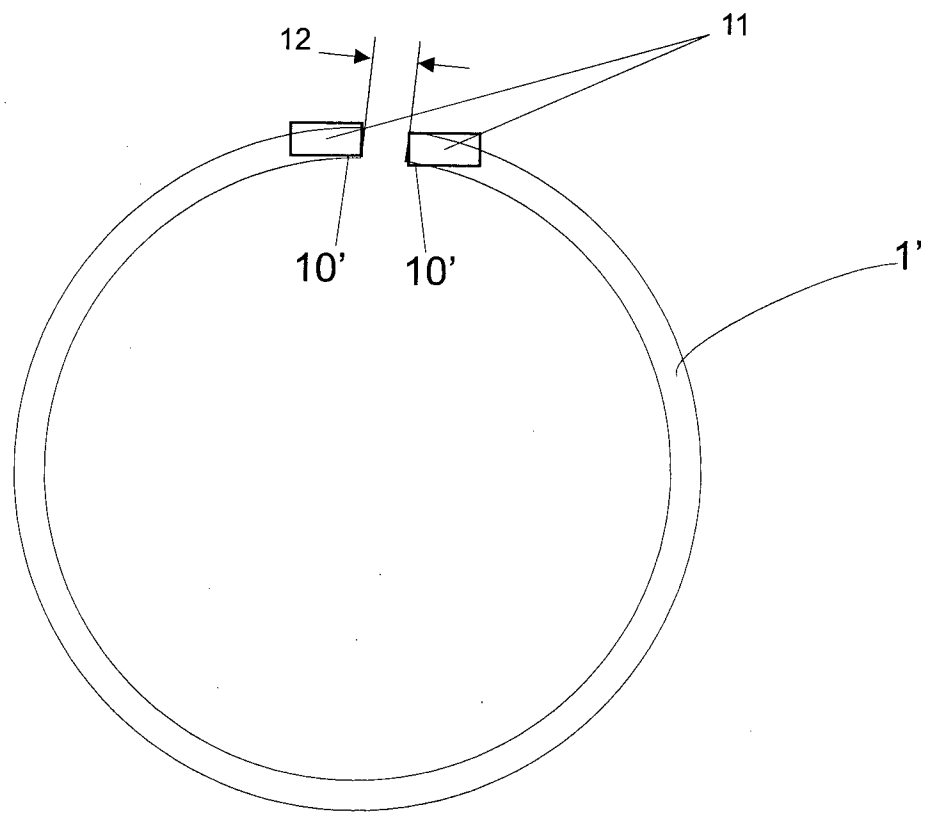


FIG. 5

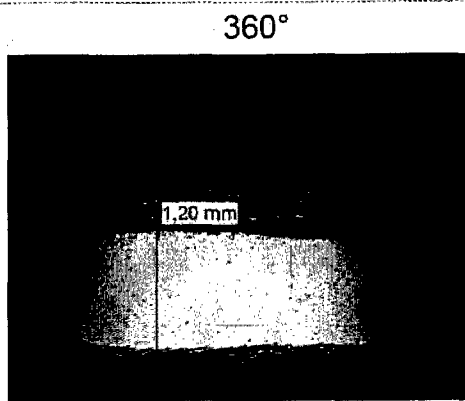


FIG. 6.1

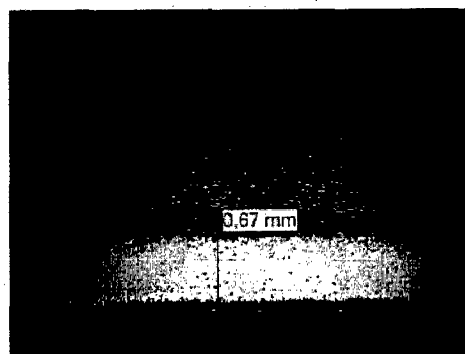


FIG. 6.2

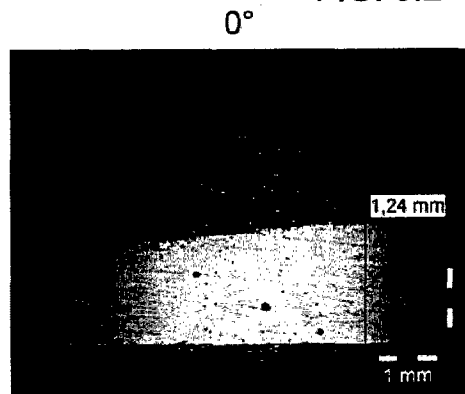


FIG. 6.3

(Presente Invenção)

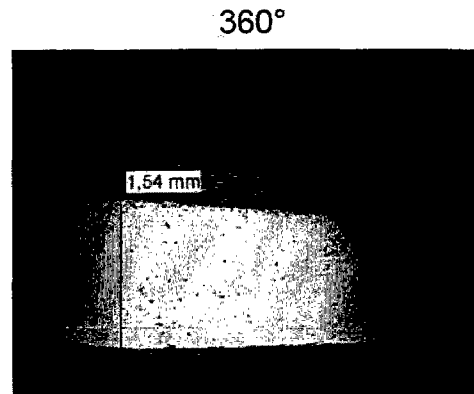


FIG. 7.1

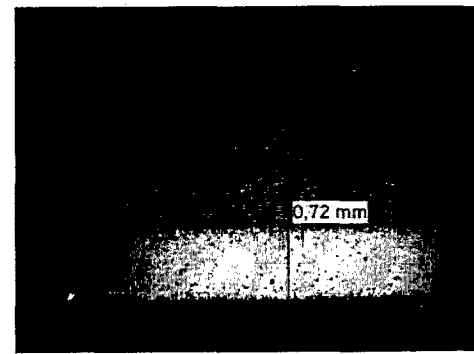


FIG. 7.2

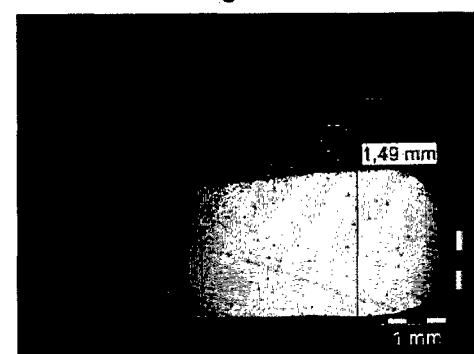


FIG. 7.3

(Estado da Técnica)

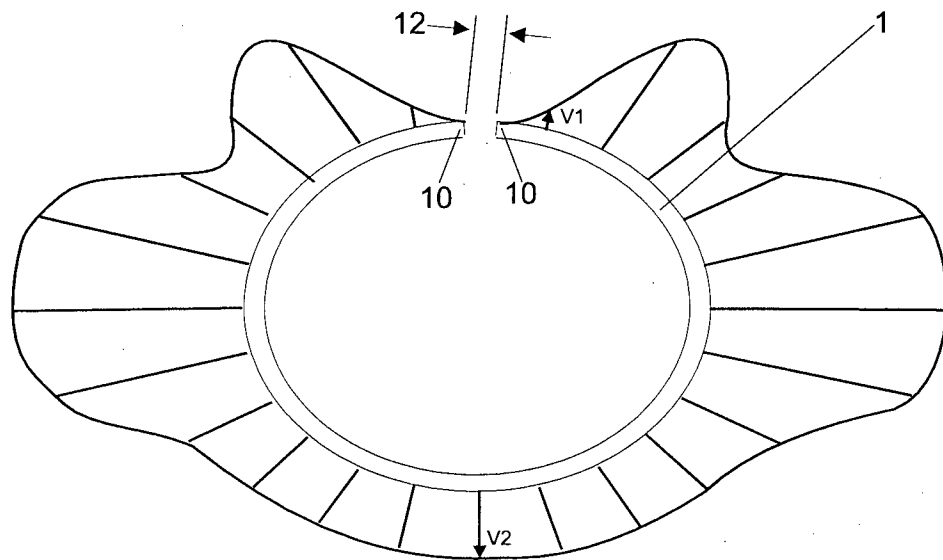


FIG. 8

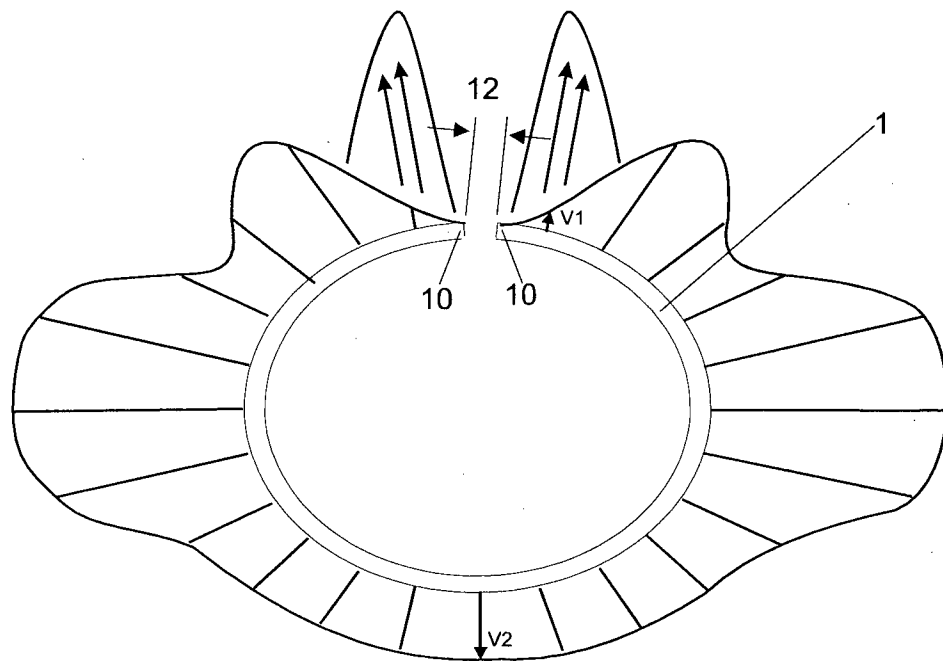
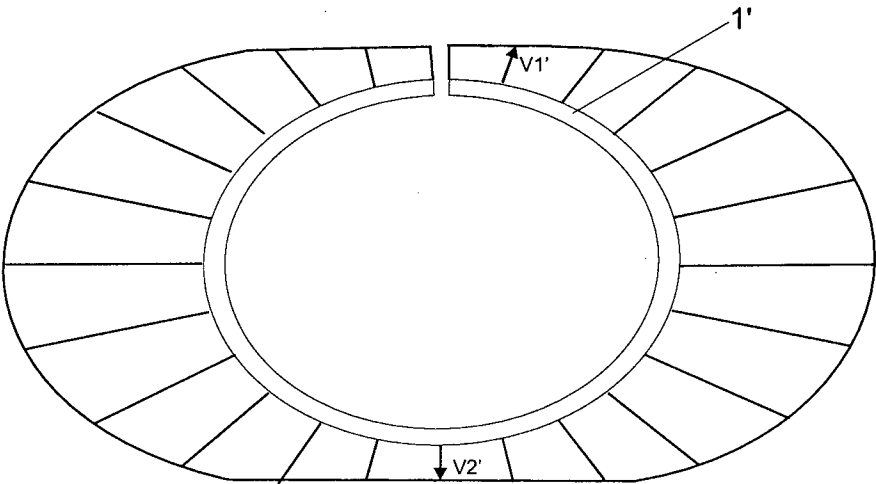
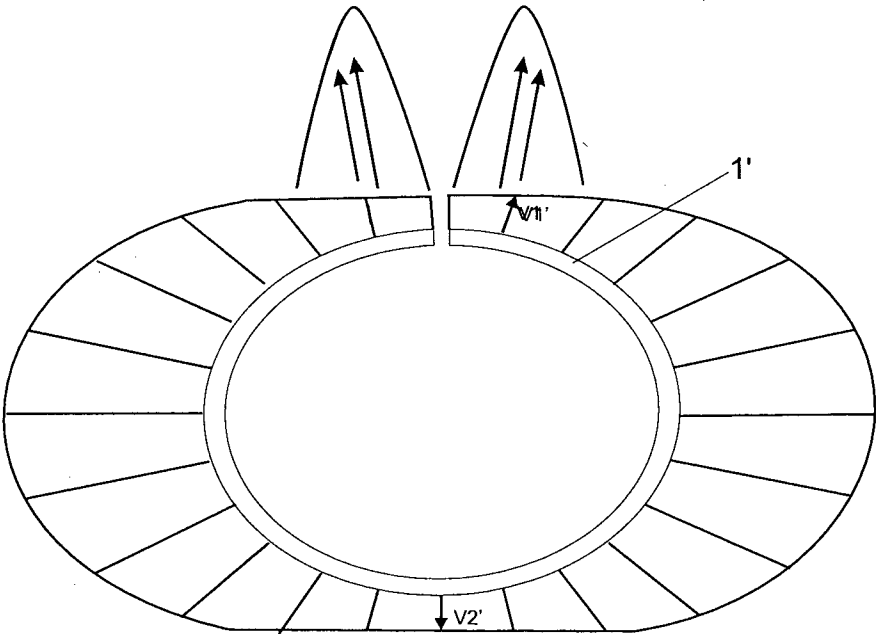


FIG. 8.1



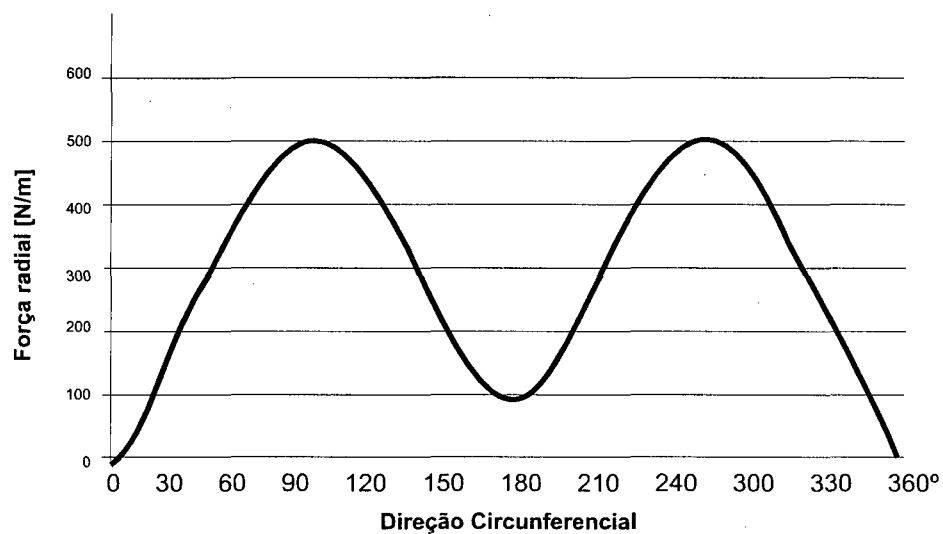
(Estado da Técnica)

FIG. 9



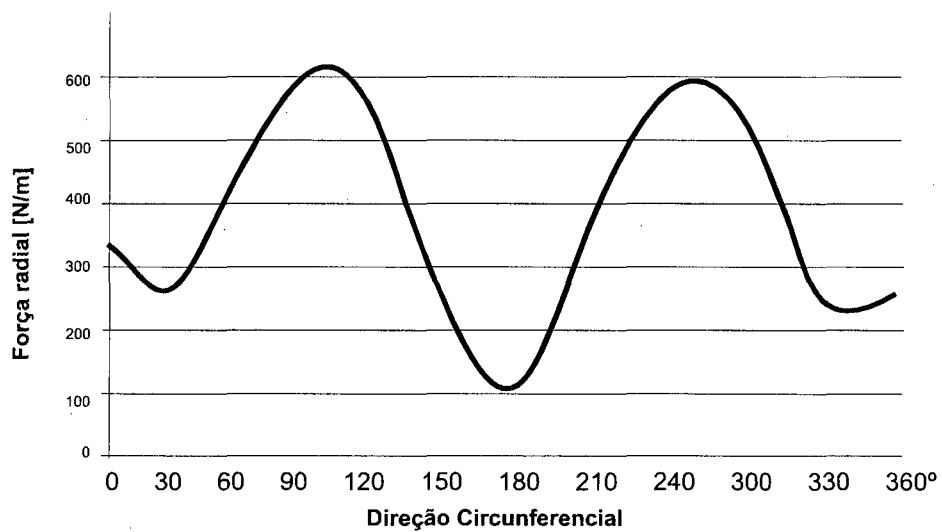
(Estado da Técnica)

FIG. 9.1



(Presente Invenção)

FIG. 10



(Estado da Técnica)

FIG. 11

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO
F16J9/20 F16J9/26

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

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

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

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)

EP0-Internal

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
X	US 6 149 162 A (TANAKA SHOJI [JP] ET AL) 21 de novembro de 2000 (21.11.2000) coluna 2, linha 54-coluna 2, linha 58 coluna 3, linha 11-coluna 3, linha 15 figuras 1(a), 1(b)	1,2,7
X	----- GB 2 153 965 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 29 de agosto de 1985 (29.08.1985) página 1, linha 83- página 1, linha 95 página 2, linha 39- página 2, linha 79 figuras 1, 2, 4	1-3,6,8, 9
X	----- DE 35 02 144 A1 (NIPPON PISTON RING CO LTD [JP]) 8 de agosto de 1985 (08.08.1985)	1,2,5,6, 8,10
Y	página 1, linha 26- página 1, linha 32 página 5, linha 36- página 6, linha 15 figuras 1, 2, 4	3,4,9

☒ 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.	"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.
"E"	depósito ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional.	"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.
"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).	"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.
"O"	documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.	"&"	documento membro da mesma família de patentes.
"P"	documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.		

Data da conclusão da pesquisa internacional

28 de abril de 2014

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

08/05/2014

Nome e endereço da ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Funcionário autorizado

Grunfeld, David

Nº de fax:

Nº de telefone:

Categoria*	Citação do documento com indicação de partes relevantes, quando apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
Y	US 2002/117808 A1 (OGAWA KATSUAKI [JP] ET AL) 29 de agosto de 2002 (29.08.2002) parágrafo [0008]- parágrafo [0008] parágrafo [0018]-parágrafo [0022]; figuras 1(a)-1(c)	3,4,9
A	DE 10 2006 003480 B3 (FEDERAL MOGUL BURSCHEID GMBH [DE]) 5 de julho de 2007 (05.07.2007) parágrafo [0022]-parágrafo [0022] figuras 1-6	1,6,7
A	----- JP 2002 266698 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 18 de setembro de 2002 (18.09.2002) parágrafo [0017], figuras 1-6	1,3,4,6
A	----- US 2006/151959 A1 (MELLER DIETER [DE] ET AL) 13 de julho de 2006 (13.07.2006) figura 1	6
A	----- US 2006/040125 A1 (OBARA RYOU [JP] ET AL) 23 de fevereiro de 2006 (23.02.2006) parágrafo [0031]-parágrafo [0033] figura 2	1,7

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL
 Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional Nº

PCT/BR2013/000595

US 6149162	A	21-11-2000	JP	3514963	B2	05-04-2004
			JP	H11189860	A	13-07-1999
			US	6149162	A	21-11-2000
GB 2153965	A	29-08-1985	DE	3501822	A1	01-08-1985
			GB	2153965	A	29-08-1985
			JP	S60155056	A	14-08-1985
DE 3502144	A1	08-08-1985	DE	3502144	A1	08-08-1985
			JP	S60152668	A	10-08-1985
US 2002117808	A1	29-08-2002	DE	10207148	A1	12-09-2002
			JP	4392485	B2	06-01-2010
			JP	2002257237	A	11-09-2002
			US	2002117808	A1	29-08-2002
DE 102006003480	B3	05-07-2007	NENHUMA			
JP 2002266698	A	18-09-2002	NENHUMA			
US 2006151959	A1	13-07-2006	DE	10311155	A1	23-09-2004
			US	2006151959	A1	13-07-2006
US 2006040125	A1	23-02-2006	AU	2003273015	A1	04-05-2004
			EP	1564309	A1	17-08-2005
			US	2006040125	A1	23-02-2006
			WO	2004035852	A1	29-04-2004

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/BR2013/000595

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16J9/20 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)
 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 149 162 A (TANAKA SHOJI [JP] ET AL) 21 November 2000 (2000-11-21) column 2, line 54 - column 2, line 58 column 3, line 11 - column 3, line 15; figures 1(a), 1(b) -----	1,2,7
X	GB 2 153 965 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 29 August 1985 (1985-08-29) page 1, line 83 - page 1, line 95 page 2, line 39 - page 2, line 79; figures 1, 2, 4 -----	1-3,6,8, 9
X	DE 35 02 144 A1 (NIPPON PISTON RING CO LTD [JP]) 8 August 1985 (1985-08-08) page 1, line 26 - page 1, line 32 page 5, line 36 - page 6, line 15; figures 1, 2, 4 -----	1,2,5,6, 8,10 3,4,9
Y	-/--	



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

24 April 2014

Date of mailing of the international search report

08/05/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Grunfeld, David

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/BR2013/000595

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2002/117808 A1 (OGAWA KATSUAKI [JP] ET AL) 29 August 2002 (2002-08-29) paragraph [0008] - paragraph [0008] paragraph [0018] - paragraph [0022]; figures 1(a)-1(c) -----	3,4,9
A	DE 10 2006 003480 B3 (FEDERAL MOGUL BURSCHEID GMBH [DE]) 5 July 2007 (2007-07-05) paragraph [0022] - paragraph [0022]; figures 1-6 -----	1,6,7
A	JP 2002 266698 A (NIPPON PISTON RING CO LTD) 18 September 2002 (2002-09-18) paragraph [0017]; figures 1-6 -----	1,3,4,6
A	US 2006/151959 A1 (MELLER DIETER [DE] ET AL) 13 July 2006 (2006-07-13) figure 1 -----	6
A	US 2006/040125 A1 (OBARA RYOU [JP] ET AL) 23 February 2006 (2006-02-23) paragraph [0031] - paragraph [0033]; figure 2 -----	1,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/BR2013/000595

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6149162	A	21-11-2000	JP 3514963 B2 05-04-2004
			JP H11189860 A 13-07-1999
			US 6149162 A 21-11-2000
GB 2153965	A	29-08-1985	DE 3501822 A1 01-08-1985
			GB 2153965 A 29-08-1985
			JP S60155056 A 14-08-1985
DE 3502144	A1	08-08-1985	DE 3502144 A1 08-08-1985
			JP S60152668 A 10-08-1985
US 2002117808	A1	29-08-2002	DE 10207148 A1 12-09-2002
			JP 4392485 B2 06-01-2010
			JP 2002257237 A 11-09-2002
			US 2002117808 A1 29-08-2002
DE 102006003480	B3	05-07-2007	NONE
JP 2002266698	A	18-09-2002	NONE
US 2006151959	A1	13-07-2006	DE 10311155 A1 23-09-2004
			US 2006151959 A1 13-07-2006
US 2006040125	A1	23-02-2006	AU 2003273015 A1 04-05-2004
			EP 1564309 A1 17-08-2005
			US 2006040125 A1 23-02-2006
			WO 2004035852 A1 29-04-2004