



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

(21) BR 10 2012 033436-4 A2



(22) Data de Depósito: 27/12/2012
(43) Data da Publicação: 02/09/2014
(RPI 2278)

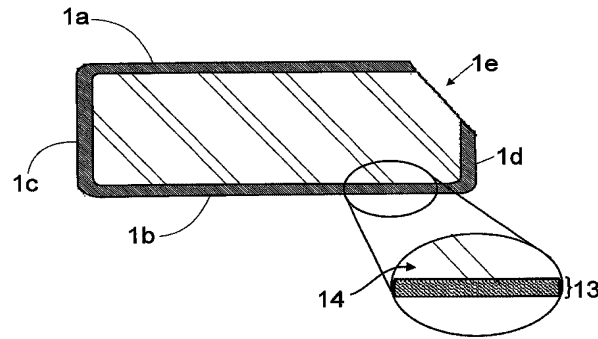
(51) Int.Cl.:
F16J 9/12

(54) Título: ANEL DE PISTÃO, PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ANEL DE PISTÃO E ÊMBOLO DOTADO DE ANEL DE PISTÃO

(73) Titular(es): Mahle International GmbH, Mahle Metal Leve S/A

(72) Inventor(es): Davi Antônio da Silva, Luis Pedro Matias Pereira

(57) Resumo: ANEL DE PISTÃO, PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ANEL DE PISTÃO E ÊMBOLO DOTADO DE ANEL DE PISTÃO A presente invenção refere-se a um anel de pistão (1, 2, 3, 3.1,4) parcialmente nitretado. O anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) revelado neste relatório define pelo menos uma porção de sua face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d) livre de uma camada nitretada (13) e toda a sua face externa (1c, 2c, 3c, 3.1 c, 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, 3.1 c, 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, 3.1, 4) e um êmbolo de pistão que compreende pelo menos um anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) tal como referenciado acima.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "ANEL DE PISTÃO, PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ANEL DE PISTÃO E ÊMBOLO DOTADO 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 Diesel, 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 es-
15 paço entre a camisa do motor e o êmbolo do pistão, isolando a câmara de combustão dos demais componentes internos do motor. Este elemento se dispõe radialmente na base do êmbolo, impedindo que os gases da combustão escapem para fora da câmara de combustão em direção ao cárter e evitando que o óleo do motor penetre a câmara de combustão em um cami-
20 nho inverso. 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' com-
25 preendem uma abertura 12 definida entre duas pontas 10', 10', tal como revelado na 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 a-
30 cesso à canaleta 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 vedação, 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 câmarade 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 quan-

do o cilindro se deforma e o anel deve se conformar à superfície distorcida do cilindro para continuar desempenhando seu papel de vedação e de transmissão de calor.

A característica conformabilidade é diretamente relacionada à
5 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
10 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
15 anel durante o funcionamento do motor.
20

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
25 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
30 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.

5 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
10 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
15 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
20 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.

25 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
30 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.

5 Uma distribuição otimizada das forças, seguindo o conceito exposto nas EP 545094, DE 4310249 e JP 2001263488 é demonstrada na figura 8. Na ilustração 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 10 180° da abertura 12. Para isso são desenhados vários modelos de curvatura de raios 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 15 forças ainda apresenta valores de força radial V1 altos, devido à 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. Isso ressalta que o impacto dos desvios de 20 de manufatura, são maiores que os benefícios advindos da distribuição de forças radiais teóricas aplicadas ao anel.

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 25 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 cilindro. 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 30 espaçamento (antes inexistente) entre as pontas do anel 10' e o êmbolo do pistão. Este espaçamento atua como reservatório para combustível e óleo 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.

5 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.

10 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.

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

Breve Descrição da Invenção

20 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.

25 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.

30 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.

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

10 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.

15 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.

20 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.

25 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.

30 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.

5 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.

10 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.

Descrição Detalhada das Figuras

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

20 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).

25 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:

30 • 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.

5 A título de esclarecimento, a nitretação é um tratamento termo-químico 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.

10 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.

15 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 enrijecida sobre toda a superfície externa do anel de pistão 1, 2, 3, 3.1, 4, esta camada nitretada 13 pode ser removida por esmerilhamento, retífica ou outros processos de usinagem realizados sobre a face interna 1d, 2d, 3d, 3.1, 4d do anel.

20 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).

25 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).

30 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.

5 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.

10 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 desgaste e conseqüentemente perde muito menos material nas zonas críticas 11 que o anel de pistão do estado da técnica 1', quando exposto às mesmas condições tribológicas.

15 A figura 11 revela os resultados de um segundo experimento realizado com um anel de face interna chanfrada 3.1. Esta figura exibe 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.

20 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.

25 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'.

30 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.

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.

5 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 interna, 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.

10 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.

15 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, 20 3.1, 4 na caneleira 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 caneleira e durante seu funcionamento no motor.

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

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.

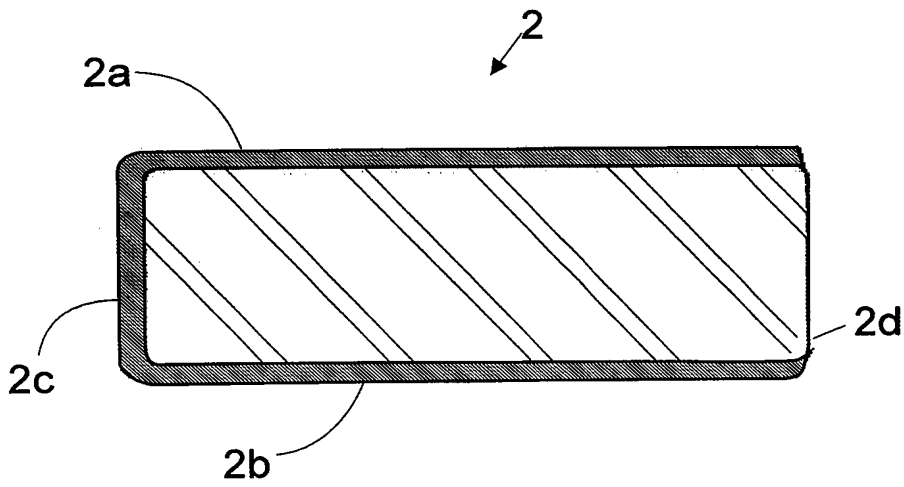
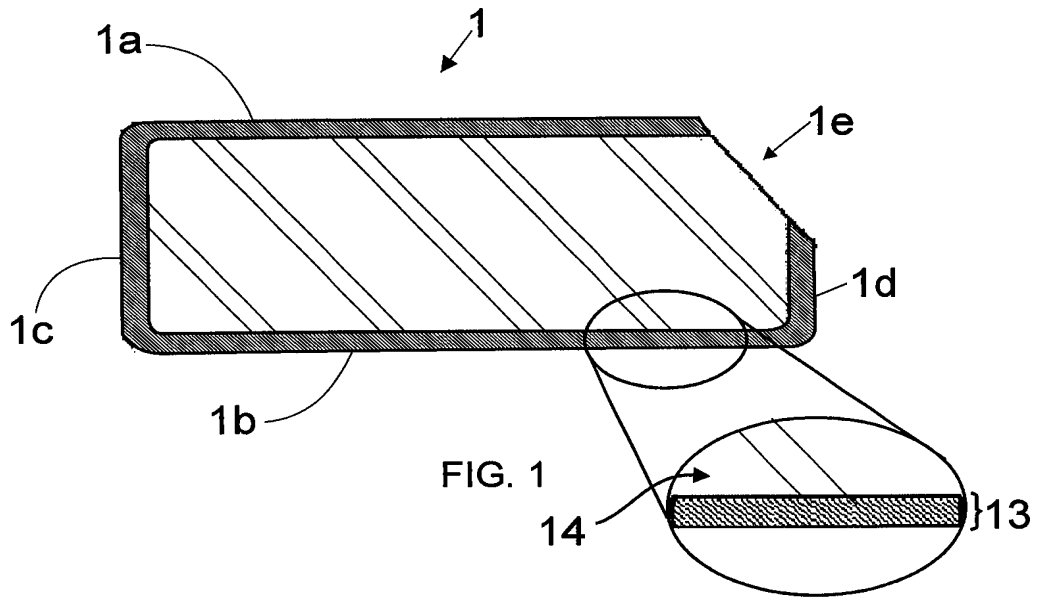
7. Anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que, sobre a camada nitretada (13) compreen-

de 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 aspensão térmica.

5 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
10 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,
15 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),
20 pelo menos, uma parte da face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 4d).



2/7

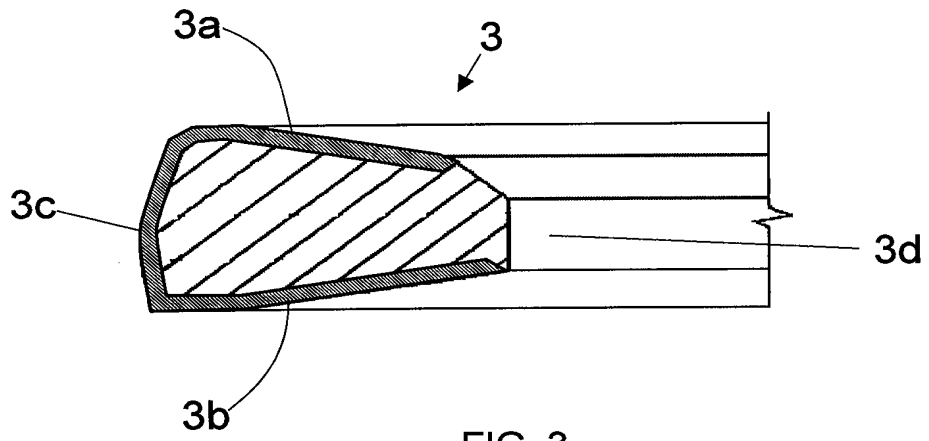


FIG. 3

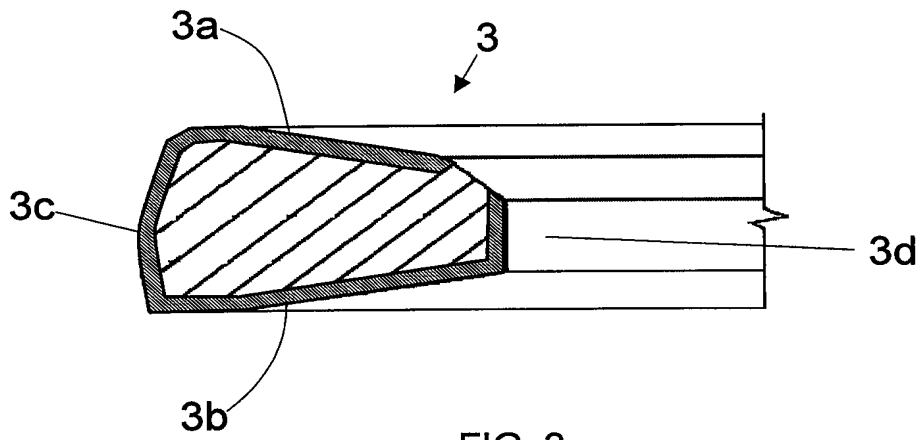


FIG. 3

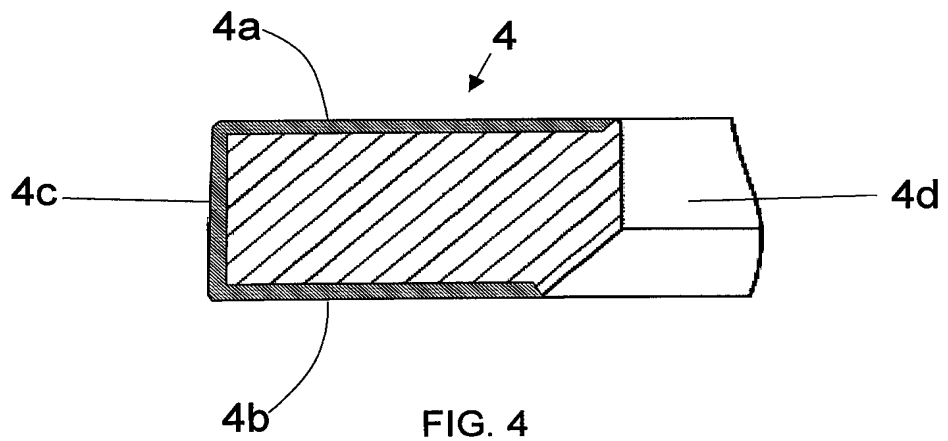


FIG. 4

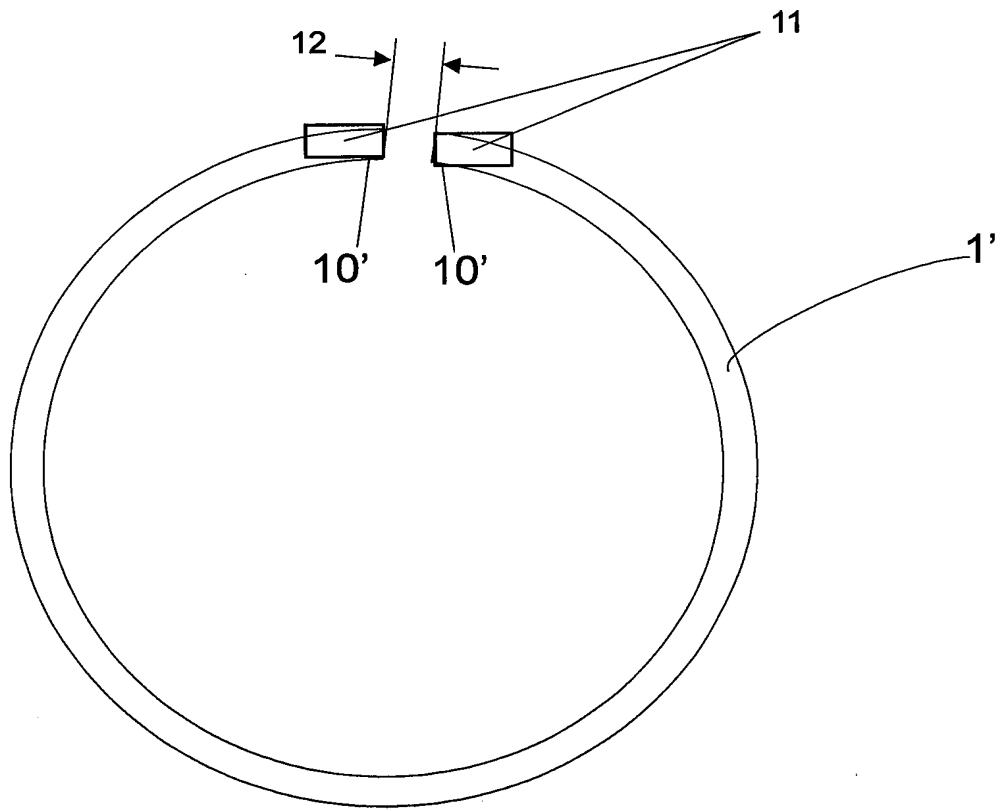
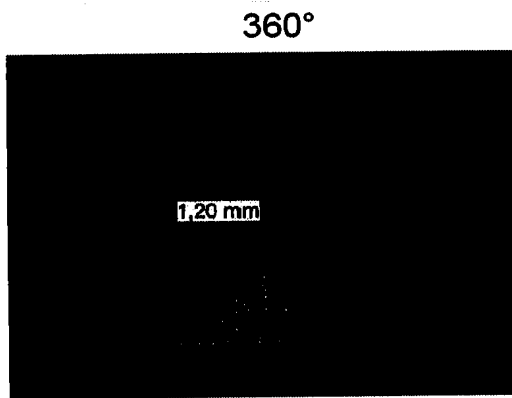
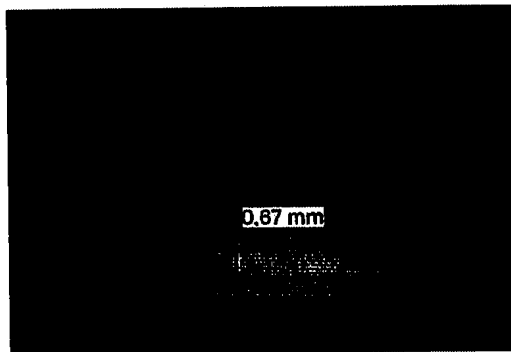


FIG. 5



180° FIG. 6.1



0° FIG. 6.2

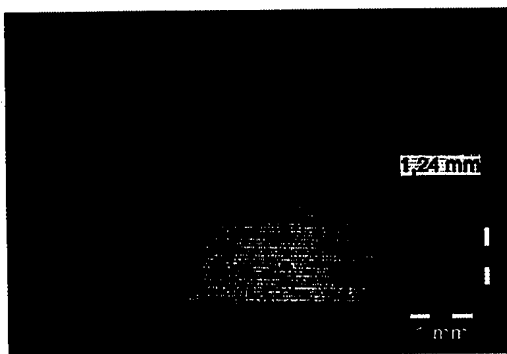
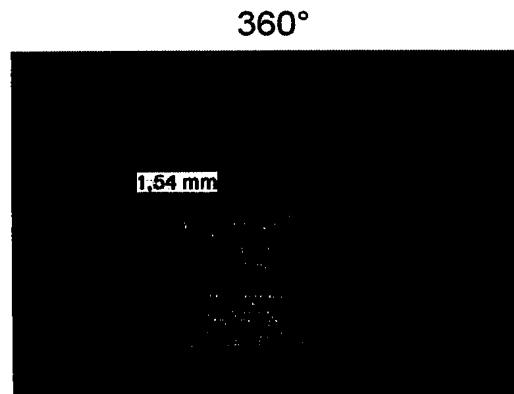
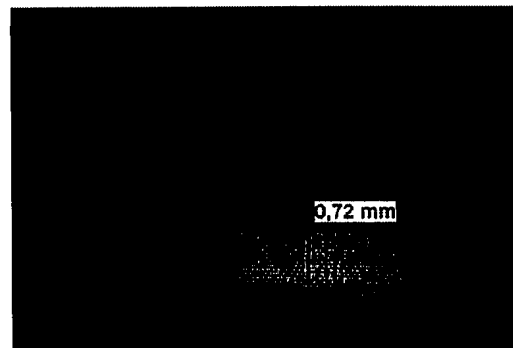


FIG. 6.3

(Presente Invenção)



180° FIG. 7.1



0° FIG. 7.2

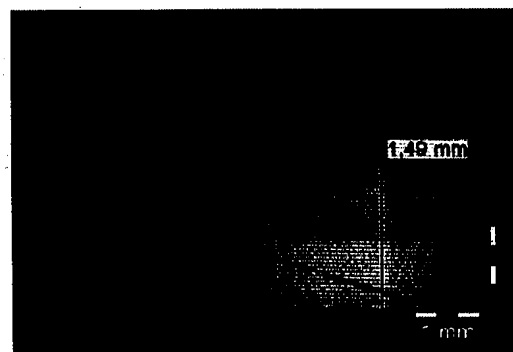


FIG. 7.3

(Estado da Técnica)

5/7

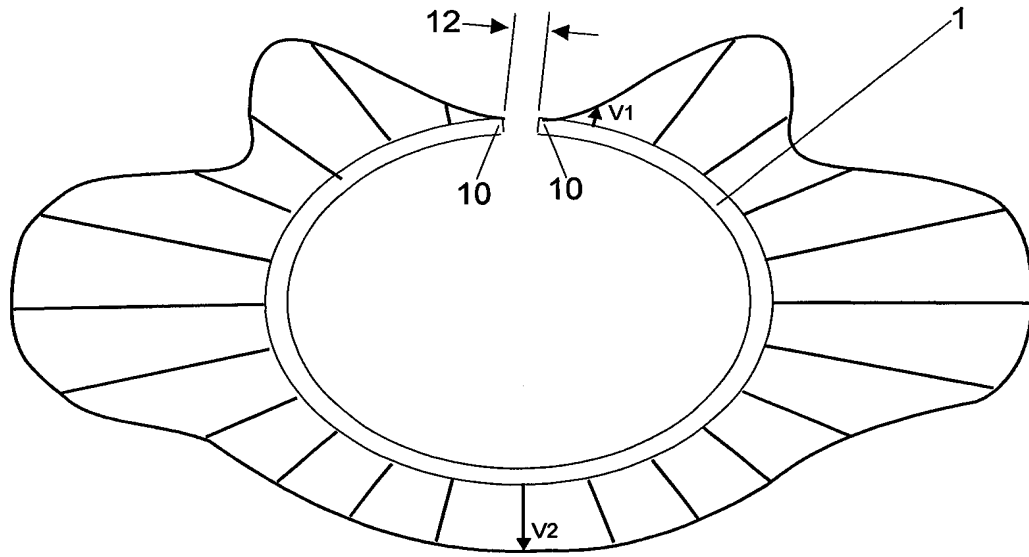


FIG. 8

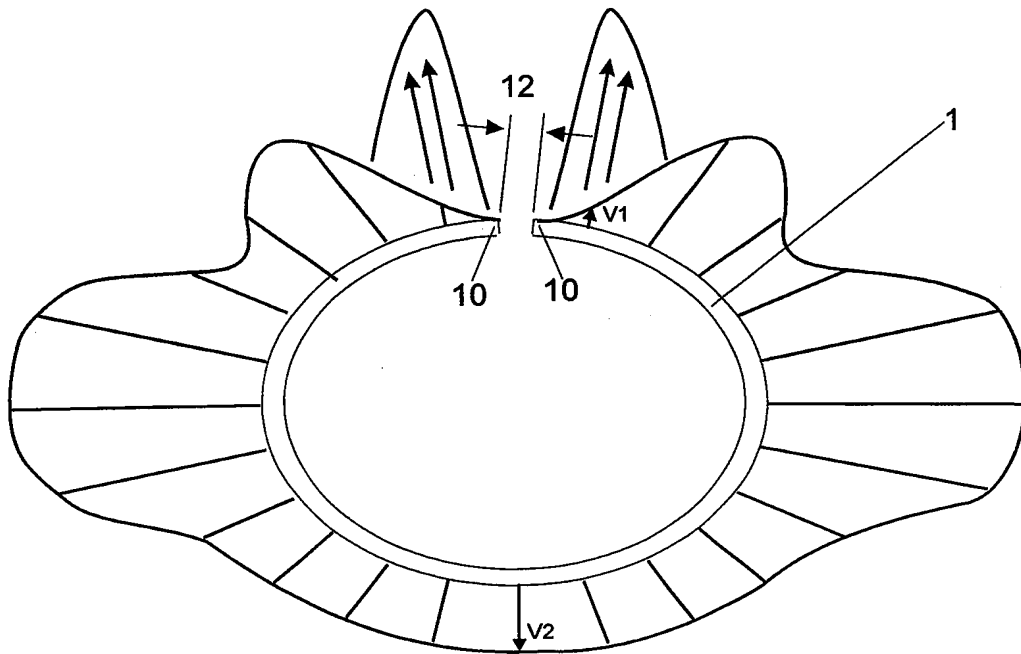
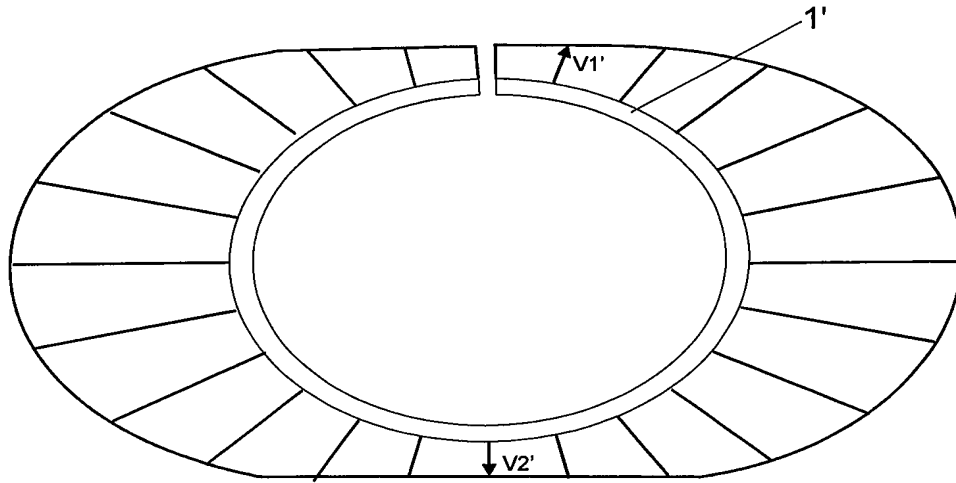
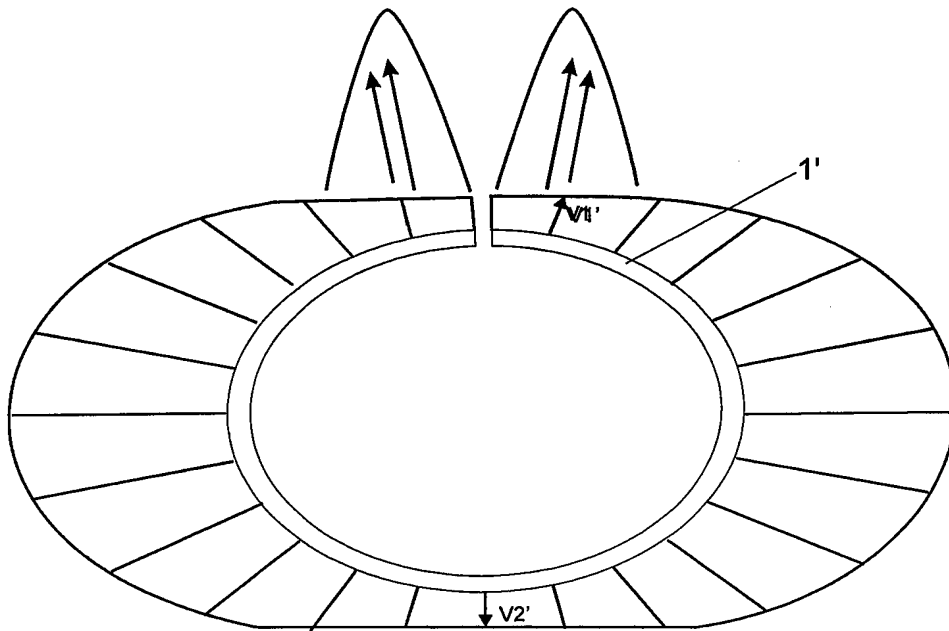


FIG. 8.1



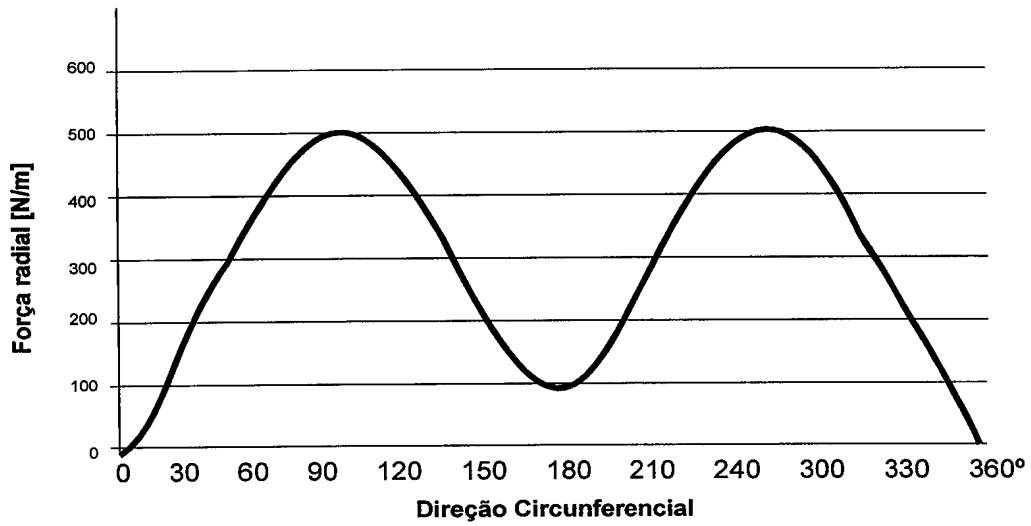
(Estado da Técnica)

FIG. 9



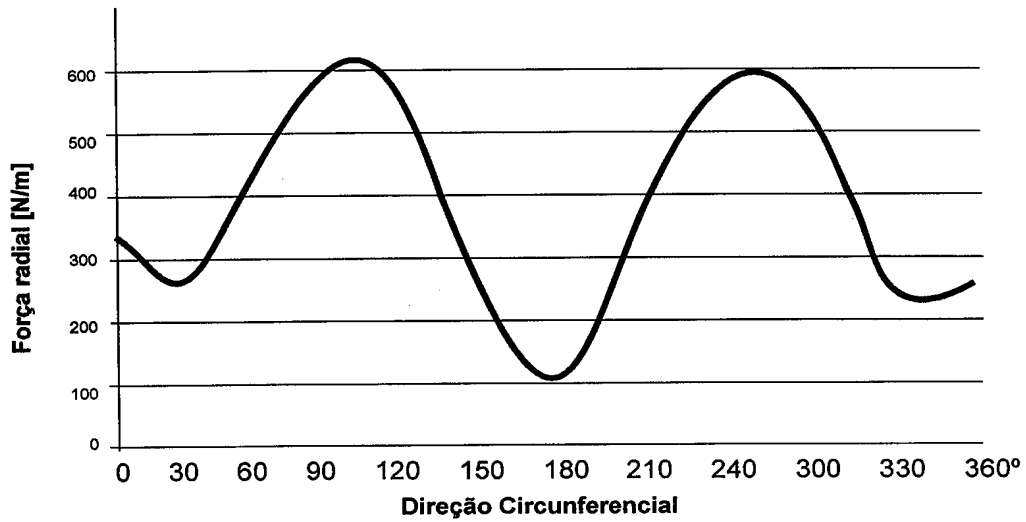
(Estado da Técnica)

FIG. 9.1



(Presente Invenção)

FIG. 10



(Estado da Técnica)

FIG. 11

RESUMO

Patente de Invenção: **"ANEL DE PISTÃO, PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE ANEL DE PISTÃO E ÊMBOLO DOTADO DE ANEL DE PISTÃO"**.

5 A presente invenção refere-se a um anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) parcialmente nitretado. O anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) revelado neste relatório define pelo menos uma porção de sua face interna (1d, 2d, 3d, 3.1d, 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).

10 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.

15 A presente invenção também descreve dois processos produtivos que podem dar forma a este anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) e um êmbolo de pistão que compreende pelo menos um anel de pistão (1, 2, 3, 3.1, 4) tal como referenciado acima.