

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 100.383

REQUERENTE: RUSSELL D. IDE, norte-americano, industrial, residente em 122 Ridge Drive Exeter, Rhode Island 02822, Estados Unidos da América do Norte

EPÍGRAFE: "CHUMACEIRA HIDRODINÂMICA EQUIPADA COM GUARNIÇÕES DE APOIO ESPAÇADAS ENTRE SI, E RESPECTIVOS MÉTODOS DE FABRICO"

INVENTORES: RUSSELL D. IDE

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4º da Convenção de Paris de 20 de Março de 1883.

Estados Unidos da América do Norte, em 15 de Abril de 1991, sob o No.685.148



"CHUMACEIRA HIDRODINÂMICA EQUIPADA COM GUARNIÇÕES DE APOIO
ESPAÇADAS ENTRE SI, E RESPECTIVOS MÉTODOS DE FABRICO"

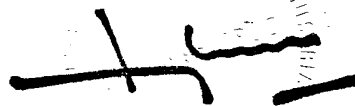
=====

MEMÓRIA DESCRITIVA

Resumo

O presente invento diz respeito a um moente hidrodinâmico de impulso ou a uma chumaceira hidrodinâmica combinada, radial e de impulso, e aos respectivos métodos de fabrico. A chumaceira inclui guarnições de apoio com uma estrutura que lhes permite mudar de forma e deslocarem-se em qualquer direcção (seis graus de liberdade), a fim de otimizar a formação de uma cunha convergente própria para o funcionamento hidrodinâmico, e a equalização das cargas que se exercem sobre as guarnições de apoio nas chumaceiras de impulso, e de realizar os ajustes necessários para compensar quaisquer eventuais desalinhamentos do veio. A guarnição de apoio (12) pode ser formada de maneira a estabelecer contacto com o veio (5) quando se acha no estado de instalada e a deflectir quando se acha sob a acção da pressão exercida por uma película de fluido. A forma das guarnições (12) pode ser alterada de maneira a obter-se as desejadas deformações sob a acção da carga. As guarnições (12) são suportadas por uma estrutura de suporte que pode incluir um ou mais elementos (14) em forma de vigas. A estrutura de suporte deverá incluir de

preferência uma parte de suporte primária, uma parte de suporte secundária e uma parte de suporte terciária. As vigas permitem que a guarnição possa deflectir por flexão ou por torção. A estrutura de suporte das guarnições de apoio pode incluir partes que são amortecidas por meio de um fluido. A chumaceira pode ser auto-lubrificada através da provisão de um material que absorve lubrificante e promove a libertação desse mesmo lubrificante nos espaços situados entre as guarnições de apoio ou no seio da estrutura de suporte. As chumaceiras podem ser feitas a partir de uma grande variedade de materiais entre os quais se acham incluídos os plásticos, os materiais cerâmicos, os metais em pó, os materiais compósitos e os metais. As chumaceiras podem ser fabricadas por meio de moldagem simples utilizando um molde de duas peças sem cames, moldagem por injeção, vazamento, vazamento de um metal em pó no interior de matrizes, descarga eléctrica ou corte por raios laser.



Antecedentes do Invento

O presente invento diz respeito a chumaceiras hidrodinâmicas. No caso desse tipo de chumaceiras, um objecto rotativo, por exemplo um veio, é suportado por uma guarnição de apoio estacionária por intermédio de um fluido pressurizado, podendo o referido fluido ser, por exemplo, óleo, ar ou água. As chumaceiras hidrodinâmicas tiram proveito do facto de que quando se move, o objecto rotativo não desliza ao longo da parte de cima do fluido. Em vez disso, o fluido que se acha em contacto com o objecto rotativo vai aderir firmemente ao objecto rotativo, e o movimento vai ser acompanhado de um escorregamento ou corte entre as partículas de fluido ao longo de toda a altura da película de fluido. Deste modo, se o objecto rotativo e a camada de fluido que com ele está em contacto se deslocarem a uma velocidade que seja conhecida, a velocidade em pontos situados a alturas intermédias da espessura do fluido vai diminuindo de uma maneira conhecida até que o fluido em contacto com a guarnição de apoio estacionária vai aderir à guarnição de apoio e vai ficar imóvel. Quando, em virtude da carga resultante do facto de nela se ir apoiar o objecto rotativo, a guarnição de apoio sofrer uma deflexão com um pequeno ângulo de desvio em relação ao elemento rotativo, o fluido irá ser arrastado para dentro da abertura em forma de cunha, e no seio da película de fluido irá ser gerada uma pressão suficiente para suportar a carga. Este facto é utilizado nas chumaceiras de impulso dos veios das turbinas hidráulicas e dos veios dos hélices dos navios, assim como nos apoios hidrodinâmicos convencionais para moentes.

Tanto as chumaceiras de impulso como as chumaceiras radiais, ou apoios para moentes, são normalmente caracterizadas por possuírem guarnições de suporte do veio distribuídas espaçadamente em torno de um eixo. O eixo em torno do qual as

guarnições se acham distribuídas espaçadamente corresponde geralmente ao eixo longitudinal do veio a ser suportado, tanto no caso das chumaceiras de impulso como das chumaceiras radiais, ou apoios para moentes. Este eixo pode ser designado por eixo principal.

No caso de uma chumaceira hidrodinâmica ideal, a cunha hidrodinâmica estende-se através de toda a face da guarnição de apoio, a película de fluido tem a espessura exactamente suficiente para suportar a carga, o eixo principal do apoio e o eixo do veio encontram-se alinhados um com o outro, as fugas de fluido pelas extremidades da superfície da guarnição de apoio adjacentes aos bordos de ataque e de fuga estão reduzidas ao mínimo, a película de fluido forma-se logo que o veio começa a rodar, e, no caso das chumaceiras de impulso, as guarnição de apoio estão carregadas de uma maneira uniforme umas em relação às outras. Apesar de na prática ainda não se ter conseguido alcançar as condições de funcionamento das chumaceiras hidrodinâmicas ideais, as chumaceiras que alcançam substancialmente cada um destes objectivos são aquelas que são concebidas de modo a promover a optimização da formação da cunha hidrodinâmica.

O presente invento diz respeito a chumaceiras hidrodinâmicas, que são por vezes conhecidas pela designação de chumaceiras de guarnições móveis, e a métodos de fabrico das mesmas. Geralmente estas chumaceiras são montadas de maneira a poderem deslocar-se de modo a permitir a formação de uma película de lubrificante em forma de cunha entre as partes que se acham animadas de movimento relativo entre si. Uma vez que o excesso de fluido provoca indesejáveis perdas de atrito e de potência, a espessura da película de fluido deverá ser de preferência exactamente a suficiente para suportar a carga máxima. Isto é verdade quando a formação da cunha for optimizada. Essencialmente a

guarnição desloca-se com um movimento articulado ou do tipo oscilante em torno de um centro localizado defronte da superfície de guarnição ou revestimento, e o atrito que se gera na chumaceira vai fazer com que a cunha tenha tendência para abrir. Quando a formação da cunha for otimizada, a cunha estende-se através de toda a face da guarnição. Além disso, a cunha é formada à velocidade mais baixa possível, idealmente logo que o veio começar a rodar.

No caso das chumaceiras do tipo de guarnições radiais já conhecidas, até agora tem-se acreditado ser necessário proporcionar a existência de uma folga rigorosamente determinada entre a chumaceira e o objecto rotativo, de maneira a permitir a formação da adequada deflexão das guarnições da chumaceira, a fim de se formar a cunha hidrodinâmica. A exigência de tolerâncias apertadas é particularmente inconveniente no fabrico de chumaceiras lubrificadas a gás. Outro problema com as chumaceiras lubrificadas a gás é o da interrupção da película de fluido a altas velocidades. Estes problemas têm limitado a utilização das chumaceiras hidrodinâmicas lubrificadas a gás.

Na patente U.S. No. 3.107.955 de Trumpler é divulgado um exemplo de uma chumaceira que se acha equipada com guarnições de apoio montadas em elementos em forma de vigas que se deslocam com um movimento articulado ou do tipo oscilante em torno de um centro localizado defronte da superfície de guarnição ou revestimento. Esta chumaceira, tal como muitas outras chumaceiras características da técnica anterior, baseia-se apenas num modelo bidimensional de deflexão das guarnições. Por conseguinte, não se consegue alcançar uma condição óptima de formação da cunha.

Na patente U.S. No. 2.137.487 de Hall é apresentada uma chumaceira hidrodinâmica de guarnição móvel que cria a sua cunha

hidrodinâmica por meio de um movimento de deslizamento da sua guarnição ao longo de superfícies esféricas. Em muitos casos a guarnição agarra-se e a correspondente cunha não pode ser criada. Na patente U.S. No. 3.930.691 de Greene, o movimento de oscilação é promovido por elastômeros que são submetidos a contaminação e a deterioração.

Na patente U.S. No. 4.099.799 de Etsion é divulgada uma chumaceira não unitária lubrificada a gás que se acha equipada com guarnições resilientes montadas em elementos em forma de vigas cantilever. A chumaceira divulgada na referida patente utiliza uma guarnição montada num elemento em forma de uma viga cantilever rectangular para promover a formação de uma cunha de lubrificação entre a face da guarnição e o veio rotativo. São divulgadas tanto chumaceiras de impulso como chumaceiras radiais, ou apoios de moentes.

Na patente U.S. No. 4.496.251 de Ide é apresentada uma guarnição que vai deflectir por meio de ligamentos em forma de membranas, de maneira que entre as partes que se acham animadas de movimento relativo entre si vai formar-se uma película de lubrificante com a forma de uma cunha.

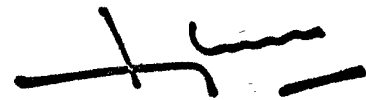
Na patente U.S. No. 4.515.486 são divulgadas chumaceiras hidrodinâmicas de impulso e chumaceiras radiais, ou apoios de moentes, que compreendem um determinado número de guarnições cada uma das quais possui um elemento de face e um elemento de suporte que são separados e se acham ligados um ao outro por meio de um material elastomérico.

Na patente U.S. No. 4.526.482 são divulgadas chumaceiras hidrodinâmicas que se destinam principalmente a ser utilizadas em aplicações em que as chumaceiras são lubrificadas pelo

próprio funcionamento da chumaceira, isto é, as chumaceiras são concebidas para trabalhar no seio de um fluido. As chumaceiras hidrodinâmicas são formadas com uma secção central da superfície de suporte da carga que é mais deformável do que a restante parte das chumaceiras, de maneira que vão deflectir quando são submetidas à acção de uma carga e determinar a formação de uma bolsa de fluido sob pressão que irá suportar as cargas mais intensas.

Na patente U.S. No. 4.676.668 de Ide também se chama a atenção para o facto de que as guarnições de apoio podem ficar separadas do elemento de suporte por meio de pelo menos uma perna que proporciona flexibilidade em três direcções. Para proporcionar flexibilidade no plano de deslocação, as pernas são inclinadas para dentro, de maneira a determinar a formação de uma forma cónica em que o vértice do cone, ou ponto de intersecção, vai ficar colocado defronte da superfície de guarnição ou revestimento. Cada perna tem um módulo de secção que é relativamente pequeno na direcção de deslocação desejada, a fim de permitir a compensação das deficiências de alinhamento. Estes ensinamentos são aplicáveis tanto às chumaceiras radiais, ou apoios de moentes, como às chumaceiras de impulso. Apesar da divulgação desta patente representar um significativo avanço na técnica em questão, ela tem alguns inconvenientes. Um desses inconvenientes é aquele que consiste na rigidez da estrutura de suporte e da guarnição de apoio da chumaceira que inibe a deformação da superfície de guarnição ou revestimento. Além disso a forma de construção das chumaceiras não é unitária.

As duas últimas patentes são de particular interesse porque demonstram que apesar das inerentes e significativas diferenças entre as chumaceiras de impulso e as chumaceiras radiais, ou apoios de moentes, existe uma certa semelhança conceptual entre as chumaceiras hidrodinâmicas radiais, ou apoios



hidrodinâmicos de moentes, e as chumaceiras hidrodinâmicas de impulso.

O presente pedido de patente diz respeito em parte a chumaceiras hidrodinâmicas de impulso. Quando nessas chumaceiras a cunha hidrodinâmica é otimizada, a carga que se exerce sobre cada e qualquer uma das guarnições que se acham espaçadas circunferencialmente é substancialmente igual à que se exerce sobre qualquer uma das restantes guarnições.

Presentemente, as chumaceiras hidrodinâmicas de impulso mais largamente utilizadas são as chumaceiras do tipo de sapata, designadas por chumaceiras Kingsbury. As chumaceiras Kingsbury, do tipo de sapata, são caracterizadas por possuírem uma estrutura complexa que inclui sapatas articuladas, um colar de impulso que roda juntamente com o veio e aplica carga sobre as sapatas, um anel de base que é próprio para suportar as sapatas, um invólucro ou armação que contém e suporta os elementos internos da chumaceira, um sistema de lubrificação e um sistema de arrefecimento. Em consequência desta complexa estrutura, as chumaceiras Kingsbury, do tipo de sapata, são tipicamente extraordinariamente caras.

Uma alternativa para as complexas chumaceiras Kingsbury, do tipo de sapata, são as chumaceiras unitárias de pedestal que se acham representadas nas Figuras 19-20. Estas chumaceiras têm sido utilizadas, entre outras coisas, em bombas para trabalhar em poços profundos. A relativamente simples estrutura destas chumaceiras é tipicamente formada por meio de um processo de fundição em moldes de areia ou de qualquer outra técnica de fabrico de peças em bruto porque até ao presente momento as dimensões específicas não têm tido grande importância. Conforme se acha representado nas Figuras 19 e 20, as chumaceiras

deste tipo são estruturalmente caracterizadas por possuírem uma base plana (36PA) que se acha dotada de uma grossa projecção circunferencial interior (38PA), uma pluralidade de pedestais rígidos (34PA) que se estendem transversalmente a partir da base e uma guarnição de impulso (32PA) centrada sobre cada um dos pedestais rígidos.

A Figura 20A ilustra esquematicamente a deflexão que a chumaceira das Figuras 19-20 experimenta em resposta ao movimento que o oposto anel de impulso realiza na direcção e sentido da seta (L). Na Figura 20A, a posição deflectida (extremamente exagerada) encontra-se ilustrada a cheio e a posição não deflectida encontra-se ilustrada a tracejado. A curva (PD) na Figura 20A ilustra a distribuição das pressões através da face da guarnição. Quando se acham submetidas à acção de uma carga, as guarnições de impulso vão deflectir em redor dos pedestais rígidos ficando com uma forma semelhante a um guarda-chuva, conforme se acha representado na Figura 20A. Em virtude desta deflexão que vai fazer com que as guarnições fiquem com uma forma semelhante a um guarda-chuva, apenas se irá formar parcialmente uma cunha hidrodinâmica. Por conseguinte a distribuição das pressões através da face da guarnição irá fazer-se de uma maneira não uniforme, conforme se acha ilustrado na Figura 20A. Deste modo, a chumaceira irá ter proporcionalmente uma menor vantagem hidrodinâmica em comparação com uma chumaceira em que uma cunha hidrodinâmica é formada através de toda a face da guarnição de impulso. Além disso, a rigidez dos pedestais e a base inflexível plana impedem as deflexões necessárias para otimizar a formação da cunha. Aquilo que irá ser exposto a seguir pode explicar o motivo pelo qual as chumaceiras do tipo representado nas Figuras 19-20, apesar de serem bastante menos caras do que as chumaceiras Kingsbury, têm provado ser menos eficazes e capazes, e por

consequente menos bem sucedidas do que as chumaceiras do tipo de sapata.

O inventor do presente invento também descobriu que a natureza de articulação central possuída tanto pelas chumaceiras representadas nas Figuras 19-20 como pelas chumaceiras Kingsbury, do tipo de sapata, contribui para a ineficácia dessas mesmas chumaceiras. Também se chama a atenção para o facto de que, devido às suas rígidas articulações centrais, nem chumaceiras Kingsbury, do tipo de sapata, nem as chumaceiras que se acham representadas nas Figuras 19-20 são capazes de deflectir com seis graus de liberdade a fim de otimizar a formação da cunha. Deste modo, apesar de, nalguns casos, as chumaceiras características da técnica anterior serem capazes de realizar movimentos com seis graus de liberdade, devido ao facto das chumaceiras não serem feitas com base num modelo concebido para seis graus de liberdade, as resultantes capacidades de rendimento destas chumaceiras são obviamente limitadas.

As chumaceiras hidrodinâmicas características da técnica anterior sofrem frequentemente de perdas de fluido que provocam a ruptura da película de fluido. No caso das chumaceiras radiais, as fugas ocorrem principalmente nas extremidades axiais da superfície das guarnições de apoio da chumaceira. No caso das chumaceiras de impulso, as fugas ocorrem principalmente na periferia circunferencial exterior da superfície das guarnições em consequência da acção das forças centrífugas sobre o fluido. Quando a formação da cunha é optimizada, as fugas de fluido são minimizadas.

Sumário do Invento

O presente invento divulga uma chumaceira do tipo de guarnições e métodos de fabrico da mesma. A chumaceira do tipo de guarnições, que é de preferência uma chumaceira unitária, pode ser formada a partir de uma única peça com a forma de uma tubagem de parede espessa ou de um moente cilíndrico que foi maquinada ou na qual foram formados pequenos entalhes e rasgos, furos ou cortes através da ou sobre a parede da chumaceira de maneira a definir um moente flexível ou uma guarnição de impulso e uma estrutura de suporte. As guarnições e a estrutura de suporte são concebidas de modo a otimizar a forma da cunha convergente formada entre a superfície das guarnições e o veio quando o veio se acha animado de movimento de rotação. Isto pode ser feito por meio de modificação da forma das guarnições, da estrutura de suporte ou de ambas. Especificamente, a guarnição pode ser modificada de maneira a incluir entalhes, corte, frisos e reen-trâncias, a fim de ser capaz de realizar as desejadas deformações quando se acha submetida à acção de uma carga. A estrutura de suporte pode ser concebida para suportar as guarnições de maneira a que estas possam efectuar movimentos com seis graus de liberdade, isto é, movimentos de translação ou de deslocação nas direcções $+x$, $-x$, $+y$, $-y$, $+z$ e $-z$, e movimentos de rotação em torno dos eixos X , Y e Z , a fim de otimizar a formação da cunha hidrodinâmica.

As chumaceiras características do presente invento são concebidas a três dimensões de maneira a proporcionarem uma deflexão com seis graus de liberdade, a fim de assegurarem uma óptima formação de cunha em todas as ocasiões. Especificamente, descobriu-se que as chumaceiras hidrodinâmicas trabalhavam de uma maneira mais eficaz quando a cunha hidrodinâmica possuía várias características. Em particular, a cunha deverá estender-se

através de toda a superfície da guarnição; a cunha deverá ter uma espessura adequada em todas as ocasiões; a cunha deverá ter uma forma capaz de minimizar as perdas de fluido; a cunha deverá compensar as deficiências de alinhamento, de maneira a que o eixo principal da chumaceira seja colinear ou substancialmente paralelo ao eixo do veio; e a cunha deverá formar-se à mais baixa velocidade possível, a fim de impedir que a superfície de formação da cunha sofra estragos que geralmente ocorrem em resultado do contacto entre o veio e a superfície da guarnição a baixas velocidades. Além disso, no caso de chumaceiras de impulso, a carga que actua sobre qualquer uma das várias guarnições de apoio da chumaceira que se acham espaçadas entre si deverá ser igual à que actua sobre qualquer uma das restantes guarnições.

Com respeito à espessura da película de fluido, chama-se a atenção para o facto de que a espessura óptima varia com a carga. Em condições de cargas elevadas ou pesadas, é desejável a formação de uma película de fluido relativamente espessa capaz de suportar adequadamente a carga. No entanto, as películas mais espessas fazem aumentar o atrito e as perdas de potência. Deste modo, as chumaceiras são de preferência concebidas de maneira a promoverem a formação da espessura mínima necessária para suportar o veio nas condições de carga máxima.

A estrutura de suporte deverá ser de preferência uma estrutura unitária (uma única peça) e compreender cepos de suporte, vigas de suporte, e/ou membranas de suporte ligado(a)s a um invólucro que é por vezes definido pela parte radialmente mais exterior da chumaceira no caso de uma chumaceira radial, ou apoio de moente, ou, no caso das chumaceiras de impulso, um invólucro no interior da qual é montada a chumaceira.

O inventor do presente invento descobriu que no caso de muitas aplicações específicas, como por exemplo nas aplicações de alta velocidade, será necessário examinar e avaliar a flexibilidade dinâmica do sistema, considerado na sua totalidade, que é constituído pelo veio ou rotor, pela película de lubrificação hidrodinâmica e pela chumaceira. Na análise deste sistema realizada por meio de computador e utilizando um modelo de elementos finitos, foi determinado que era necessário tratar a chumaceira, considerada esta na sua totalidade, como um elemento completamente flexível que muda de forma quando é submetido à acção das cargas de trabalho. Conferindo mais ou menos flexibilidade através da maquinagem da estrutura básica, poderão ser obtidas para a chumaceira as características que proporcionam um funcionamento estável, com forças de atrito reduzidas, dentro de amplos limites de condições de funcionamento. Descobriu-se que havia um determinado número de variáveis que afectavam de uma maneira substancial as características de rendimento das chumaceiras. Entre as variáveis mais importantes encontram-se compreendidas a forma, as dimensões, a localização e as características do material (por exemplo o módulo de elasticidade, etc.) de que são feitos a guarnição e os elementos de suporte definidos pelos furos, rasgos ou cortes e entalhes formados na chumaceira. Descobriu-se que a forma dos elementos de suporte era particularmente importante. Também por meio do fornecimento de um fluido de apoio dos elementos flexíveis, é possível obter-se um elevado grau de amortecimento que vai ajudar ainda mais a promover a estabilidade do sistema. Nalguns casos este amortecimento substituiu o amortecimento secundário realizado por meio de uma película de compressão que se encontra presente quando a película de óleo se encontra presente entre a caixa da chumaceira e o invólucro.

O inventor do presente invento também descobriu que, com respeito às chumaceiras com guarnições de deflexão lubrificadas a gás ou a ar, há casos em que as cargas ou as velocidades ultrapassam a capacidade de uma película de gás. Nesses casos será necessário introduzir um lubrificante do tipo líquido no interior da cunha convergente sem proporcionar um reservatório ou um banho de líquido. O presente invento proporciona uma chumaceira que resolve este problema por meio do fornecimento de um lubrificante líquido sempre que isso seja necessário.

Entre as aplicações específicas das chumaceiras do presente invento encontram-se incluídos os motores eléctricos, os ventiladores, os turbocompressores, os motores de combustão interna, os motores fora de borda e os compressores/expansores. As velocidades de ensaio ultrapassaram as 300.000 r.p.m. Chama-se a atenção para o facto de que os cortes, os entalhes e as aberturas, para além de permitirem que a guarnição da chumaceira se possa deslocar de modo a formar uma cunha convergente própria para promover a lubrificação hidrodinâmica, vão permitir que a própria guarnição possa deflectir e mudar de forma, por exemplo, ficando achatada. Isto faz aumentar o rendimento de funcionamento, entre outras coisas, por meio da alteração da excentricidade da chumaceira.

As chumaceiras podem ser feitas de metais, metais em pó, de plásticos, de materiais cerâmicos ou de materiais compósitos. Quando fabricadas em pequenas quantidades, as chumaceiras são tipicamente maquinadas por facejamento, torneamento e fresagem das peças em bruto, a fim de nelas se proceder à formação de entalhes ou aberturas de maiores dimensões; os entalhes de menores dimensões são formados por meio de corte por jacto de água, por descargas eléctricas ou por métodos de maquinagem por meio de raios laser e permitem uma total flexibilidade de

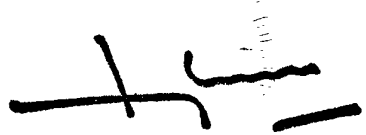
projecto a fim de ajustar a chumaceira de modo a proporcionar as desejadas características. O ajuste irá essencialmente produzir alterações na rigidez, alterações essas que por sua vez irão eliminar as vibrações. O fabrico de maiores quantidades de um único tipo de chumaceiras é de preferência realizado através de moldagem por injeção, de extrusão, de vazamento de um metal em pó no interior de matrizes, de fundição pelo processo de "cera perdida" ou qualquer outra técnica de fabrico semelhante. De acordo com outro aspecto do presente invento, as quantidades intermédias de chumaceiras são fabricadas de acordo com um novo método que combina as técnicas de maquinagem e de fundição pelo processo de "cera perdida". O presente invento também contempla as chumaceiras capazes de serem facilmente moldadas que incluem aberturas não ocultas, de maneira que podem ser moldadas num molde simples constituído por duas peças. De uma maneira geral, as chumaceiras características do presente invento podem ser fabricadas com uma fracção dos custos das chumaceiras concorrentes.

Ao contrário do que acontece no caso das chumaceiras do tipo de guarnições características da técnica anterior que têm uma estrutura de suporte que é essencialmente orientada na direcção da carga, as chumaceiras características do presente invento proporciona uma orientação que permite a realização de comparáveis deflexões no interior de um envoltório de menores dimensões (isto é, a diferença entre a superfície radialmente interior de apoio do moente e a superfície radialmente exterior de apoio do moente nas chumaceiras radiais, ou apoios de moentes) especialmente nas chumaceiras radiais, ou apoios de moentes; permite que a guarnição da chumaceira realize movimentos em qualquer direcção (isto é, seis graus de liberdade), a fim de assumir a forma de uma cunha convergente; permite que a própria guarnição possa mudar de forma (por exemplo, achatando-se), a fim

de melhorar o rendimento; permite o desenvolvimento de um sistema de membrana de amortecimento próprio para fazer melhorar a estabilidade; e permite que as chumaceiras possam compensar as deficiências de alinhamento da parte suportada ou veio e promover a equalização das cargas que se exercem sobre as várias guarnições de apoio da chumaceira no caso das chumaceiras de impulso. Todas estas características vão contribuir para a formação de uma óptima cunha hidrodinâmica.

Apesar de haver numerosas formas de disposição de furos, entalhes, cortes, ou rasgos, existem principalmente dois modos de deflexão: designadamente, um ou mais ligamentos ou membranas que deflectem na direcção geral de aplicação da carga à maneira de uma flexão, e em segundo lugar por meio de uma deflexão por torção numa viga ou membrana no sentido de se afastar da guarnição ao longo do eixo longitudinal do veio nas chumaceiras radiais. O grau de deflexão no caso do modo de flexão é, em parte, função da rigidez da estrutura de suporte na direcção radial. A própria guarnição pode ser feita de maneira a ir deflectir quando é submetida à acção de uma carga, de modo a assumir uma forma diferente graças à provisão de cortes ou golpes interiores por debaixo da guarnição ou à formação de cortes na parte inferior dos bordos da guarnição. Em qualquer dos casos, os cortes são feitos especificamente para darem origem a uma determinada forma quando a guarnição se submetida à acção de uma carga. Se certos ligamentos ou membranas forem envoltos ou suportados por um fluido lubrificante, pode ser adicionado ao projecto um elemento de amortecimento.

Semelhantes cortes são utilizados para chumaceiras radiais e para chumaceiras de impulso. A principal determinante são as deflexões desejadas para um rendimento óptimo. No entanto, uma vez que as chumaceiras radiais e de impulso desempenham



funções substancialmente diferentes, existem diferenças inerentes no rendimento desejado, exigindo diferentes deflexões desejadas. Por conseguinte, apesar da semelhança na forma geral de concepção entre as chumaceiras radiais e as chumaceiras de impulso características do presente invento, existem também significativas diferenças de natureza conceptual e plenamente evidentes diferenças de natureza estrutural.

A chumaceira característica do presente invento inclui uma guarnição que pode mudar de forma e deslocar-se em qualquer direcção (isto é, é suportada de maneira a dispor de seis graus de liberdade). A chumaceira também pode incorporar um sistema de amortecimento que faz parte integrante da própria chumaceira e a sua forma de construção deverá ser de preferência unitária, isto é, deverá ser construída sob a forma de uma única peça, a fim de poder ser fabricada em grandes quantidades duma maneira económica. As chumaceiras radiais características do presente invento também fica alojada no interior de um envoltório de dimensões relativamente reduzidas (isto é, o espaçamento entre o diâmetro exterior do invólucro e o diâmetro interior da guarnição).

De acordo com o presente invento, a necessidade de haver apertadas tolerâncias entre a guarnição da chumaceira e a parte do veio a ser suportada pode ser obviada dimensionando a chumaceira de maneira a eliminar o espaçamento entre a guarnição da chumaceira e a parte do veio a ser suportada, ao mesmo tempo que a estrutura de suporte é dimensionada de maneira a que a rigidez radial (no caso das chumaceiras radiais) ou a rigidez axial (no caso das chumaceiras de impulso) seja inferior à rigidez da correspondente película fluida do fluido de suporte. A totalidade da guarnição ou apenas uma parte desta poderá ser pré-solicitada de maneira a ter tendência a estabelecer contacto com o veio. Por exemplo, no caso de chumaceiras extremamente

flexíveis poderá ser desejável pré-solicitar com um esforço de torção a totalidade da guarnição da chumaceira de maneira a que esta tenha tendência a estabelecer contacto com o veio. Por outro lado, nalguns casos é vantajoso pré-solicitar com um esforço de torção apenas o bordo de fuga da guarnição da chumaceira de maneira a que este tenha tendência a estabelecer contacto com o veio, a fim de definir uma cunha hidrodinâmica. Deste modo as chumaceiras características do presente invento poderão ser concebidas de maneira a serem montadas à pressão, ou seja, com ajustamento forçado ou folga negativa, quando forem instaladas sobre o veio.

No caso de um modelo de realização, quando a chumaceira é montada à pressão sobre o veio, ou seja, com ajustamento forçado ou folga negativa, a estrutura de suporte da guarnição vai deflectir ligeiramente de maneira a assumir a forma de uma cunha convergente quando ficar na posição estática, já depois de ter sido instalada, com contacto entre a guarnição da chumaceira e o veio na zona do bordo de fuga. Nesse caso em que a chumaceira é concebida para proporcionar a formação de uma cunha estaticamente submetida a uma carga, quando o veio começar a rodar irá estabelecer-se instantaneamente um adequado espaçamento entre a guarnição e o veio em virtude da rigidez da película de fluido. Isto é devido ao facto da película de fluido penetrar na cunha e promover o desenvolvimento de pressão no seio do fluido, pressão essa que irá provocar a separação entre a guarnição e o veio. Especificamente, o fluido relativamente rígido irá obrigar a relativamente flexível estrutura de suporte a deflectir até que a rigidez da estrutura de suporte vá ficar igual à rigidez da película de fluido. A formação instantânea da película de fluido vai proteger a superfície da guarnição da chumaceira contra os estragos que ocorrem a baixas velocidades de arranque quando existe um contacto directo com o veio.

As chumaceiras de montagem à pressão, ou seja, com ajustamento forçado ou folga negativa, do tipo anteriormente referido, permitem muito maiores variações nas tolerâncias de fabrico por processos de trabalho mecânico. Por exemplo, podem ser projectadas relativamente grandes variações, como por exemplo variações de 0,076 mm (0,003 polegadas), no valor da folga (negativa) da montagem à pressão sem que isso vá produzir um significativo impacto sobre a cunha. Isto é particularmente crítico no caso das chumaceiras lubrificadas a gás em que chumaceiras com formas alternadas precisam de ser maquinadas de uma maneira extraordinariamente rigorosa a fim de poderem trabalhar de uma maneira adequada. O presente invento permite reduzir as exigências relativas ao grau de precisão (tolerâncias) com que deve ser realizado o trabalho mecânico de fabrico das chumaceiras.

Do mesmo modo, as chumaceiras de impulso características do presente invento também podem ser concebidas de maneira a proporcionar a formação de uma cunha estaticamente submetida à acção de uma carga. Especificamente, as chumaceiras de impulso características do presente invento podem ser concebidas de maneira a que as guarnições da chumaceira sejam solicitadas de modo a que o bordo circunferencial interior da guarnição da chumaceira tenha tendência a afastar-se do veio e a que o bordo de fuga tenha tendência a aproximar-se do veio. Graças a esta concepção, quando se acha na condição de submetida à acção de uma carga estática, a guarnição da chumaceira vai ficar inclinada em direcção ao veio segundo uma direcção radial (no sentido de dentro para fora a partir do eixo). Além disso, a guarnição da chumaceira vai ficar inclinada em direcção ao veio segundo uma direcção tangencial e no sentido do bordo de ataque para o bordo de fuga. Deste modo vai-se formar uma cunha estaticamente submetida à acção de uma carga, que é uma cunha que se aproxima da

cunha óptima, e quando o veio começa a rodar vai formar-se instantaneamente um espaçamento adequado entre as guarnições e os veios.

A relação entre a rigidez do fluido e a característica de uma mola também pode ser utilizada para proporcionar um conjunto combinado formado por uma chumaceira radial e por chumaceira de impulso. O conjunto pode incluir uma simples superfície de apoio cónica e contínua obrigada por meio de uma mola a estabelecer um contacto sob pressão com um anel do veio. A característica da mola é escolhida de maneira a que quando se acha submetida à acção de uma carga, a chumaceira se vá afastar da superfície do anel e o veio se vá apoiar numa película de fluido.

No caso das chumaceiras características do presente invento, o movimento da guarnição pode ser feito em direcção ao veio, a fim de fazer com que o veio se mantenha na sua posição e de conferir à guarnição a capacidade de se ajustar de maneira a compensar as deficiências de alinhamento e as faltas de uniformidade na distribuição da carga pelas várias guarnições. Evidentemente que o presente invento pode aplicar-se a qualquer forma de chumaceiras radiais, de impulso ou combinadas, radiais e de impulso, e pode ser de natureza unidireccional ou bidireccional, dependendo da configuração da chumaceira. Mais especificamente, se a estrutura de suporte da chumaceira for simétrica em relação à linha de centros circunferencial das guarnições da chumaceira, a chumaceira será bidireccional, isto é, será capaz de suportar um veio rotativo que pode rodar nos dois sentidos de maneira idêntica quer este rode num ou noutro sentido. No entanto, se a estrutura de suporte das guarnições da chumaceira não for simétrica em torno da linha de centros circunferencial das guarnições da chumaceira e se esta suportar um veio que pode rodar nos dois

sentidos, quando o veio rodar num primeiro sentido a chumaceira irá deflectir de maneira diferente daquela como irá deflectir quando o veio rodar no sentido oposto. Tanto no caso das chumaceiras radiais como das chumaceiras de impulso, o eixo principal é o eixo central da peça em bruto cilíndrica a partir da qual irá ser formada a chumaceira.

De acordo com outro importante aspecto das chumaceiras características do presente invento, as guarnições da chumaceira podem ser suportadas de maneira a irem deflectir de modo a promover a retenção do fluido hidrodinâmico, obviando deste modo o problema das perdas de fluido. Com respeito às chumaceiras radiais, ou apoios de moentes, a estrutura de suporte é concebida de maneira a que, quando se acha submetida à acção de uma carga, a guarnição da chumaceira vá deflectir de modo a formar uma bolsa de retenção de fluido. De uma maneira geral, consegue-se obter uma estrutura de suporte com essas características quando a parte de suporte principal é ligada à guarnição da chumaceira num local próximo dos bordos axiais da guarnição da chumaceira e a zona central da guarnição da chumaceira não é suportada de uma maneira directa, isto é, tem liberdade para se deflectir radialmente no sentido de dentro para fora. Com respeito às chumaceiras de impulso, a guarnição é suportada de maneira a inclinar-se em direcção ao diâmetro interior da chumaceira quando é submetida à acção de uma carga, a fim de impedir a ocorrência de perdas de fluido por efeito centrífugo. De uma maneira geral, isto é conseguido quando a superfície de suporte da guarnição através da qual a estrutura de suporte principal suporta a guarnição da chumaceira se acha localizada mais perto do diâmetro exterior da chumaceira do que do diâmetro interior da chumaceira. Quando a estrutura de suporte principal inclui duas ou mais vigas espaçadas radialmente, a totalidade da estrutura de suporte deve ser concebida de maneira a obrigar a promover a deflexão da guarnição

da chumaceira na zona da sua extremidade interior. Além disso, quando a guarnição da chumaceira é suportada por uma pluralidade de vigas espaçadas radialmente e a zona situada entre as vigas não é suportada de uma maneira directa, a guarnição terá tendência para se deflectir de maneira a formar um canal côncavo de retenção de fluido.

De acordo com o presente invento também é contemplado um certo número de métodos de fabrico das chumaceiras características do presente invento. A escolha de um determinado método de fabrico depende grandemente do volume da chumaceira que se pretende fabricar e dos materiais utilizados. Em aplicações de volume reduzido, ou quando se pretender produzir protótipos para ensaio e/ou produção de moldes ou elementos semelhantes, as chumaceiras são de preferência fabricadas a partir de peças metálicas em bruto de forma cilíndrica, tais como tubagens de parede espessa ou outros moentes, que foram maquinadas de maneira a ficarem dotadas de furos ou entalhes radiais e/ou de facejamento e nas quais foram formados cortes ou rasgos por meio de técnicas de fabrico por descargas eléctricas controladas de forma digital, de técnicas de corte por meio de raios laser controlados de forma digital, ou de corte por jacto de água controlado de forma digital. No caso de volumes intermédios, as chumaceiras características do presente invento são de preferência fabricadas utilizando um método de fundição pelo processo de "cera perdida" de acordo com o presente invento. No caso de aplicações de grande volume, as chumaceiras características do presente invento podem ser fabricadas utilizando uma grande variedade de materiais tais como plásticos, materiais cerâmicos, metais em pó e sem ser em pó, e materiais compósitos. No caso de aplicações de grande volume, pode ser economicamente utilizado um certo número de métodos de fabrico, incluindo a moldagem por injeção, a fundição, o vazamento de um metal em pó no interior de matrizes, e a

extrusão. As chumaceiras características do presente invento podem ser formadas de maneira a assumirem uma forma que seja facilmente moldável.

Em resumo, o presente invento diz respeito a chumaceiras hidrodinâmicas radiais, de impulso ou combinadas, radiais e de impulso que têm prestações significativamente melhores do que as chumaceiras já conhecidas e que podem ser fabricadas com uma fracção dos custos das chumaceiras concorrentes.

Breve Descrição dos Desenhos

Os pormenores do invento irão ser descritos em ligação com os desenhos anexos em que:

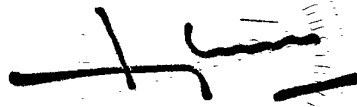
a Figura 1 é uma vista em corte de um apoio de moente, ou chumaceira radial, ilustrando um sector dessa mesma chumaceira que constitui um modelo de realização do invento;

a Figura 2 é uma vista esquemática de uma guarnição feita de acordo com o exemplo que se acha ilustrado na Figura 1;

a Figura 3 é uma vista de topo da guarnição da Figura 2 ilustrando a orientação da guarnição quando a estrutura de suporte se acha no estado de submetida à acção de uma carga;

a Figura 4 é uma vista em corte de um sector de um segundo exemplo de um apoio de moente, ou chumaceira radial, feito de acordo com o presente invento;

a Figura 5 é uma vista parcial de uma guarnição do apoio de moente, ou chumaceira radial, da Figura 4;



a Figura 5A é uma vista em perspectiva de uma parte de uma forma modificada da chumaceira da Figura 4;

a Figura 5B é uma vista em perspectiva de uma forma modificada da chumaceira da Figura 4;

a Figura 6 é uma vista lateral da chumaceira da Figura 4;

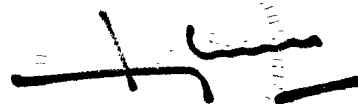
a Figura 7 é uma vista esquemática, a escala grandemente aumentada, da deflexão experimentada por uma viga estrutura de suporte por efeito de um esforço de torção;

a Figura 8 é uma vista em corte de um apoio de moente, ou chumaceira radial, ilustrando um exemplo de uma chumaceira que incorpora as características do presente invento que inclui duas vigas;

a Figura 9 é uma vista de topo da guarnição da Figura 1 ilustrando a deflexão local, grandemente exagerada, experimentada pela superfície da guarnição sem deflexão da estrutura de suporte;

a Figura 10 é uma vista de topo da guarnição da Figura 8 ilustrando a orientação da guarnição quando a estrutura de suporte se acha no estado de submetida à acção de uma carga;

a Figura 10A é uma vista de topo da guarnição da Figura 8 ilustrando a deflexão local, grandemente exagerada, experimentada pela superfície da guarnição;



as Figuras 11A e 11B são vistas em corte de um apoio de moente, ou chumaceira radial, de forma cilíndrica e em bruto, antes de ser maquinado;

as Figuras 12A e 12B são vistas em corte de um apoio de moente, ou chumaceira radial, em bruto já depois de ter sido maquinado;

as Figuras 13A e 13B são vistas em corte de um apoio de moente, ou chumaceira radial, em bruto depois de ter sido submetido a mais operações de maquinagem;

as Figuras 14A e 14B são vistas em corte de um apoio de moente, ou chumaceira radial, em bruto que foi maquinado de uma forma diferente;

as Figuras 14C e 14D são vistas em corte de uma chumaceira construída a partir do apoio de moente, ou chumaceira radial, em bruto, das Figuras 14A e 14B, que foi maquinado de uma forma diferente;

a Figura 15 é uma vista em planta de uma chumaceira de impulso que se acha equipada com guarnições de apoio montadas em elementos em forma de vigas;

a Figura 16 é uma vista em corte e em alçado lateral da chumaceira de impulso da Figura 15;

a Figura 17 é uma vista por debaixo da chumaceira de impulso da Figura 15;

a Figura 18 é uma vista em perspectiva de uma parte da chumaceira de impulso da Figura 15;

a Figura 19 é uma vista em planta de uma chumaceira de impulso característica da técnica anterior;

a Figura 20 é uma vista em corte da chumaceira de impulso característica da técnica anterior;

a Figura 20A é uma representação esquemática de um segmento da chumaceira de impulso das Figuras 19 e 20 característica da técnica anterior, mostrando a distribuição das pressões através da superfície de uma guarnição da chumaceira;

a Figura 21 é uma vista em planta de uma chumaceira de impulso de acordo com o presente invento que se acha dotada de suportes com duas pernas;

a Figura 22 é uma vista em corte e em alçado lateral da chumaceira de impulso da Figura 21;

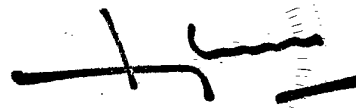
a Figura 23 é uma vista por debaixo da chumaceira da Figura 21;

a Figura 23A é uma vista por debaixo de uma versão modificada da chumaceira da Figura 21;

a Figura 24 é uma vista em perspectiva de um segmento da chumaceira da Figura 21;

a Figura 25 é uma vista em corte de outra chumaceira de acordo com o presente invento;

a Figura 26 é uma vista em corte de outra chumaceira de acordo com o presente invento;



a Figura 27 é uma vista em corte e em alçado lateral de outra forma de construção de uma chumaceira de acordo com o presente invento;

a Figura 28 é uma vista em corte e em planta da forma de construção de chumaceira da Figura 27;

a Figura 29 é uma vista em corte e em alçado lateral de outra forma de construção de uma chumaceira de acordo com o presente invento;

a Figura 29A é uma vista em corte de outra forma de construção de uma chumaceira de impulso de acordo com o presente invento;

a Figura 29B é uma vista em corte, tendo o corte sido feito segundo as linhas de corte indicadas na Figura 30B;

a Figura 30 é uma vista em corte e em planta da forma de construção de chumaceira da Figura 29;

a Figura 30A é uma vista em planta da chumaceira da Figura 29A;

a Figura 30B é uma vista por debaixo da chumaceira da Figura 29A;

a Figura 31 é uma vista em alçado lateral de outra forma de construção de um apoio de moente, ou chumaceira radial, de acordo com o presente invento;

a Figura 31A é uma vista em corte radial de uma parte da chumaceira que se acha ilustrada na Figura 31;



a Figura 32 é uma vista em alçado lateral de outra forma de construção de um apoio de moente, ou chumaceira radial, de acordo com o presente invento;

a Figura 32A é uma vista em corte radial da chumaceira da Figura 32;

a Figura 32B é uma vista em perspectiva da chumaceira da Figura 32;

a Figura 33 é uma vista em alçado lateral de outra forma de construção de um apoio de moente, ou chumaceira radial, de acordo com o presente invento;

a Figura 33A é um pormenor de uma parte da periferia exterior da chumaceira da Figura 33;

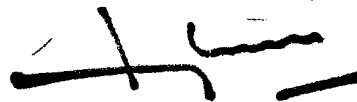
a Figura 33B é uma vista em corte da chumaceira da Figura 33;

a Figura 33C é outra vista em corte da chumaceira da Figura 33;

a Figura 34 é uma vista em alçado lateral de outro apoio de moente, ou chumaceira radial, de acordo com o presente invento;

a Figura 34A é um pormenor de uma parte da periferia exterior da chumaceira da Figura 34;

a Figura 34B é uma vista em corte da chumaceira da Figura 34;



a Figura 34C é outra vista em corte da chumaceira da Figura 34;

a Figura 34D é outra vista em corte da chumaceira da Figura 34;

a Figura 35 é uma vista em alçado lateral de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, de acordo com o presente invento;

a Figura 35A é uma vista em corte da chumaceira da Figura 35;

a Figura 35B é outra vista em corte da chumaceira da Figura 35;

a Figura 36 é uma vista em alçado lateral de outra chumaceira combinada, radial e de impulso, de acordo com o presente invento;

a Figura 37 é uma vista esquemática e em corte da chumaceira da Figura 36 ilustrando as forças que actuam sobre cada uma das guarnições da chumaceira;

a Figura 38A é uma vista em planta de uma chumaceira de impulso de acordo com o presente invento, que é facilmente moldável;

a Figura 38B é uma vista por debaixo da chumaceira da Figura 38A;

a Figura 38C é uma vista em corte, tendo o corte sido feito segundo as linhas de corte indicadas na Figura 38A;

a Figura 38D é uma vista por debaixo ilustrando modificações da chumaceira que se acha ilustrada nas Figuras 38A-C;

a Figura 39A é uma vista em planta de outra chumaceira de impulso de acordo com o presente invento, que é facilmente moldável;

a Figura 39B é uma vista por debaixo da chumaceira da Figura 39A;

a Figura 39C é uma vista parcial representando a estrutura de suporte para as guarnições de apoio da chumaceira das Figuras 39A e 39B;

a Figura 40 é uma vista em alçado lateral de uma chumaceira auto-lubrificada, de acordo com o presente invento;

a Figura 40A é uma vista em corte da chumaceira da Figura 40;

a Figura 41 é uma vista em alçado lateral de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, auto-lubrificada, de acordo com o presente invento;

a Figura 41A é uma vista em corte da chumaceira da Figura 41;

a Figura 42A é uma vista em perspectiva de uma guarnição de uma chumaceira de impulso, em forma de sector, com setas indicando as direcções segundo as quais são feitas as vistas em planta, em alçado lateral e de topo;

a Figura 42B é uma vista em perspectiva de uma guarnição de um apoio de moente, ou chumaceira radial, com setas indicando as direcções segundo as quais são feitas as vistas em planta, em alçado lateral e de topo;

a Figura 42C é uma vista em perspectiva de uma guarnição de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, com setas indicando as direcções segundo as quais são feitas as vistas em planta, em alçado lateral e de topo;

a Figura 42D é uma vista em perspectiva de uma guarnição de uma chumaceira de impulso, em forma circular;

a Figura 43A é uma vista em planta de uma guarnição de uma chumaceira de impulso, que se acha dotada de cortes arredondados em ambos os bordos;

a Figura 43B é uma vista em alçado lateral de uma guarnição de um apoio de moente, ou chumaceira radial, com cortes arredondados formados em ambos os bordos;

a Figura 43C é uma vista em planta da guarnição de um apoio de moente, ou chumaceira radial, da Figura 43B;

a Figura 43D é uma vista de topo de uma guarnição de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, que se acha dotada de cortes arredondados em ambos os bordos;

a Figura 43E é uma vista em planta da guarnição de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, da Figura 43D;



a Figura 44A é uma vista em alçado lateral de uma guarnição de uma chumaceira de impulso, cujos bordos são chanfrados;

a Figura 44B é uma vista em alçado lateral de uma guarnição de um apoio de moente, ou chumaceira radial, cujos bordos são chanfrados;

a Figura 44C é uma vista de topo de uma guarnição de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, cujos bordos são chanfrados;

a Figura 44D é uma vista em alçado lateral da guarnição de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, da Figura 44C;

a Figura 45A é uma vista de topo de uma guarnição de uma chumaceira de impulso, que se acha dotada de frisos nos seus bordos laterais;

a Figura 45B é uma vista em perspectiva de topo de uma guarnição de um apoio de moente, ou chumaceira radial, que se acha dotada de frisos nos seus bordos laterais axiais;

a Figura 45C é uma vista de topo de uma guarnição de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, que se acha dotada de frisos nos seus bordos laterais;

a Figura 46A é uma vista em alçado lateral da guarnição de uma chumaceira de impulso, no fundo da qual se acham formados uns entalhes próximo dos seus bordos laterais;

a Figura 46B é uma vista em alçado lateral da guarnição de um apoio de moente, ou chumaceira radial, no fundo da qual se acham formados uns entalhes próximo dos seus bordos laterais;

a Figura 46C é uma vista em alçado lateral da guarnição de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, no fundo da qual se acham formados uns entalhes próximo dos seus bordos laterais;

a Figura 47A é uma vista em planta de uma chumaceira de impulso em que cada uma das várias guarnições individuais é definida por meio de entalhes de definição de guarnições;

a Figura 47B é uma vista em corte da chumaceira de impulso da Figura 47A, tendo o corte sido feito segundo as linhas de corte indicadas na Figura 47A;

a Figura 47C é uma vista em alçado lateral de um apoio de moente, ou chumaceira radial, em que cada uma das várias guarnições individuais é definida por meio de entalhes de definição de guarnições;

a Figura 48A é uma vista em planta de uma guarnição de uma chumaceira de impulso, no fundo da qual se acha formada uma reentrância indicada a tracejado;

a Figura 48B é uma vista em alçado lateral da guarnição de uma chumaceira de impulso da Figura 48A;

a Figura 48C é uma vista em alçado lateral de uma guarnição de uma chumaceira radial, no fundo da qual se acha formada uma reentrância indicada a tracejado;

a Figura 49A é uma vista em planta de uma guarnição de uma chumaceira de impulso, no fundo da qual se acha formada uma reentrância na zona de cada um dos seus bordos, sendo ambas as reentrâncias indicadas a tracejado;

a Figura 49B é uma vista em alçado lateral da guarnição de uma chumaceira de impulso da Figura 49A, com as reentrâncias que se acham formadas no fundo da guarnição indicadas a tracejado;

a Figura 49C é uma vista em alçado lateral de uma guarnição de uma chumaceira radial, ou apoio de moente, no fundo da qual se acha formada uma reentrância num local próximo de cada um dos seus bordos, sendo ambas as reentrâncias indicadas a tracejado;

a Figura 50A é uma vista em planta de uma chumaceira de impulso ou de uma chumaceira combinada, radial e de impulso;

a Figura 50B é uma vista por debaixo da chumaceira de impulso ou da chumaceira combinada, radial e de impulso, da Figura 50A;

a Figura 50C é uma vista em corte, tendo o corte sido feito segundo as linhas de corte indicadas na Figura 50A;

a Figura 51A é uma vista em planta de uma guarnição de apoio para uma chumaceira radial;

a Figura 51B é uma vista em alçado lateral da guarnição de apoio da Figura 51A;

a Figura 51C é uma vista por debaixo da guarnição de apoio da Figura 51A;

a Figura 52A é uma vista por debaixo de uma chumaceira de impulso de acordo com o presente invento;

a Figura 52B é uma vista parcial e em corte da chumaceira de impulso da Figura 52A, tendo o corte sido feito segundo as linhas de corte indicadas na Figura 52A;

a Figura 52C é uma vista em planta da chumaceira de impulso da Figura 52A;

a Figura 53A é uma vista em alçado lateral e em corte parcial de um sistema de chumaceira combinada, radial e de impulso, contínua e auto-lubrificada, de acordo com o presente invento;

a Figura 53B é uma vista esquemática e em perspectiva que mostra a relação entre a chumaceira e o veio e o anel no caso do sistema de chumaceira combinada, radial e de impulso, da Figura 53A;

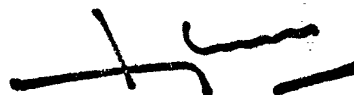
a Figura 53C é uma vista em alçado lateral e em corte parcial de outro sistema de chumaceira combinada, radial e de impulso, contínua e auto-lubrificada, de acordo com o presente invento; e

a Figura 53D é uma vista esquemática e em perspectiva que mostra a relação entre a chumaceira e o veio e o anel no caso do sistema de chumaceira combinada, radial e de impulso, da Figura 53C.

Descrição Pormenorizada dos Modelos de Realização Ilustrativos

A fim de que a descrição das chumaceiras características do presente invento seja feita duma maneira compreensível, será conveniente que as estruturas de apoio sejam descritas como sendo formadas a partir de uma peça em bruto, de forma cilíndrica, através da formação de entalhes, rasgos, furos e outras aberturas na referida peça em bruto, de forma cilíndrica. Conforme foi anteriormente referido, por vezes esta técnica é útil no fabrico de protótipos de chumaceiras. No entanto a referência à peça cilíndrica em bruto destina-se principalmente a ajudar a compreender o presente invento. Chama-se a atenção para o facto de que apesar de muitas das chumaceiras características do presente invento poderem ser fabricadas a partir de uma peça em bruto, de forma cilíndrica, não é necessário que qualquer uma delas seja fabricada dessa maneira. É claro que as chumaceiras podem ser fabricadas de muitas maneiras, algumas das quais serão aqui analisadas a seguir.

Fazendo em primeiro lugar referência à Figura 1, vemos que a estrutura que nela se acha ilustrada é um sector de um sistema de apoio de um moente, ou de chumaceira radial, no qual se acham formados entalhes e rasgos de modo a definir um invólucro (10) e uma pluralidade de guarnições de apoio (12) dispostas circunferencialmente, cada uma das quais é suportada por uma estrutura de suporte que inclui o invólucro, uma viga (14) e uma parte (16) em forma de cepo. A chumaceira não é simétrica em relação à linha de centros circunferencial (13a) da guarnições (Fig. 3). Por conseguinte, a chumaceira ilustrada é uma chumaceira radial unidireccional, isto é, é uma chumaceira própria para suportar radialmente um veio que roda apenas num único sentido. No caso do modelo de realização ilustrado, a chumaceira é própria para suportar o veio (5) apenas no caso deste rodar no sentido



contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio indicado pela seta. Por outro lado, se fosse simétrica em relação à linha de centros da guarnição a chumaceira seria capaz o veio (5) quer este rodasse no mesmo sentido ou em sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio, isto é, a chumaceira seria bidireccional.

Cada uma das guarnições de apoio (12) inclui um bordo de ataque (15) e um bordo de fuga (17). O bordo de ataque é definido como sendo o bordo que é alcançado em primeiro lugar por um determinado ponto da periferia do veio quando este está a rodar. Do mesmo modo, o bordo de fuga é definido como sendo o bordo que é alcançado circunferencialmente em último lugar pelo mesmo ponto do veio quando este está a rodar. Quando está a rodar no sentido correcto, o veio (5) vai deslocar-se através da guarnição de apoio da chumaceira apoiado sobre uma película de fluido, entrando pelo bordo de ataque e saindo pelo bordo de fuga. O rendimento óptimo é obtido quando a parte (16) em forma de cepo suporta a guarnição de apoio (12), e por conseguinte qualquer carga, num ponto (16a) (Figura 3) situado entre a linha de centros circunferencial (13a) da guarnição (12) e bordo de fuga (17), de preferência mais perto da linha de centros (13a). A viga (14) também deve articular em torno de um ponto (14a) localizado angularmente entre o bordo de ataque e o bordo de fuga de maneira que em consequência da deflexão da viga (14), o bordo de fuga (17) vá deflectir no sentido de fora para dentro. Evidentemente que o grau de deflexão depende, entre outras coisas, da forma da viga e do comprimento dos cortes ou rasgos formados na chumaceira.

Apesar de aqui ser feita referência especial às chumaceiras radiais ou às chumaceiras de impulso a fim de facilitar a compreensão do invento, alguns dos princípios de concepção dessas

chumaceiras são aplicados independentemente da forma específica da chumaceira que for concebida. Por exemplo, ambos os tipos de chumaceiras funcionam de acordo com o princípio de formação de uma cunha hidrodinâmica. Além disso, o eixo principal tanto das chumaceiras radiais como das chumaceiras de impulso é o eixo central da peça em bruto, de forma cilíndrica, a partir da qual é formada a chumaceira. A linha de centros da guarnição circunferencial é a linha que se estende radialmente e que passa pelo centro geométrico da guarnição e pelo eixo principal da chumaceira. Por conseguinte, se uma chumaceira de impulso ou uma chumaceira radial for simétrica em relação a este eixo das linhas de centros, isto é, ao eixo principal, a chumaceira será bidireccional.

Existem diferenças significativas entre as chumaceiras de impulso e as chumaceiras radiais, ou apoios de moentes. A diferença mais importante é, evidentemente, a parte do veio que é suportada, e por conseguinte a orientação e/ou a atitude dos suportes das guarnições de apoio da chumaceira. Por exemplo, enquanto que as chumaceiras radiais, ou apoios de moentes, suportam as partes circunferenciais dos veios, as chumaceiras de impulso suportam os ressaltos axiais ou as extremidades axiais dos veios. Existem outras diferenças que são consequência desta diferença fundamental. Por exemplo, no caso de uma chumaceira radial, ou apoio de moente, as guarnições situadas na direcção da carga são aquelas que vão suportar a carga; ao passo que no caso de uma chumaceira de impulso, a carga é normalmente repartida por todas as guarnições. Além disso, nas chumaceiras radiais, ou apoios de moentes, geralmente vai formar-se uma cunha devido às diferenças entre os diâmetros do veio e da chumaceira; pelo contrário, nas chumaceiras de impulso não se vai formar nenhuma cunha. Além disso, enquanto que as chumaceiras radiais, ou apoios de moentes, controlam tanto a estabilidade de rotação como a

carga, as chumaceiras de impulso apenas servem para suportar a carga. Também se chama a atenção para o facto de que a concepção das chumaceiras radiais, em especial das chumaceiras radiais hidrodinâmicas, é significativamente mais complicada do que a concepção das chumaceiras de impulso. Em parte isto é devido às limitações impostas pela necessidade de se limitar o envoltório radial das chumaceiras radiais. A fim de acomodar estas diferenças, a configuração das chumaceiras de impulso é naturalmente um tanto diferente da configuração das chumaceiras radiais. Apesar disso, como é evidente a partir desta descoberta, muitos dos princípios aqui analisados são aplicáveis tanto às chumaceiras de impulso como às chumaceiras radiais.

Fazendo agora referência às Figuras 2 e 3, pode-se ver que a guarnição (12) se acha dotada de uma face rigorosa (13) que corresponde essencialmente ao raio ou arco do diâmetro exterior do veio que a guarnição se destina a suportar (por intermédio da película de fluido) e que cada guarnição é definida por bordos que se estendem axialmente e por bordos que se estendem radialmente. Os bordos que se estendem axialmente são o bordo de ataque e o bordo de fuga. Na Figura 3 a viga é representada numa posição estática (linhas a cheio) e numa posição deflectida (linhas a tracejado). A construção básica da estrutura de suporte tal como se acha ilustrada na Figura 1, é criada pela utilização de pequenos rasgos ou cortes praticados através da parede. Estes rasgos ou cortes radiais têm tipicamente uma largura compreendida entre 0,051 e 3,175 mm (0,002 e 0,125 polegadas). Pode-se fazer variar o grau de deflexão fazendo variar, entre outras coisas, o comprimento dos cortes. Os cortes mais compridos proporcionam um momento com um braço mais comprido, o que vai dar origem a uma maior deflexão. Os cortes mais curtos dão origem a vigas com um menor grau de flexibilidade e uma maior capacidade para suportar cargas. Na escolha do comprimento do corte ou do rasgo deve-se

ter grande cuidado a fim de se evitar os fenômenos de ressonância.

Através da localização da extremidade da viga (14) da maneira que se acha representada, a deflexão da viga no sentido descendente em torno do ponto de ligação (16a) irá resultar num movimento no sentido de fora para dentro realizado por parte do bordo de fuga (17) da guarnição (12), num movimento no sentido de dentro para fora realizado por parte do bordo de ataque (15) e num ligeiro achatamento da guarnição (12), conforme se pode ver representado pelas linhas a tracejado da Figura 9. Em consequência desta deflexão, a folga entre a face (13) da guarnição e a superfície exterior do veio (5), através da qual se escoia o fluido, passa a assumir a forma de uma cunha a fim de dar origem ao já bem conhecido efeito de suporte hidrodinâmico. A relação ideal entre, por um lado, o espaçamento entre o bordo de fuga e o veio e, por outro lado, o espaçamento entre o bordo de ataque e o veio, deverá estar compreendida entre 1:2 e 1:5. Por outras palavras, o espaçamento entre o bordo de ataque e o veio deve ser entre 2 e 5 vezes maior do que o espaçamento entre o bordo de fuga e o veio. A fim de se obter este espaçamento ou relação de cunha ideal para qualquer aplicação específica, devem ser escolhidas as adequadas variáveis de deflexão incluindo o número, as dimensões, a localização, a forma e as características do material do elemento unitário. A análise por elementos finitos assistida por computador demonstrou ser o meio mais eficaz de optimização destas variáveis. A análise assistida por computador é particularmente útil no caso das chumaceiras tais como as do tipo anteriormente descrito que permite a realização de movimentos em todas as seis direcções (seis graus de liberdade).

A consideração mais importante no rendimento de uma chumaceira hidrodinâmica é a forma do espaço, tipicamente uma



cunha convergente, entre o veio rotativo a ser suportado e a superfície da guarnição de apoio da chumaceira. Uma vez que a forma da superfície do veio a ser suportado é basicamente invariável, depreende-se que a consideração mais importante no projecto de chumaceiras hidrodinâmicas é a forma que a superfície da guarnição assume quando se acha submetida à acção de uma carga. A forma que a superfície da guarnição assume quando se acha submetida à acção de uma carga depende principalmente de dois factores: a forma da própria guarnição e a construção e localização da estrutura de suporte da guarnição. Para efeito da presente descrição, será feita em primeiro lugar uma análise de várias formas de concepção da estrutura de suporte, procedendo-se em seguida à análise de várias formas de concepção da guarnição. Chama-se a atenção para o facto de que as várias estruturas de suporte aqui divulgadas podem ser utilizadas com qualquer uma das formas de guarnição aqui divulgadas e de que as formas de guarnição aqui divulgadas podem ser utilizadas com qualquer uma das estruturas de suporte aqui divulgadas.

Em relação às Figuras 4 e 5, vemos que nelas se acha representado um segundo exemplo ilustrativo de uma chumaceira que incorpora características do presente invento em que na chumaceira são formados rasgos ou cortes e entalhes para definir um invólucro (30) da chumaceira com uma guarnição de apoio (32) que se vai apoiar no invólucro por intermédio de uma estrutura de suporte que inclui uma viga que se acha dotada de um par de vigas parciais (34a, 34b) que se estendem a partir da guarnição substancialmente ao longo de uma única linha no sentido de se afastarem da guarnição. Além disso, na parte inferior da guarnição podem ser feitos uns cortes ou golpes de maneira a que esta vá ser suportada pelas vigas apenas sobre uma superfície (34ps) de suporte da guarnição. Em referência à Figura 5, pode-se ver que as vigas (34, 34a) se acham dotadas na sua extremidade com um

adequado cepo (36, 36a) que actua como um suporte de encastramento para a viga.

Como é evidente a partir da Figura 4, a vista em perspectiva da Figura 5 mostra apenas uma parte da guarnição (32). A guarnição encontra-se ilustrada na sua totalidade nas Figuras 5A e 5B que mostram possíveis modificações das chumaceiras ilustradas na Figura 4. Como é evidente a partir da observação das figuras, a superfície (34ps) de suporte da guarnição encontra-se localizada mais perto do bordo de fuga (37) do que do bordo de ataque (35). Graças a esta forma de construção, a torção da viga, de acordo com a maneira como esta se acha representada na Figura 7, irá ter lugar num ponto intermédio da viga e irá criar a deflexão por torção que se acha ilustrada na figura. Também neste caso a flexibilidade é principalmente promovida por meio de pequenos cortes ou rasgos feitos através da parede do invólucro da chumaceira. Estes cortes conferem seis graus de liberdade à guarnição da chumaceira (isto é, a guarnição pode deslocar-se com um movimento de translação nas direcções $+x$, $-x$, $+y$, $-y$, $+z$ e $-z$, assim como rodar em torno dos eixos X, Y e Z) e são concebidos para otimizar a formação da cunha hidrodinâmica. Se os cortes ou rasgos terminassem antes da ruptura destinada a formar as vigas parciais (34a) e (34b), a guarnição (32) iria ser suportada por uma membrana cilíndrica contínua (34m) tal como aquela que se acha representada na Figura 5A. A membrana funciona como um amortecedor fluido sobre o qual a guarnição (32) se vai apoiar. Os cortes deverão terminar no ponto (A) e no ponto (B) da Figura 4. A flexibilidade da membrana, em combinação com o lubrificante fluido, proporciona um sistema próprio para fazer variar a acção de amortecimento e para isolar a guarnição em relação ao invólucro. O amortecimento assume a forma de um amortecedor que apresenta elevadas características de amortecimento. Tal como no caso da chumaceira que se acha ilustrada nas

Figuras 1-3, a chumaceira que se acha ilustrada nas Figuras 4-7 não é simétrica em relação à sua linha de centros e por conseguinte é uma chumaceira unidireccional. Por conseguinte a chumaceira apresenta um bordo de ataque (35) que deflece no sentido de dentro para fora e um bordo de fuga (37) que deflece no sentido de fora para dentro, de maneira a formar uma cunha. Também neste caso a relação de cunha (relação entre o espaçamento entre o bordo de fuga e o veio e o espaçamento entre o bordo de ataque e o veio) deverá ser entre 1:2 e 1:5. Além disso, a localização do centro de acção da carga, que é principalmente determinada pela localização que a parte (34ps) de suporte da guarnição da viga (34) com respeito à guarnição, deverá, também neste caso, encontrar-se situado entre o centro circunferencial da face da guarnição e o bordo de fuga, de preferência mais perto do centro circunferencial da face da guarnição.

Conforme se acha representado na Figura 5B, a viga pode ser definida de uma maneira mais simples do que aquela como se acha representada na Figura 5 bastando apenas para esse efeito prolongar os cortes ou rasgos no sentido descendente a partir dos pontos A e B.

Em relação à Figura 8, vemos que nela se acha representado outro exemplo ilustrativo de uma chumaceira que incorpora características do presente invento. Neste exemplo é proporcionada a existência de rasgos ou entalhes interiores próprios para criar uma viga na estrutura de suporte da viga. Especificamente, na chumaceira são formados rasgos ou cortes próprios para definir uma guarnição (40) que é suportada por um invólucro por intermédio das vigas (42) e (44). A guarnição acha-se ligada às vigas através dos cepos (40a) e (40b). A fixação das vigas ao invólucro é feita através dos cepos (46) e (48). Também neste caso a chumaceira é constituída por finos cortes ou rasgos praticados

através da parede da chumaceira. O corte ou rasgo (60) feito por debaixo da superfície da guarnição introduz uma flexibilidade adicional, de maneira que quando se acha submetida à acção de uma carga, a guarnição vai mudar de forma de modo a determinar a formação de um aerofólio próprio para a introdução de lubrificante. Deste modo, em consequência do facto da viga se encontrar apoiada em duas outras vigas em dois pontos de apoio, a guarnição vai actuar como uma membrana semelhante a uma mola.

A Figura 10A mostra a forma deflectida que a guarnição (40) assume quando se acha submetida à acção de uma carga. Conforme se acha representado (de uma maneira exagerada) nas figuras, a guarnição pode ser formada e suportada de maneira a deflectir de modo a assumir a forma de um aerofólio quando se acha submetida à acção de uma carga. O aerofólio promove de uma maneira impressionante a melhoria do rendimento. Conforme se torna evidente a partir da observação das figuras, a guarnição é capaz de se deslocar nas direcções x, y e z, assim como de rodar em torno dos eixos X, Y e Z, isto é, a guarnição tem seis graus de liberdade. Também neste caso a estrutura permite obter uma óptima formação da cunha hidrodinâmica.

Com referência à Figura 9, vemos que nela se acha representada a inerente deflexão local que é experimentada pela guarnição de face (50) em que a guarnição vai achatar quando é submetida à acção de uma carga. Estas deflexões são combinadas com a deflexão da estrutura da suporte que se acha representada nas Figuras 3 e 10, mas são de menor amplitude. O resultado final é o da forma que se acha representada nas Figuras 3 e 10, mas em que a curvatura da face sofreu um achatamento diminuto.

Nas Figuras 31 e 31A encontra-se ilustrado outro exemplo de um apoio de moente, ou chumaceira radial, de acordo

com o presente invento. A forma de construção de chumaceiras que se acha ilustrada nas Figuras 31 e 31A difere das anteriormente descritas formas de construção de chumaceiras radiais pelo facto da chumaceira ser bidireccional, isto é, a chumaceira é capaz de suportar um veio que rode tanto no mesmo sentido como em sentido contrário ao do movimento dos ponteiros do relógio, de acordo com a maneira como o veio se acha representado na Figura 31. A chumaceira é bidireccional porque as guarnições são simétricas em relação à sua linha de centros, que é definida como a linha que se estende numa direcção radial passando pelo eixo principal (606) da chumaceira e pelo centro geométrico da guarnição. Tal como no caso dos anteriormente descritos apoios de moentes, ou chumaceiras radiais, a chumaceira das Figuras 31 e 31A é formada com uma pluralidade de finos rasgos radiais e circunferenciais próprios para definir uma pluralidade de guarnições de apoio (632) espaçadas circunferencialmente.

A estrutura de suporte de cada uma das guarnições (632) da chumaceira é um tanto semelhante à estrutura de suporte da guarnição da chumaceira radial que se acha ilustrada na Figura 8. Em particular, cada uma das guarnições (632) da chumaceira é suportada por uma estrutura de suporte constituída por elementos em forma de vigas em duas superfícies (632ps) de suporte da guarnição. A rede de vigas que se acham ligadas às guarnições da chumaceira em cada uma das superfícies (632ps) de suporte da guarnição é idêntica, dando origem à forma de construção simétrica da chumaceira que faz com que a chumaceira seja bidireccional. A fim de simplificar esta descrição, apenas irá ser descrita a rede de vigas que suportam a chumaceira numa superfície de suporte da guarnição, uma vez que a outra superfície de suporte da guarnição é suportada de uma maneira idêntica. Deste modo, conforme se acha representado na Figura 31, uma primeira viga (640), que se estende geralmente segundo uma direcção radial,

acha-se ligada à guarnição de apoio (632) na zona da superfície (632ps) de suporte da guarnição. Uma segunda viga (642), geralmente circunferencial, encontra-se ligada à extremidade radialmente mais exterior da viga (640). Uma terceira viga (644), geralmente radial, estende-se radialmente no sentido de fora para dentro a partir da viga (642). Uma quarta viga (646), geralmente circunferencial, estende-se a partir da parte radialmente mais interior da viga (644). Uma quinta viga (648), geralmente radial, estende-se radialmente no sentido de dentro para fora a partir de uma viga (644) até à parte da estrutura de suporte constitutiva do invólucro. Em resumo, cada uma das guarnições de apoio (632) e a chumaceira ilustrada na Figura 31 é suportada por dez vigas e pelo invólucro da chumaceira. Além disso, conforme irá ser analisado a seguir, através da formação de entalhes espaçados circunferencialmente que se estendem radialmente ou de entalhes circunferenciais que se estendem de uma maneira contínua na parte da estrutura de suporte constitutiva do invólucro, a parte da estrutura de suporte constitutiva do invólucro pode ser concebida para actuar como se fosse constituída por uma pluralidade de vigas ou de membranas. Também se chama a atenção para o facto de que, tal como acontecia no caso da chumaceira da Figura 8, o corte ou o rasgo formado por baixo da superfície da guarnição vai introduzir um grau de flexibilidade adicional, de maneira que quando se acha submetida à acção de uma carga a guarnição altera a sua forma de modo a determinar a formação de um aerofólio próprio para a introdução de lubrificante. Deste modo, em consequência do facto da viga se encontrar apoiada em duas outras vigas em dois pontos de apoio, a guarnição vai actuar como uma membrana semelhante a uma mola.

A Figura 31A é uma vista em corte radial da Figura 31 mostrando a terceira viga (644), a guarnição de apoio (632) e o invólucro.

Nas Figuras 32, 32A e 32B encontra-se ilustrada outra forma de construção de apoio de moente, ou chumaceira radial, de acordo com o presente invento. Esta forma de construção de chumaceiras difere das anteriormente referidas formas de construção de chumaceiras pelo facto das guarnições da chumaceira e da estrutura de suporte serem definidas por entalhes e aberturas de dimensões relativamente grandes formado(a)s numa peça em bruto, de forma cilíndrica. Normalmente este tipo de construção é mais frequentemente formado por fresagem da peça em bruto do que por maquinaria por descargas eléctricas ou qualquer outra técnica semelhante destinada à formação de pequenos entalhes como no caso dos anteriormente referidos modelos de realização. Uma vantagem da forma de construção de chumaceiras que se acha representada na Figura 32 consiste no facto de que nas aplicações em que seja necessário que as chumaceiras sejam de dimensões extremamente reduzidas será mais fácil formar de uma maneira rigorosa os cortes e aberturas de dimensões proporcionalmente maiores que são necessário(a)s para a obtenção de chumaceiras do tipo daquelas que se acham representadas nas Figuras 32, 32A e 32B em comparação com os cortes e aberturas de dimensões proporcionalmente menores que são necessário(a)s pela forma de construção, por exemplo, das Figuras 1 e 8. Além disso, os entalhes ou as aberturas de grandes dimensões são geralmente mais fáceis de moldar ou de extrudir. As chumaceiras formadas com cortes de maiores dimensões também são próprias para ser utilizadas em aplicações em que é necessário dispor de chumaceiras de dimensões extremamente grandes dotadas de rígidas estruturas de suporte das guarnições.

As guarnições de apoio que se acham representadas na Figura 32 encontram-se simetricamente dispostas em relação às respectivas linhas de centros (706A). Por conseguinte a chumaceira é bidireccional. Além disso, conforme melhor se acha

representado na vista em perspectiva da Figura 32B, a chumaceira apresenta uma secção transversal contínua, sem aberturas ocultas. Por conseguinte a chumaceira é fácil de extrudir e de moldar. Naturalmente que a estrutura de suporte pode ser alterada graças à provisão de descontinuidades na secção transversal, por exemplo, por meio da provisão de entalhes circunferenciais que se estendem radialmente ou de aberturas dispostas simetricamente que se estendem radialmente, a fim de alterar a estrutura de suporte e desse modo alterar as características de rendimento. O eixo principal da chumaceira é o eixo (706).

Conforme se acha representado na Figura 32, a chumaceira inclui uma pluralidade de guarnições de apoio (732) circunferencialmente espaçadas. Cada uma das guarnições de apoio (732) é suportada por uma estrutura de suporte que inclui um par de vigas (740) geralmente radiais que se acham ligadas à guarnição de apoio (732) na zona de uma superfície de suporte da guarnição. Uma segunda viga (742), que se estende segundo uma direcção geralmente circunferencial, vai suportar cada uma das vigas (740). As vigas (742) encontram-se ligadas ao invólucro ou aos cepos de suporte (744) de uma maneira encastrada. Nesta chumaceira, as vigas (740) podem ser consideradas como constitutivas de uma estrutura de suporte primária; as vigas (742) podem ser consideradas como constitutivas de uma estrutura de suporte secundária; e as vigas (744) podem ser consideradas como constitutivas de uma estrutura de suporte terciária.

As segundas vigas (742) que se acham representadas na Figura 32 são definidas pela formação de uma pluralidade de entalhes circunferenciais (750), que se estendem axialmente, no invólucro da estrutura de suporte. A fim de manter a simetria do apoio bidireccional, estes entalhes são circunferencialmente espaçados em relação às linhas de centros (706A) das guarnições,

de uma maneira idêntica à do espaçamento circunferencial das guarnições de apoio (732). Naturalmente que em qualquer uma das anteriormente referidas formas de construção de chumaceiras poderá ser proporcionada a existência de semelhantes entalhes radiais espaçados circunferencialmente. Por exemplo, conforme foi anteriormente referido, na periferia da forma de construção de chumaceiras que se acha ilustrada nas Figuras 31 e 31A poderão ser formados entalhes desse tipo, a fim de proporcionar um outro tipo de suporte constituído por elementos em forma de vigas.

A Figura 32A é uma vista em corte radial de uma parte da chumaceira que se acha ilustrada na Figura 32. Nesta vista em corte são visíveis uma guarnição (732) da chumaceira e uma primeira viga (740).

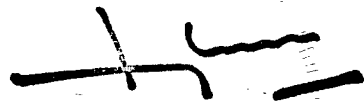
A Figura 32B é uma vista em perspectiva da chumaceira da Figura 32. Chama-se a atenção para o facto de que apesar das partes periférica, circunferencial e cilíndrica da chumaceira se encontrarem representadas de uma maneira um tanto segmentada a fim de destacar a curvatura, estas superfícies curvas têm de facto uma curvatura contínua.

Na Figura 33 encontra-se ilustrada uma forma de construção de apoios de moentes, ou de chumaceiras radiais, de acordo com o presente invento. Tal como acontecia no caso da chumaceira da Figura 32, a chumaceira da Figura 33 é formada por entalhes e furos de dimensões proporcionalmente grandes. Em particular, existe uma pluralidade de entalhes circunferenciais igualmente espaçados que se estendem radialmente e que vão definir uma pluralidade de guarnições de apoio (832) circunferencialmente espaçadas. As guarnições de apoio (832) são também definidas por um par de entalhes circunferenciais que se estendem radialmente e simetricamente a partir das superfícies planas da peça cilíndrica

em bruto, entalhes esses que se acham mais claramente representados nas Figuras 33B e 33C onde esses entalhes estão indicados através dos números de referência (834) e (835). A estrutura de suporte é definida pelas anteriormente referidas características estruturais e por uma pluralidade de furos (838) pouco profundos que se acham dispostos simetricamente e espaçados circunferencialmente e por uma pluralidade de furos (837) mais profundos que se acham também dispostos simetricamente e espaçados circunferencialmente. Devido à presença dos furos "ocultos" (837, 838), a forma de construção da chumaceira da Figura 33 é do tipo não extrudível e não moldável num molde simples formado por duas peças, isto é, trata-se de uma forma de construção que não é facilmente moldável.

Conforme se acha melhor representado na Figura 33A, os furos profundos (837) vão interceptar os entalhes axiais (836) de maneira a definir estruturas de suporte para cada uma das guarnições de apoio da chumaceira. A estrutura de suporte também é definida por um entalhe circunferencial (839) que se estende a partir da periferia exterior da peça em bruto, de forma cilíndrica.

Com referência às Figuras 33-33C, chama-se a atenção para o facto de que a provisão de elementos estruturais tais como aqueles que foram anteriormente analisados vai proporcionar para cada uma das guarnições de apoio (832) uma estrutura de suporte que inclui uma viga (840) que suporta directamente a guarnição, isto é, uma estrutura de suporte primária, duas vigas contínuas (882), isto é, uma estrutura de suporte terciária, e uma estrutura de suporte secundária compreendendo uma pluralidade de vigas que são definidas em parte pelos furos (837) e (838) e que vão promover a ligação entre a viga (840) e as vigas contínuas (882).



Devido ao facto da estrutura de suporte da chumaceira que se acha ilustrada nas Figuras 33-33C não ser simétrica em relação à linha de centros da guarnição que se estende a partir do eixo principal (806), a referida chumaceira é unidireccional. Além disso, tal como a chumaceira da Figura 32, esta chumaceira é particularmente bem adequada para ser utilizada em aplicações em que seja necessário que as chumaceiras sejam de dimensões extremamente reduzidas uma vez que os cortes e as aberturas de dimensões proporcionalmente maiores que definem esta chumaceira e a sua estrutura de suporte podem ser feitos mais facilmente.

Nas Figuras 34 e 34A-34D encontra-se ilustrada outra forma de construção de apoios de moentes, ou chumaceiras radiais, de acordo com o presente invento. A forma de construção da Figura 34 é semelhante à da Figura 33 na medida em que as guarnições da chumaceira e as suas estruturas de suporte são definidas por entalhes e furos de dimensões proporcionalmente grandes, conforme se acha representado nas figuras. A estrutura de suporte para as guarnições de apoio (932) desta chumaceira é idêntica à estrutura de suporte das guarnições de apoio (832). Em particular, enquanto que a estrutura de suporte de cada e qualquer uma das várias guarnições de apoio (932) é idêntica à estrutura de suporte de qualquer uma das restantes guarnições, essa mesma estrutura de suporte não é simétrica com respeito a cada uma das guarnições de apoio. Por conseguinte, a chumaceira que se acha ilustrada na Figura 34 é unidireccional. Além disso, devido ao facto da estrutura de suporte incluir aberturas "ocultas", a chumaceira não pode ser extrudida ou moldada num molde simples formado por duas peças.

Conforme se acha representado nos desenhos, a estrutura de suporte da chumaceira inclui uma estrutura de suporte primária compreendendo um par de elementos (940) semelhantes a vigas que

se acham ligados às guarnições de apoio (932) e que são definidos em parte por meio de aberturas (942) dispostas simetricamente. Um entalhe circunferencial pouco profundo que se acha formado na periferia exterior da chumaceira vai definir uma estrutura de suporte terciária compreendendo um par de elementos (982) semelhantes a vigas contínuas. Uma estrutura de suporte secundária compreendendo uma rede (960) de vigas e membranas próprias para promover a ligação entre as vigas (940) e as vigas contínuas (982) é definida pela provisão de uma pluralidade de grandes furos (944) dispostos simetricamente, pela provisão de furos (946) mais pequenos dispostos simetricamente e pela provisão de pequenos furos (948) dispostos de uma maneira não simétrica. Em virtude da provisão dos furos (948) dispostos de uma maneira não simétrica, a estrutura de suporte é mais flexível, e por conseguinte solicitada, na direcção desses mesmos furos.

Nas Figuras 15-18 encontra-se ilustrada uma chumaceira de impulso, hidrodinâmica e unitária, de acordo com o presente invento. Conforme foi anteriormente referido, as chumaceiras de impulso de acordo com o presente invento incorporam algumas das características das chumaceiras radiais de acordo com o presente invento. Por exemplo, tal como as chumaceiras radiais, as chumaceiras de impulso características do presente invento têm um eixo principal definido como sendo o eixo central da peça em bruto a partir da qual é formada a chumaceira. As guarnições da chumaceira também têm uma linha de centros circunferencial que se estende a partir do eixo principal e que passa pelo centro geométrico da guarnição. Quando é simétrica em relação à sua linha de centros circunferencial, a chumaceira de impulso é bidireccional; quando não é simétrica em relação à sua linha de centros circunferencial, a chumaceira de impulso é unidireccional. No entanto, devido à natureza das suas diferentes funções, as chumaceiras de impulso apresentam uma configuração ligeiramente diferente. Por exemplo,

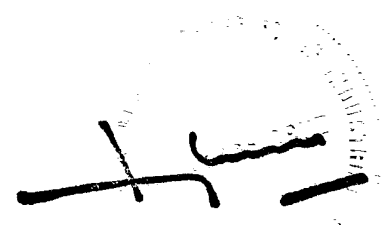
a chumaceira de impulso que se acha representada nas Figuras 15-18 inclui uma pluralidade de guarnições de apoio (132) de configuração substancialmente idêntica. Na Figura 18 acha-se indicada a linha divisória circunferencial (CDL) e a linha divisória radial (RDL) da guarnição de apoio (132) da chumaceira. As superfícies das guarnições de apoio (132) da chumaceira encontram-se situadas num plano que é essencialmente transversal ao eixo do veio a ser suportado e ao eixo principal da chumaceira. Evidentemente que no caso em que as superfícies das guarnições sofrem uma deflexão quando são submetidas à acção de uma carga, ou no caso de se desejar que a guarnição sofra uma ligeira torção de maneira a estabelecer contacto com o veio quando este se acha no estado de instalado ou no estado estático, a superfície das guarnições da chumaceira poderá ser um tanto não plana e um tanto torcida com respeito ao eixo principal ou eixo do veio a ser suportado.

Uma consideração particularmente importante no projecto das chumaceiras de impulso características do presente invento é a que diz respeito à prevenção de fugas de fluido. Este objectivo é em grande medida alcançado concebendo as estruturas de suporte de maneira a que quando a chumaceira se acha submetida à acção de uma carga, o bordo interior das guarnições da chumaceira vá deflectir no sentido descendente (de acordo com a maneira como esta se acha representada na Figura 16) e o bordo exterior vá deflectir no sentido ascendente. Todas as chumaceiras de impulso aqui descritas são concebidas desta maneira. Por exemplo, no caso da chumaceira que se acha representada na Figura 16, a viga (134) encontra-se ligada à guarnição (132) por uma superfície (134ps) de suporte da guarnição que se acha situada mais perto do bordo exterior da guarnição da chumaceira do que do bordo interior da guarnição da chumaceira. Deste modo, a superfície (134ps) de suporte da guarnição encontra-se localizada radialmente para fora

da linha divisória radial (RDL) que se acha representada na Figura 18. Por conseguinte, a chumaceira é concebida de maneira a que quando se acha submetida à acção de uma carga, o bordo interior das guarnições da chumaceira vá deflectir no sentido descendente.

Quando em funcionamento, a deflexão descendente do bordo interior das guarnições da chumaceira corresponde à deflexão no sentido de se afastar do veio que está a ser suportado e a deflexão ascendente do bordo exterior das guarnições da chumaceira corresponde à deflexão no sentido de se aproximar desse mesmo veio. A orientação que a guarnição assume depois de deflectida vai inibir significativamente as perdas de fluido que caso contrário iriam ter lugar em consequência da acção exercida pelas forças centrífugas sobre o fluido.

As perdas de fluido hidrodinâmico podem ser ainda mais reduzidas se a guarnição da chumaceira for apoiada de maneira a que quando se acha submetida à acção de uma carga, a guarnição da chumaceira se deforme de modo a determinar a formação de uma bolsa de retenção de lubrificante. De uma maneira geral, consegue-se obter um suporte desse tipo quando a guarnição da chumaceira é suportada por uma pluralidade de vigas espaçadas radialmente ou circunferencialmente e a zona situada entre as vigas não é directamente suportada, de maneira que a zona central não suportada da guarnição irá ter tendência a deformar-se no sentido de dentro para fora de modo a determinar a formação de um canal de retenção de fluido. Na Figura 29, que irá ser analisada a seguir, encontra-se ilustrado um exemplo de uma chumaceira que se acha equipada com as necessárias vigas espaçadas radialmente. Consegue-se obter uma bolsa com maiores dimensões quando as vigas se acham mais afastadas umas em relação às outras. De uma maneira semelhante, no caso das chumaceiras radiais poderá ser formado um

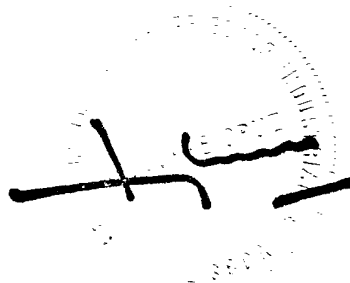


canal se for proporcionada a existência de suportes em forma de vigas espaçadas axialmente ou circunferencialmente e de uma zona não apoiada situada entre as vigas.

Conforme se acha melhor representado nas Figuras 15 e 16, cada uma das guarnições da chumaceira apresenta um bordo chanfrado (132b) em torno de toda a sua periferia. O objectivo do chanfro consiste em reduzir as perdas de lubrificante à entrada e à saída.

Cada uma das guarnições de apoio (132) da chumaceira é suportada por uma parte de suporte primária, que no caso do modelo de realização ilustrada compreende um elemento de suporte (134) semelhante a uma viga que suporta a guarnição numa superfície (134ps) de suporte da guarnição da chumaceira. Cada uma das vigas (134) vai ser por sua vez suportada por uma parte de suporte secundária constituída por exemplo por uma viga ou uma membrana (136) suportada por elementos em forma de vigas. A viga ou membrana (136) vai ser por sua vez suportada por um elemento de suporte terciário (134), como por exemplo um par de pernas (138a, 138b) semelhantes a vigas.

Graças à provisão de furos ou aberturas (142) praticados na parte (136) constituída por uma viga ou por uma membrana, a membrana contínua (136) transforma-se num conjunto de vigas (136). Naturalmente que se na membrana (136) não for proporcionada a existência de furos ou aberturas (142), a membrana irá funcionar como uma membrana contínua. Em alternativa, a perna interior (138a) semelhante a uma viga poderá ser substituída por curtas vigas semelhantes a cepos ou mesmo eliminada, de modo a definir um suporte terciário tal que seja capaz de fazer com que o suporte secundário vá ser suportado de uma maneira encastrada. Finalmente, devido ao facto dos furos e aberturas se encontrarem



simetricamente disposto(a)s com respeito ao eixo principal, a chumaceira é simétrica em relação ao eixo principal e por conseguinte é bidireccional.

Conforme se acha representado nas Figuras 15, 17 e 18, os furos ou aberturas (142) que dividem a membrana contínua em vigas separadas são de forma redonda. A utilização de aberturas redondas vai facilitar o fabrico do protótipo da chumaceira porque as aberturas circulares podem ser facilmente abertas no seio do material da chumaceira por meio de um engenho de furar. Isto é verdadeiro para todas as chumaceiras aqui descritas. Uma vez que é proporcionada a existência desse tipo de aberturas circulares, também pode ser conveniente prolongar essas aberturas para além do elemento (136) em forma de viga ou de membrana e até à parte inferior das guarnições de apoio (132), de maneira a definir os elementos (134) em forma de vigas. Este é o motivo porque na Figura 15 a secção transversal da superfície (134ps) de suporte da guarnição e por conseguinte as paredes laterais da viga (134) têm um aspecto exacto.

Apesar da forma dos elementos em forma de vigas poder ser ditada por conveniências de fabrico, a forma também vai afectar o rendimento das chumaceiras. Deste modo, apesar da forma específica das chumaceiras aqui descritas, incluindo a da chumaceira de impulso que se acha representada nas Figuras 15-18, poder ser principalmente atribuída à facilidade de fabrico de um protótipo, também se descobriu que produzia excelentes resultados para aplicações específicas. Quaisquer alterações introduzidas na forma irão, evidentemente, influenciar as características de rendimento da chumaceira devido ao facto de, por exemplo, provocarem alterações nas características de torção das vigas que suportam a guarnição da chumaceira. Deste modo, apesar de serem certamente contempladas outras formas de vigas, guarnições e

membranas, deverá ter-se em consideração tanto a facilidade de fabrico como o efeito que a forma das vigas, das guarnições ou das membranas têm sobre o rendimento das chumaceiras.

Nas Figuras 21-30 e 38-39 encontram-se representados exemplos de outras formas de chumaceiras de impulso. A diferença entre estas chumaceiras e a forma de construção de chumaceiras que se acha representada nas Figuras 15-18 reside principalmente na diferença da forma de construção da parte de suporte primária, da parte de suporte secundária e da parte de suporte terciária.

Nas Figuras 21-24 encontra-se ilustrada uma dessas outras formas que podem ser apresentadas pelas chumaceiras. Na Figura 21 encontra-se representada uma vista em planta da chumaceira; na Figura 22 encontra-se representada uma vista em corte da chumaceira; na Figura 23 encontra-se representada uma vista por debaixo da chumaceira; e na Figura 24 encontra-se representada uma vista em perspectiva da chumaceira. A chumaceira que se acha representada nas Figuras 21-24 é semelhante à chumaceira das Figuras 15-18 com duas importantes excepções. Em primeiro lugar, a chumaceira das Figuras 21-24 inclui uma viga de suporte (134A) inclinada em vez de uma viga de suporte vertical como na Figura 15. Em segundo lugar, a chumaceira inclui uns furos adicionais (144) que se estendem através da viga de suporte (136) de maneira a formar uma abertura cilíndrica que passa através da viga inclinada (134A) a fim de formar umas aberturas elípticas na viga de suporte. As aberturas elípticas vão dividir a viga num par de ligamentos complexos cuja forma pode ser apreciada com referência à vista em perspectiva da Figura 24. A provisão das aberturas (144) e a consequente divisão das vigas inclinadas (134A) em ligamentos complexos vai fazer aumentar de uma maneira significativa a flexibilidade da estrutura de suporte da chumaceira que se acha representada nas Figuras 21-24, em comparação com as

chumaceiras que se encontram representadas nas Figuras 15-18. Deste modo, as guarnições (132) da chumaceira das Figuras 21-24 vão deflectir de maneira a formarem uma cunha hidrodinâmica em resposta a cargas mais ligeiras do que aquelas que vão provocar o mesmo tipo de resposta por parte das guarnições (132) da chumaceira que se encontra representada nas Figuras 15-18. Daqui resulta que a chumaceira que se acha representada nas Figuras 21-24 é mais adequada para suportar cargas leves e que a chumaceira que se acha representada nas Figuras 15-18 é mais adequada para suportar cargas mais pesadas. Além disso, a provisão de vigas de suporte inclinadas, como por exemplo a viga (134A), com ou sem aberturas para dividir a viga em ligamentos complexos, vai fazer aumentar a flexibilidade da guarnição na direcção vertical, uma vez que uma carga aplicada segundo uma direcção vertical vai criar um momento que vai fazer com que a viga tenha tendência a deflectir em direcção ao centro ou diâmetro interior da chumaceira, e por conseguinte eliminar as perdas de fluido lubrificante provocadas por efeito das forças centrífugas.

Na Figura 23A encontra-se representada uma vista por debaixo de uma chumaceira do tipo daquela que se acha representada nas Figuras 21-24, mas em que na membrana ou viga de suporte (136) se acham formados uns furos adicionais (146) próprios para fazer aumentar ainda mais a flexibilidade da viga ou membrana de suporte (136). Conforme se acha ilustrado na Figura 23A, os furos (146) são formados de uma maneira não simétrica com respeito a cada um dos segmentos da chumaceira. A provisão destes furos distribuídos dessa maneira não simétrica vai dar origem a uma chumaceira em que as guarnições têm tendência a deflectir mais facilmente numa direcção do que noutra direcção. Por outras palavras, as guarnições da chumaceira são solicitadas numa direcção graças à provisão de aberturas não simétricas praticadas

na estrutura de suporte. Naturalmente que essas aberturas dispostas dessa maneira não simétrica poderão ser proporcionadas em qualquer uma das formas de construção de chumaceiras características do presente invento em relação à qual se desejar fazer com que as guarnições sejam solicitadas numa direcção. Poderá inclusivamente ser desejável promover a formação dessas aberturas ou furos disposta(o)s de uma maneira não simétrica de maneira a que apenas algumas das guarnições da chumaceira, isto é, apenas aquelas que forem seleccionadas para esse efeito, sejam solicitadas.

A Figura 25 é uma vista em corte de outra chumaceira de acordo com o presente invento. De acordo com esta forma de construção, a guarnição (132) da chumaceira é suportada por um cepo (134s) de suporte da guarnição que por sua vez é suportada por uma parte (134h) em forma de viga orientada horizontalmente que por sua vez é suportada por uma parte (134i) em forma de viga inclinada de maneira inversa. No que diz respeito a outros aspectos, a construção é semelhante à das chumaceiras anteriormente referidas. Em virtude deste tipo de construção, a chumaceira tem um grande grau de flexibilidade numa direcção, mas é extremamente rígida na direcção oposta.

Na Figura 26 encontra-se ilustrada uma forma de construção semelhante. A diferença entre a chumaceira que se acha ilustrada na Figura 26 e a chumaceira que se acha ilustrada na Figura 25 consiste no facto de que a chumaceira que se acha ilustrada na Figura 26 utiliza uma parte (134v) em forma de viga vertical em vez de uma parte (134i) em forma de viga inclinada de maneira inversa. As chumaceiras são semelhantes sob todos os outros aspectos. A ausência de uma viga inclinada na chumaceira da Figura 26 tende a conferir à chumaceira uma maior rigidez na direcção vertical.

Nas Figuras 27-28 acha-se ilustrado outro modelo de realização da forma de construção de chumaceiras de acordo com o presente invento.

Conforme se acha representado nos desenhos, esta chumaceira inclui uma pluralidade de guarnições de apoio (321-326) (representadas a tracejado na Figura 28). Cada uma das guarnições de apoio (321-326) da chumaceira vai apoiar-se numa superfície (342) de suporte de guarnições de uma estrutura de suporte da chumaceira. A estrutura de suporte da chumaceira inclui uma parte de suporte primária constituída por um par de troncos de cone encaixados um no outro e apoiados numa parte de suporte secundária que inclui uma membrana periférica dividida (360) que se vai apoiar numa parte de suporte terciária que inclui um par de vigas periféricas (380) e (382). As vigas periféricas (380) e (382) são semelhantes às das formas de construção previamente descritas. A membrana (360) difere das membranas utilizadas nas formas de construção previamente descritas na medida em que a membrana (360) é dividida radialmente pelo entalhe formado no fundo da estrutura de suporte da chumaceira que forma os troncos de cone encaixados um no outro. O tronco de cone interior é invertido com respeito ao tronco de cone exterior, de maneira que as linhas de centros médias dos troncos de cone vão-se interceptar num ponto (350) situado acima da superfície (342) de suporte da guarnição e apresentam uma secção transversal que parece semelhante à de um V invertido. Uma vez que as linhas de centros dos troncos de cone se vão interceptar no ponto (350) situado acima da superfície da guarnição, a estrutura de suporte primária suporta a guarnição da chumaceira de maneira a que esta se possa deslocar de uma maneira articulada em torno de um ponto situado acima da superfície da guarnição. Isto assegura uma adequada deflexão.

As vigas (346) e (344) que suportam a guarnição da chumaceira podem ser inclinadas uma em direcção à outra com o mesmo ângulo de inclinação, inclinadas uma em direcção à outra com ângulos de inclinação diferentes, uma ser inclinada e a outra não, e inclinadas na mesma direcção. Evidentemente que as variações no ângulo de inclinação das vigas na estrutura de suporte primária vão ter impacto nas características de deflexão da chumaceira.

Uma pluralidade de furos ou aberturas (420) dispostas simetricamente em torno da estrutura de suporte da chumaceira vai dividir a estrutura em forma de V invertido ou de troncos de cone encaixados um no outro numa pluralidade de vigas de suporte (344, 346) e dividir o vértice dos troncos de cone encaixados um no outro de maneira a definir as superfícies (342) de suporte das guarnições. Deste modo, por exemplo, a guarnição de apoio (321) vai apoiar-se numa superfície (342) de suporte da guarnição por meio de um par de complexas vigas de suporte (344) e (346) que são inclinadas uma em direcção à outra e apresentam uma complexa configuração geométrica definida pelas aberturas cilíndricas que passam através da secção em forma de troncos de cone encaixados um no outro. Conforme se acha melhor representado na Figura 27, as linhas de centros das vigas (344) e (346) vão-se interceptar num ponto (350) situado acima da superfície da guarnição, a fim de assegurar um adequado suporte articulado. Cada uma das vigas individuais (344) e (346) vai apoiar-se numa membrana periférica (360) que é dividida pelo entalhe que define os troncos de cone. A membrana é suportada pelas vigas periféricas (380, 382). Naturalmente que, conforme foi anteriormente referido, as vigas periféricas (380, 382) e a membrana periférica (360) podem ser divididas circunferencialmente de maneira a definir suportes individuais em forma de vigas para as guarnições.

É possível introduzir numerosas modificações na estrutura de suporte da chumaceira. Por exemplo, a deflexão da estrutura de suporte pode ser modificada através da alteração do ângulo das vigas, da alteração da localização dos furos ou aberturas que definem as pernas, da variação do comprimento de cada uma das vigas ou membranas, e da alteração da largura ou espessura de qualquer uma das vigas ou membranas. A fim de ilustrar um determinado número dessas possibilidades, nas Figuras 27 e 28 encontra-se apresentada uma diferente estrutura de suporte para cada uma das guarnições de apoio (321-326) da chumaceira. Chama-se a atenção para o facto de que essas várias estruturas de suporte se encontram representadas numa única chumaceira para efeito de ilustração do presente invento. Em utilização normal, cada e qualquer uma das guarnições de apoio (321-326) deverá ter uma estrutura de suporte semelhante, apesar de não necessariamente idêntica, à estrutura de suporte de qualquer uma das restantes guarnições a fim de assegurar um rendimento uniforme.

A estrutura de suporte para a guarnição de apoio (322) difere da estrutura de suporte para a guarnição de apoio (321) em virtude da provisão de um furo ou abertura (422) que se estende através da viga (346) de maneira a dividir a viga (346) numa pluralidade de vigas ou sub-vigas (346a) e (346b). Se, tal como no caso da abertura (422), o diâmetro e o posicionamento da abertura forem de molde a fazer com que a viga vá ficar completamente separada, a viga irá ficar dividida em vigas separadas. Por outro lado, se a abertura separar apenas parcialmente a viga (como é, por exemplo, o caso da abertura (423)), a viga irá ficar dividida em sub-vigas. Conforme se acha representado na Figura 27, a abertura (422) forma na face da viga (346) uma abertura elíptica através da qual se pode ver a viga (344) que se acha colocada numa posição radialmente exterior em relação



à viga (346). Em virtude desta forma de construção, a guarnição (322) é suportada por três ligamentos ou vigas inclinadas (344), (346a) e (346b).

A guarnição de apoio (223) é suportada por quatro vigas ou ligamentos inclinados (344a), (344b), (346a) e (346b). Esta estrutura é obtida por meio da provisão de um furo ou abertura (423) que se estende simultaneamente através da viga (344) e da viga (346) e que divide a superfície (342) de suporte da guarnição em duas secções.

Chama-se a atenção para o facto de que, com respeito a todas as modificações que aqui foram referidas, as dimensões das aberturas devem ser escolhidas com base no grau em que as vigas (344) e (346) deverão ser divididas em vigas separadas. Nalguns casos poderá ser desejável separar completamente entre si as várias secções em que as vigas são separadas, devendo então nesse caso ser utilizadas aberturas de maiores dimensões. Noutros casos, como por exemplo aquele que se acha ilustrado em correspondência com o suporte da guarnição de apoio (323), será desejável subdividir a viga num ponto situado ao longo da parede lateral da viga. Também se chama a atenção para o facto de que apesar de nos desenhos apenas se achar representada a provisão de uma abertura que se acha praticada na estrutura de suporte das guarnições de apoio da chumaceira e que é própria para dividir as vigas (344) e (346), também será possível fazer duas ou mais aberturas, semelhantes às aberturas (422-426) que se acham representadas na Figura 28, a fim de dividir as vigas (344) e (346) em três ou mais vigas ou sub-vigas. Como sempre, a determinação do tipo de suporte a ser utilizado depende das características de rendimento que se pretende obter através desse processo. De uma maneira geral, a divisão das vigas em vigas ou sub-vigas separadas faz com que a estrutura de suporte se torne mais

flexível. Fazendo com que a estrutura de suporte se torne mais flexível numa direcção, como é o caso da estrutura de suporte para as guarnições de apoio (322), (324) e (326), as guarnições da chumaceira irão ser solicitadas numa predeterminada direcção.

A estrutura de suporte para a guarnição (324) é semelhante à estrutura de suporte para a guarnição (322), com excepção de que a abertura (424) se estende através da viga de suporte exterior (344) em vez de se estender através da viga de suporte interior (346). Deste modo, tal como acontece no caso da guarnição (322), a guarnição (324) é suportada por três pernas inclinadas.

A estrutura de suporte para a guarnição (325) é semelhante à estrutura de suporte para a guarnição (321), com excepção de que através da viga periférica exterior (380) e da membrana periférica (360) vai ser praticada uma abertura (425) numa posição não simétrica. Deste modo, a guarnição de apoio (325) da chumaceira vai ser solicitada numa predeterminada direcção, isto é, na direcção de maior flexibilidade provocada pela provisão da abertura (425).

A estrutura de suporte para a guarnição (326) é semelhante à estrutura de suporte para a guarnição (322), com excepção de que a abertura (426) que divide a viga (346) se acha formada numa posição não simétrica, a fim de solicitar a guarnição (326) na direcção de maior flexibilidade, isto é, na direcção da viga mais pequena e mais flexível.

Naturalmente que para se conseguir obter as desejadas características de rendimento poderá ser utilizada qualquer combinação das estruturas de suporte que se acham ilustradas nas Figuras 27 e 28.

Nas Figuras 29-30 encontra-se ilustrado outro modelo de realização da chumaceira característica do presente invento. Conforme se acha representado nos desenhos, esta chumaceira inclui uma pluralidade de guarnições de apoio (521-526) (localização representada a tracejado na Figura 30). Cada uma das guarnições (521-526) da chumaceira é solidária com, e acha-se apoiada em, uma estrutura de suporte das guarnições de apoio da chumaceira. De uma maneira geral, a estrutura de suporte das guarnições de apoio da chumaceira inclui pelo menos uma estrutura de suporte primária incluindo uma viga de suporte (546) circunferencial interior e uma viga de suporte (544) circunferencial exterior; uma parte de suporte secundária incluindo uma membrana periférica interior (362) e uma membrana periférica exterior (364); e uma parte de suporte terciária incluindo uma viga de suporte periférica interior (382) e uma viga de suporte periférica exterior (380). Conforme se acha melhor representado na Figura 29, as vigas de suporte circunferenciais (544, 546) são definidas em parte por um canal circunferencial profundo que se estende desde o fundo da chumaceira até às guarnições da chumaceira. As vigas de suporte são definidas também por uma pluralidade de furos ou aberturas (620) dispostas simetricamente em torno da estrutura de suporte das guarnições da chumaceira que separa as vigas (544, 546) das vigas adjacentes. Deste modo, por exemplo, a guarnição de apoio (521) encontra-se apoiada num par de vigas (544) e (546) cujas paredes laterais são de uma maneira geral rígoras. Conforme foi anteriormente referido, a estrutura de suporte das guarnições constituída por elementos em forma de vigas também inclui membranas (364, 362) e vigas periféricas (380, 382).

É possível introduzir numerosas modificações na estrutura de suporte da chumaceira. A fim de ilustrar um determinado número dessas possibilidades, nas Figuras 29 e 30 encontra-se

encontra-se apresentada uma diferente estrutura de suporte para cada uma das guarnições (521-526) da chumaceira. Tal como no caso do anteriormente descrito modelo de realização das Figuras 27-28, essas várias estruturas de suporte encontram-se representadas numa única chumaceira apenas para efeito de ilustração do presente invento. Em utilização normal, cada e qualquer uma das guarnições (521-526) da chumaceira deverá ter uma estrutura de suporte semelhante, apesar de não necessariamente idêntica, à estrutura de suporte de qualquer uma das restantes guarnições a fim de assegurar um rendimento uniforme.

A estrutura de suporte para a guarnição (522) difere da estrutura de suporte para a guarnição (521) por causa da provisão de um furo ou abertura (622) que se estende através da viga circunferencial interior (546) de maneira a dividir a viga (546) numa pluralidade de vigas (546a) e (546b). Graças a esta forma de construção, a guarnição (522) é suportada por três ligamentos ou vigas verticais (544), (546a) e (546b).

A guarnição (523) da chumaceira é suportada por quatro vigas ou ligamentos verticais (544a), (544b), (546a) e (546b). Esta estrutura é obtida proporcionando um furo ou abertura (623) que se estende simultaneamente através da viga (544) e da viga (546). As vigas mais finas que resultam desta modificação terão naturalmente uma flexibilidade maior do que a estrutura de suporte para as guarnições de apoio (522) e (521) da chumaceira.

A guarnição (524) da chumaceira é suportada por cinco vigas ou ligamentos verticais relativamente finos. Esta estrutura é obtida proporcionando um furo ou abertura (624) que vai dividir a viga interior (546) em duas vigas e proporcionando dois furos (624) que vão dividir a viga exterior (544) em três vigas.

A estrutura de suporte para a guarnição (525) da chumaceira é semelhante à estrutura de suporte para a guarnição (522) da chumaceira, com excepção de que uma abertura adicional (635) vai dividir de uma maneira não simétrica a viga exterior (544) em duas vigas. Em virtude da divisão não simétrica da viga exterior (544), a guarnição de apoio da chumaceira vai ser solicitada na direcção de maior flexibilidade.

A estrutura de suporte para a guarnição (526) da chumaceira é semelhante à estrutura de suporte para a guarnição (522) da chumaceira, com excepção de que é a viga exterior (544) que se acha dividida e não a viga interior (546). Além disso, a abertura (626) é um pouco maior do que a abertura (622), de maneira que na periferia exterior da viga interior (546) vai ser formado um entalhe, a fim de fazer com que a viga interior (546) se torne um pouco mais flexível.

Naturalmente que para se conseguir obter as desejadas características de rendimento poderá ser utilizada qualquer combinação das estruturas de suporte ilustradas nas Figuras 29 e 30.

Nas Figuras 29A, 29B, 30A e 30B encontra-se ilustrada de uma maneira pormenorizada uma chumaceira de impulso em que a estrutura de suporte de cada uma das guarnições (521A) da chumaceira é muito semelhante àquela que é utilizada para suportar a guarnição (521) da chumaceira no caso das Figuras 29 e 30. No entanto, a forma de construção da chumaceira é diferente visto que as vigas (544A) e (546A) são circunferencialmente mais estreitas e verticalmente mais curtas do que as respectivas partes correspondentes no caso da chumaceira que se acha ilustrada nas Figuras 29 e 30. Naturalmente que vigas mais curtas são mais rígidas do que vigas comparativamente mais longas, e vigas

mais estreitas são menos rígidas do que vigas comparativamente mais largas. Além disso, a viga (544A) é radialmente mais estreita do que a viga (546A), ao passo que no caso da chumaceira que se acha ilustrada nas Figuras 29 e 30 as vigas (544) e (546) têm larguras iguais. A diferença na espessura radial é compensada devido ao facto da abertura de maiores dimensões (620), que define a dimensão circunferencial das vigas (544A) e (546A), ser disposta de maneira a que a viga (544A) seja significativamente mais larga do que a viga (546A) na direcção circunferencial. Finalmente, chama-se a atenção para o facto de que as aberturas (620) são significativamente maiores do que as correspondentes aberturas (620) no caso da forma de construção da chumaceira das Figuras 29 e 30. Naturalmente que as aberturas de maiores dimensões fazem aumentar a flexibilidade da estrutura de suporte assim definida.

Nas Figuras 35-37 encontra-se ilustrada uma chumaceira hidrodinâmica combinada, radial e de impulso, de acordo com o presente invento. A chumaceira que se acha ilustrada na Figura 35 é praticamente semelhante à chumaceira que se acha ilustrada na Figura 34 e serão utilizados números de referência semelhantes para designar estruturas semelhantes. Do mesmo modo, de acordo da maneira como se acha representada na vista em corte da Figura 37, a chumaceira das Figuras 36-37 é um tanto semelhante às chumaceiras às chumaceiras radiais que se acham ilustradas nas Figuras 4 e 14D, com excepção de que a guarnição (1032) da chumaceira e a estrutura de suporte da guarnição da chumaceira, que inclui vigas e/ou membranas (1034), (1036) e (1038), são definidas por rasgos e entalhes de dimensões proporcionalmente maiores. No entanto, as chumaceiras combinadas, radiais e de impulso, diferem das chumaceiras que são apenas radiais devido ao facto da superfície (1032ps) das guarnições da chumaceira ser inclinada com respeito ao eixo principal (1006). Em virtude da inclinação da superfície

das suas guarnições, as chumaceiras das Figuras 35-37 suportam cargas que actuam tanto segundo o eixo principal (1006) como radialmente a partir do eixo (1006).

A fim de poder ser suportado pela face inclinada (1032ps) de suporte das guarnições, o veio deverá encontrar-se equipado com um anel que deverá ser inclinado segundo um ângulo complementar ao ângulo da face de suporte das guarnições. A parte da carga axial que deverá ser suportada pela chumaceira e a parte da carga radial que deverá ser suportada pela chumaceira depende do ângulo de inclinação da superfície (1032ps) das guarnições. Se a guarnição for inclinada com respeito ao eixo principal (1006), a carga axial aplicada sobre a chumaceira poderá ser determinada pela seguinte equação:

$$\text{Carga Axial Aplicada} = \text{Carga Total} (\sin \alpha).$$

Do mesmo modo, a carga radial aplicada sobre a chumaceira poderá ser determinada pela seguinte equação:

$$\text{Carga Radial Aplicada} = \text{Carga Total} (\cos \alpha).$$

A estrutura de suporte para a chumaceira que se acha representada na Figura 35 é semelhante à estrutura de suporte para a chumaceira que se acha representada na Figura 34.

A estrutura de suporte para a chumaceira que se acha representada nas Figuras 36 e 37 inclui uma estrutura de suporte primária para as guarnições de apoio espaçadas (1032) da chumaceira possuindo uma viga (1034) que suporta a guarnição de apoio (1032), uma estrutura de suporte terciária que compreende um par de vigas circunferenciais (1038) que podem ser contínuas. A estrutura de suporte secundária compreende uma membrana (1036) ou

uma rede de vigas (1036) própria para ligar a viga (1034) às vigas (1038). Conforme se acha mais claramente representado na Figura 36, a estrutura de suporte para cada uma das guarnições que fazem parte do conjunto formado pela pluralidade de guarnições de apoio (1032) da chumaceira, não é uma estrutura simétrica. Por conseguinte, a chumaceira que se acha ilustrada nas Figuras 36 e 37 é unidireccional.

De uma maneira geral, qualquer uma das formas gerais de construção de chumaceiras descritas neste pedido de patente poderá ser utilizada na concepção de chumaceiras combinadas, radiais e de impulso, do tipo daquela que se acha ilustrada nas Figuras 36 e 37. Evidentemente que para se conseguir alcançar as características próprias das chumaceiras combinadas, radiais e de impulso, a superfície das guarnições da chumaceira deverá ser inclinada, devendo o ângulo de inclinação apresentar um valor compreendido entre os 0 e os 90 graus com respeito ao eixo principal. Além disso, a necessidade de acomodar tanto as cargas radiais como as cargas axiais irá necessariamente ter impacto sobre a forma de concepção da estrutura de suporte das guarnições da chumaceira.

Antigamente, a forma das guarnições das chumaceiras hidrodinâmicas era principalmente ditada por conveniências de fabrico. No caso de uma chumaceira de impulso, isso traduzia-se tradicionalmente em guarnições em forma de sector a fim de maximizar a área de suporte ou, no caso da anterior patente U.S. No. 4.676.668 do requerente do presente pedido de patente, em guarnições circulares destinadas a dar origem a baixos custos de fabrico. No caso das chumaceiras radiais têm sido utilizadas guarnições com uma forma simples de sector cilíndrico. Em muitos desses casos, as guarnições com essas formas convencionais podem ser suportadas a fim de se obter resultados óptimos. No entanto o

inventor do presente invento descobriu que podiam ser alcançadas importantes características de rendimento através de modificações introduzidas nas formas convencionais das guarnições. Por conseguinte, a estrutura de suporte pode ser simplificada, e nalguns casos mesmo eliminada.

Nas Figs. 42A e 42D encontram-se ilustrados exemplos de formas típicas de guarnições de chumaceiras de impulso. Na Fig. 42A encontra-se representada uma guarnição (132) em forma de sector. As linhas de observação para uma vista em planta (T), uma vista de topo (E) e uma vista em alçado lateral (S) são indicadas por setas designadas pelas letras (T), (E) e (S), respectivamente. Na Fig. 42D encontra-se representada uma guarnição circular (20). Na Fig. 42B encontra-se representado um exemplo de uma guarnição de uma chumaceira radial típica. Também neste caso as setas indicam as linhas de observação para uma vista em planta (T), uma vista de topo (E) e uma vista em alçado lateral (S), conforme irá ser analisado a seguir. Finalmente, na Fig. 42C encontra-se representada uma forma de uma guarnição (1032) de uma chumaceira combinada, radial e de impulso. As setas indicam as linhas de observação para uma vista em planta (T), uma vista de topo (E) e uma vista em alçado lateral (S), conforme irá ser analisado a seguir. Estas formas de guarnição são todas caracterizadas por apresentarem superfícies planas ininterruptas e uma espessura uniforme da guarnição.

Serão aqui analisadas várias modificações introduzidas nas formas tradicionais das guarnições de chumaceiras de impulso, radiais e combinadas, radiais e de impulso. É preciso não esquecer que qualquer uma destas modificações da forma das guarnições poderá ser usada sozinha ou em combinação. As modificações também podem ser facilmente adaptadas a guarnições cujas formas sejam diferentes das formas específicas de guarnição aqui ilustradas.

Além disso, as guarnições podem ter formas simétricas, a fim de permitir o funcionamento bidireccional da guarnição, ou ter formas não simétricas, a fim de proporcionarem condições de funcionamento diferentes em função do sentido de rotação. As formas de guarnição modificadas que irão aqui ser analisadas podem ser usadas em combinação com quaisquer estruturas de suporte, inclusive aquelas que foram descritas no presente pedido de patente, sempre que isso for considerado conveniente ou, desde que usadas na combinação correcta, podem eliminar em absoluto a necessidade de ter que haver uma estrutura de suporte de deflexão.

A primeira modificação possível de introduzir na forma geral das guarnições é aquela que se acha representada nas Figs. 43A-E. Nestas figuras encontra-se ilustrada a modificação aplicada a uma chumaceira de impulso (Fig. 43A), a uma chumaceira radial (Figs. 43B-C) e a uma chumaceira combinada, radial e de impulso (Figs. 43D e 43E).

Esta modificação é combinada na análise por elementos finitos que revelou que, em certos casos, o aumento do comprimento do bordo por onde entra o lubrificante (bordo de ataque) poderia fazer melhorar o rendimento. Mais concretamente, o aumento do comprimento deste bordo vai permitir que aumentar a quantidade de lubrificante a ser enviado em direcção ao centro da guarnição. A fim de se conseguir obter este efeito poderá ser praticado na superfície da guarnição um corte arredondado capaz de fazer aumentar o comprimento do bordo de ataque. O corte poderá ser inteiramente formado na guarnição ou parcialmente na superfície da guarnição, de maneira a proporcionar a formação de uma reentrância na superfície da guarnição. Um corte arredondado deste tipo poderá ser praticado numa chumaceira de impulso, numa chumaceira radial ou numa chumaceira combinada, radial e de

impulso. É preciso não esquecer que a provisão de um corte arredondado deste tipo irá fazer diminuir a área da superfície de suporte de carga da guarnição. Deste modo, trata-se de uma concessão tendente a obter-se uma solução de compromisso: mais lubrificante, mas menor superfície de suporte de carga.

Na Fig. 43A encontra-se representada uma vista em planta de uma guarnição (132) de uma chumaceira de impulso na qual se acha formado um corte arredondado (132c). No caso do modelo de realização que se acha ilustrado, o corte (132c) é praticado em cada um dos bordos da guarnição (132). Isto é devido ao facto da guarnição ilustrada se destinar a ter um tipo de utilização bidireccional e se desejar obter os resultados do aperfeiçoamento em ambos os sentidos de funcionamento. No caso de ser suficiente um funcionamento, o corte deverá ser apenas proporcionado num dos bordos.

Nas Figs. 43B e 43C encontram-se representadas vistas em alçado e em planta, respectivamente, de uma guarnição (32) de uma chumaceira radial, em cada um dos bordos da qual se acha formado um corte arredondado (32c). Também neste caso, a provisão dos cortes arredondados (32c) vai fazer aumentar a quantidade de lubrificante que penetra no centro da guarnição ao mesmo tempo que faz diminuir a área da superfície de suporte de carga da guarnição. A chumaceira equipada com guarnições semelhantes àquela que se acha representada nas Figs. 43B e 43C também é uma chumaceira bidireccional porque as guarnições deste tipo são simétricas, com cortes (32c) formados em cada um dos seus bordos.

Nas Figs. 43D e 43E encontra-se representada uma guarnição (1032) de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, que se acha apoiada numa estrutura de suporte inclinada (1037) que se acha esquematicamente ilustrada sob a forma de um

bloco cuja superfície de suporte é de forma cônica. A Fig. 43D é uma vista de topo e a Fig. 43E é uma vista em planta. Também neste caso a guarnição é simétrica, e em cada um dos bordos da guarnição da chumaceira combinada, radial e de impulso, é proporcionado um corte (1032c), a fim de permitir um funcionamento bidireccional.

Nas Figs. 44A-D encontra-se ilustrada outra modificação possível de ser introduzida na forma básica da guarnição. Especificamente, tem sido dito que chanfrando o bordo de ataque das guarnições da chumaceira se conseguia obter uma maior flexão de admissão. Isto permite a entrada de mais lubrificante no interior do espaço entre o veio e a guarnição, o que irá fazer aumentar a capacidade de suporte de cargas por parte da guarnição. Um complexo processo de análise por elementos finitos utilizando computadores poderá prognosticar a intensidade da flexão necessária para se obter um escoamento ótimo de lubrificante.

Os desenhos ilustram a utilização de bordos chanfrados em chumaceiras de impulso, chumaceiras radiais e chumaceiras combinadas, radiais e de impulso. Especificamente, a Fig. 44A é uma vista em alçado lateral ao longo do eixo (S) na Fig. 42A ilustrando uma guarnição (132) de uma chumaceira de impulso, encontrando-se em cada um dos bordos da guarnição formado um chanfro (132t). Também neste caso, o chanfro é feito em cada uma das extremidades da guarnição, a fim de permitir um funcionamento bidireccional. Na Fig. 44B encontra-se representada uma vista em alçado lateral de uma guarnição (32) de uma chumaceira radial, encontrando-se em cada um dos bordos da guarnição formado um chanfro (32t), a fim de permitir um funcionamento bidireccional. Finalmente, nas Figs. 44C e 44D encontram-se ilustradas uma vista de topo e uma vista em alçado lateral de uma guarnição (1032) de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, em cada um dos

bordos da qual se acha formado um chanfro (1032t), a fim de se fazer aumentar a flexão de admissão. Evidentemente que se for suficiente um funcionamento unidireccional, apenas deverá ser chanfrado um bordo, justamente o bordo de ataque.

A forma básica da guarnição também poderá ser modificada graças à provisão de frisos nos bordos laterais, de maneira a fazer com que, quando se achar submetida à acção de uma carga, a guarnição vá deflectir de modo a formar um canal que vai reter lubrificante na face da guarnição e minimizar as perdas pelas extremidades ou pelos lados.

Nas Figs. 45A-C encontram-se representados exemplos de guarnições cujas formas foram modificadas desta maneira. Na Fig. 45A encontra-se representada uma vista de topo de uma guarnição (132) de uma chumaceira de impulso, que se acha dotada de frisos (132r) nos seus bordos radialmente interior e exterior. A deflexão que esta guarnição vai sofrer quando for submetida à acção de uma carga encontra-se indicada (de uma maneira extremamente exagerada) a tracejado. Conforme se pode ver, quando é submetida à acção de uma carga, a guarnição vai deflectir de maneira a formar um canal de retenção de lubrificante.

Na Fig. 45B encontram-se representada uma guarnição (32) de um apoio de moente, ou chumaceira radial, que se acha dotada de frisos (32r) nos seus bordos axiais. A deflexão que esta guarnição vai sofrer quando for submetida à acção de uma carga encontra-se indicada, também neste caso de uma maneira extremamente exagerada, a tracejado. A partir da observação deste exemplo exagerado torna-se evidente que, quando é submetida à acção de uma carga, a guarnição se vai deformar de maneira a formar um canal de retenção de lubrificante que irá impedir as

perdas de lubrificante ao longo das extremidades axiais das chumaceiras.

Na Fig. 45C encontram-se representada uma guarnição (1032) de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, que se acha dotada de frisos (1032r) nos seus bordos interior e exterior. A deflexão que esta guarnição vai sofrer quando for submetida à acção de uma carga encontra-se indicada (de uma maneira extremamente exagerada), a tracejado. A partir da observação deste exemplo exagerado torna-se evidente que, quando é submetida à acção de uma carga, a guarnição se vai deformar de maneira a formar uma bolsa de retenção de lubrificante que irá impedir que o lubrificante se possa escapar a partir dos bordos radialmente interior e exterior da guarnição (1032).

Conforme foi anteriormente referido com referência às Figs. 44A-44D, por vezes é desejável aumentar a flexão de admissão do bordo de ataque da guarnição da chumaceira. Nas Figs. 46A-46C encontra-se representada outra modificação da forma das guarnições das chumaceiras destinada a alcançar ou a melhorar este pretendido resultado. Especificamente, estas figuras mostram que além ou em vez de se proceder à formação de um chanfro no bordo de ataque, se poderá proceder à formação de um entalhe no bordo da face inferior da guarnição próximo do bordo de ataque, a fim de dar origem a uma maior flexão do bordo de ataque ao mesmo tempo que se mantém a forma plana da superfície. Na Fig. 46A encontra-se representada uma guarnição (132) de uma chumaceira de impulso, que se acha dotada de entalhes (132g) que se acham formados no fundo junto a ambos os bordos, a fim de permitir um funcionamento bidireccional. Na Fig. 46B encontra-se representada uma guarnição (32) de uma chumaceira radial, que se acha dotada de entalhes (32g) que se acham formados na superfície exterior próximo de cada um dos bordos laterais. Na Fig. 46C encontra-se

representada uma guarnição (1032) de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, que se acha dotada de entalhes (1032g) que se acham formados na superfície inferior da guarnição junto de cada um dos bordos.

Outra consideração a ter em conta no projecto de guarnições hidrodinâmicas é a de que as próprias guarnições podem ser formadas a partir de um único elemento simplesmente por meio da provisão de entalhes para definir cada uma das várias guarnições individuais. Nas Figs. 47A-47C encontram-se representados exemplos desta solução conceptual. Nas Figs. 47A-47B encontra-se representada a maneira como uma superfície contínua pode ser dividida em várias guarnições individuais (132) de uma chumaceira de impulso graças à provisão de entalhes (132p) próprios para definir as referidas guarnições. Neste caso a Fig. 47A é uma vista em planta e a Fig. 47B é uma vista em alçado segundo as linhas indicadas na Fig. 47A. No caso de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, a forma de construção é essencialmente a mesma que aquela que se acha representada na Fig. 47A. Na Fig. 47C encontra-se ilustrada a maneira como um corpo cilíndrico pode ser dividido em várias guarnições individuais (32) de uma chumaceira radial graças à provisão de entalhes (32p) próprios para definir as referidas guarnições formados na superfície radialmente interior do referido corpo cilíndrico.

Uma consideração final a ter em conta no projecto de guarnições com formas específicas é a que diz respeito à provisão de reentrâncias formadas no fundo das guarnições. Especificamente, a provisão de reentrâncias no fundo das guarnições pode provocar canalização de uma maneira um tanto semelhante àquela que se acha representada nas Figs. 45A-45C e permitir que a flexão de admissão se faça de uma maneira semelhante à da estrutura chanfrada que se acha representada nas Figs. 44A-44D. Nas

Figs. 48A-48D encontram-se representados exemplos de reentrâncias formadas no fundo de guarnições concebidas para um funcionamento unidireccional. Nas Figs. 48A-48B encontram-se representadas vistas em planta em alçado de uma guarnição (132) de uma chumaceira de impulso, no fundo da qual se acha formada uma reentrância (132b) destinada a provocar canalização. A redução da área da guarnição também permite que a superfície do fundo vá sofrer deflexões provocadas pelos esforços de compressão, deflexões essas que vão promover a criação de uma cunha convergente. Se essa modificação for feita apenas num dos bordos da guarnição (132), a guarnição destinar-se-á a ser utilizada numa chumaceira unidireccional. A forma de construção de guarnições que se acha representada nas Figs. 48A e 48B é essencialmente a mesma que deverá ser utilizada no caso das chumaceiras combinadas, radiais e de impulso. A única diferença é a que consiste no facto de que a guarnição terá que ser formada por uma secção cónica.

Na Fig. 48C encontra-se representada uma guarnição (32) de uma chumaceira radial, no fundo da qual se acha formada uma reentrância (32b) na zona de um dos bordos da guarnição. Também neste caso esta guarnição é destinada a ser utilizada numa chumaceira unidireccional.

Nas Figs. 49A-49C encontram-se ilustradas guarnições de apoio de chumaceiras com configurações semelhantes às daquelas que se acham representadas nas Figs. 48A-48C com excepção do facto de que as reentrâncias (132b) que se acham formadas no fundo das guarnições das Figs. 49A-49C serem praticadas em ambos os bordos da guarnição da chumaceira de maneira a permitir um funcionamento bidireccional. Especificamente, a guarnição (132) de uma chumaceira de impulso ou de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, que se acha representada nas Figs. 48A e 49B inclui reentrâncias (132b) formadas em cada um dos seus bordos.

Conforme é evidente a partir da comparação das Figs. 49A-49B com as Figs. 48A-48B, as reentrâncias formadas no fundo das guarnições das Figs. 49A-49C são um pouco menores a fim de ser possível acomodar a provisão dessas reentrâncias em cada um dos bordos.

Do mesmo modo, a guarnição (32) de uma chumaceira radial que se acha representada na Fig. 49C inclui reentrâncias (32b) formadas no fundo da guarnição, uma em cada um dos bordos da referida guarnição. Também neste caso as reentrâncias são um pouco mais curtas do que as reentrâncias que se acham formadas na chumaceira unidireccional que se acha representada nas Figs. 48C.

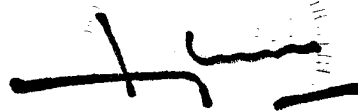
Conforme foi anteriormente referido, o projecto da forma de uma guarnição destinada a qualquer aplicação de tipo particular depende dos requisitos impostos por essa mesma aplicação. As modificações e as considerações de natureza estrutural que irão ser apresentadas a seguir poderão ser usadas sozinhas ou em combinação. Nas Figs. 50A-50C encontra-se representada a maneira como todas estas características podem ser combinadas numa única chumaceira. Isto não se destina a sugerir que todas estas características devam necessariamente ser incluídas em todos os projectos. Na verdade isso apenas raramente será necessário que aconteça. No entanto, caso se deseje, é possível combinar todas estas características numa única chumaceira.

Na Fig. 50A encontra-se representada uma vista em planta de uma chumaceira de impulso ou de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, em que as guarnições (132) da chumaceira se acham dotadas de cortes arredondados (132c) destinados a fazer aumentar o comprimento dos respectivos bordos de ataque. Os cortes arredondados (132c) são feitos em cada um dos bordos, a fim de permitir que a chumaceira possa ter um funcionamento bidireccional. Evidentemente que, caso se deseje, os cortes

arredondados (132c) poderão ser formados apenas num dos bordos, a fim de proporcionar a obtenção de resultados óptimos no caso de funcionamento unidireccional. No caso da Fig. 50A, cada uma das várias guarnições individuais (132) é definida por meio de entalhes (132p) próprios para definir as referidas guarnições.

Na Fig. 50B encontra-se representada uma vista por debaixo da chumaceira de impulso da Fig. 50A. Nesta figura pode-se ver que a chumaceira inclui frisos (132r) formados no fundo, entalhes (132g) próprios para fazer aumentar a flexão de admissão, um chanfro (132t) próprio para fazer aumentar ainda mais a flexão de admissão e uma reentrância (132b) formada no fundo própria para promover ainda mais a canalização de líquido e fazer aumentar ainda mais a flexão de admissão. Neste caso, os entalhes, o chanfro e as reentrâncias vão colectivamente promover a desejada deflexão.

A Fig. 50C é uma vista em corte da chumaceira da Fig. 50A, tendo o corte sido feito segundo as linhas indicadas na Fig. 50A. Na Fig. 50C também se encontra representada a chumaceira montada numa estrutura de suporte (137). A estrutura de suporte encontra-se representada esquematicamente sob a forma de uma caixa, a fim de indicar que, de acordo com o presente invento, poderá ser utilizada qualquer uma das estruturas de suporte aqui divulgadas. Conforme foi anteriormente referido, através de uma adequada concepção da guarnição será possível obviar a necessidade de existência de uma estrutura de suporte de deflexão. Nesse caso, a estrutura de suporte poderá ser rígida, por exemplo constituída pelo invólucro. No entanto, em alternativa, a estrutura de suporte poderá ser uma estrutura de suporte de deflexão de qualquer um dos tipos aqui divulgados, dotada de partes de suporte primária, secundária e terciária, própria para suportar as guarnições da chumaceira de maneira a que estas sejam



capazes de realizar movimentos com seis graus de liberdade. Do mesmo modo, as modificações introduzidas nas guarnições que aqui foram analisadas poderão de uma maneira geral ser aplicadas individualmente ou em combinação nas guarnições de qualquer uma das chumaceiras aqui divulgadas.

Na Fig. 51A encontra-se representada uma vista em planta de uma guarnição (32) de um apoio de moente, ou chumaceira radial, em cada um dos bordos da qual se acha formado um corte arredondado (32c) próprio para fazer aumentar o comprimento do bordo de ataque. Isto vai fazer aumentar a quantidade de lubrificante que vai passar para cima da superfície da guarnição de apoio da chumaceira.

Na Fig. 51B encontra-se representada uma vista em alçado lateral da guarnição de apoio (32) da Fig. 51A. A partir da observação desta figura é possível ver o corte arredondado (32c) formado na superfície superior da guarnição, o chanfro (32t) formado nos bordos do fundo da guarnição, os entalhes (32g) formados na face inferior ou do fundo da guarnição e os frisos (32r) que se estendem radialmente no sentido de dentro para fora a partir da superfície inferior ou do fundo da guarnição.

Na Fig. 51C encontra-se representada a vista por debaixo da guarnição de apoio das Figs. 51A e 51B, na qual são perfeitamente visíveis os frisos (32r) que se acham formados no fundo, os entalhes (32g) e as reentrâncias (32b) formado(a)s no fundo.

Caso se deseje, uma chumaceira que se ache equipada com guarnições do tipo daquela que se acha ilustrada nas Figs. 51A-51C poderá ser formada a partir de uma única peça, indo as guarnições ser separadas umas em relação às outras por meio de

entalhes próprios para definir as referidas guarnições, conforme se acha representado na Fig. 47C.

Nas Figs. 52A-52C encontra-se ilustrada outra forma de concepção de chumaceiras de uma maneira completa. Estas figuras mostram uma chumaceira de impulso semelhante a uma anilha em que a forma que se deseja para a guarnição é obtida num elemento cilíndrico extremamente fino semelhante a uma anilha. A Fig. 52A é uma vista por debaixo da chumaceira semelhante a uma anilha mostrando umas reentrâncias (132b) circunferencialmente espaçadas que se acham formadas no fundo da chumaceira e uns entalhes (132p) (a tracejado) também circunferencialmente espaçados que definem uma pluralidade de guarnições de impulso (132) circunferencialmente espaçadas. A secção transversal dos entalhes (132p) e das reentrâncias (132b) que se acham formadas no fundo da chumaceira acham-se melhor ilustradas na vista em corte da Fig. 52B. Conforme se acha representado nesta figura, os entalhes (132p) e as reentrâncias (132b) são muito pouco fundos. Finalmente, a Fig. 52C é uma vista em planta chumaceira de impulso semelhante a uma anilha em que os entalhes (132p) circunferencialmente espaçados que definem as guarnições se acham representados a cheio e as reentrâncias (132b) que se acham formadas no fundo da chumaceira se acham representadas a tracejado.

Conforme foi anteriormente analisado, os entalhes (132p) que definem as guarnições vão definir uma série de guarnições de apoio (132) circunferencialmente espaçadas. As reentrâncias (132b) que se acham formadas no fundo da chumaceira vão formar na parte inferior da superfície da guarnição uns cortes ou golpes com uma extensão suficiente para fazer com que a parte da superfície das guarnições de impulso na parte inferior da qual é feito o corte possa deflectir ligeiramente no sentido descendente de maneira a formar uma cunha de transporte e um canal de

retenção de lubrificante. Colectivamente, estas deflexões vão dar origem à formação de uma série de cunhas convergentes, de maneira que o anel do veio vai ficar apoiado numa camada constituída por uma película de fluido sob pressão. Além disso, devido à natureza das reentrâncias (132b) que se acham formadas no fundo da chumaceira, o lubrificante vai ficar retido sobre a superfície da guarnição e não se vai escapar através dos bordos radialmente interior e exterior da guarnição. A análise por elementos finitos revelou que, quando se acha submetida à acção de uma carga de intensidade suficiente, esta chumaceira de forma simples semelhante a uma anilha irá deflectir de maneira a ir funcionar tal como uma chumaceira hidrodinâmica de múltiplas guarnições mesmo sem possuir uma estrutura de suporte de deflexão. Deste modo, uma chumaceira com uma configuração de forma simples semelhante a uma anilha, do tipo daquela que se acha representada nas Figs. 52A-52C, poderá ser montada numa estrutura de suporte rígida e ainda assim conseguir obter resultados satisfatórios. Evidentemente que, caso se deseje, poderá ser utilizada uma estrutura de suporte de deflexão.

Um importante aspecto do presente invento é o da divulgação de chumaceiras com formas capazes de serem obtidas por meio de processos de maquinagem, isto é, chumaceiras com formas capazes de fazer com que as chumaceiras possam ser produzidas por meio de um processo de maquinagem de uma peça com a forma de uma tubagem de parede espessa ou de um semelhante moente cilíndrico por meio da utilização de técnicas de maquinagem normalizadas. Essas chumaceiras são caracterizadas pelo facto de serem formadas a partir de uma peça com a forma de uma tubagem de parede espessa ou de um semelhante moente cilíndrico através da provisão de furos, rasgos e entalhes. A vantagem das chumaceiras desse tipo consiste no facto de ser fácil efectuar o fabrico de protótipos e proceder à modificação destes protótipos depois de serem

ensaiados. Naturalmente que, quando as chumaceiras se destinarem a ser produzidas em massa, por exemplo através da utilização de técnicas de moldagem ou de fundição, diferentes considerações de fabrico poderão ditar diferentes formas. É importante reconhecer que as alterações introduzidas na forma das chumaceiras irão afectar o rendimento dessas mesmas chumaceiras.

Outra consideração relativa ao fabrico é a que diz respeito à facilidade de moldagem. Naturalmente que a maior parte das chumaceiras com formas de construção de acordo com o presente invento são capazes de ser moldadas por meio de qualquer técnica de moldagem. No entanto, apenas certas formas poderão ser moldadas por meio de um processo de moldagem por injeção num molde simples constituído por duas peças, isto é, num molde que não inclua cames. Outra vantagem das chumaceiras características do presente invento é aquela que consiste no facto das chumaceiras poderem ser construídas com formas facilmente moldáveis que são definidas como formas que podem ser moldadas por meio de um processo de moldagem por injeção utilizando para esse efeito um molde simples constituído por duas peças. Uma forma facilmente moldável é geralmente caracterizada pela ausência de cavidades "ocultas" que necessitam de cames para a moldagem. Por exemplo, com respeito às chumaceiras radiais, uma forma facilmente moldável não inclui nos diâmetros interior e exterior entalhes estendendo-se radialmente e inclui uma secção transversal axial contínua. A chumaceira que se acha representada nas Figuras 32, 32A e 32B constitui um exemplo de um apoio de moente, ou chumaceira radial, facilmente moldável.

De modo semelhante, as chumaceiras de impulso facilmente moldáveis são caracterizadas pelo facto de poderem ser moldadas com uma única linha de costura, de maneira que, por exemplo

quando são vistas apenas numa vista em planta e numa vista por debaixo, todas as superfícies são visíveis.

Nas Figuras 38A-38C encontra-se ilustrada uma chumaceira de impulso facilmente moldável. Esta chumaceira inclui uma pluralidade de guarnições de apoio (132m) circunferencialmente espaçadas e uma estrutura de suporte que suporta cada uma das guarnições de apoio (132m). A estrutura de suporte inclui uma parte de suporte primária que inclui as vigas circunferenciais (134mb) e (134ma), uma parte de suporte secundária que inclui as vigas (136m) que se estendem radialmente e uma parte de suporte terciária que inclui o par de vigas (138m) semelhantes a cepos. Chama-se a atenção para o facto de que, nas Figuras 38A-38C, as dimensões da estrutura de suporte se acham um pouco distorcidas a fim de proporcionar uma maior clareza. Por exemplo, conforme se acha representado na Figura 38C, as vigas circunferenciais (134mb) e (134ma) são representadas como extremamente espessas. Uma tal estrutura formada por vigas iria proporcionar um suporte muito rígido para as guarnições de apoio (132m) e na prática não seria provavelmente necessário ou desejável que esse suporte fosse tão rígido.

É possível a utilização de variantes da específica estrutura moldável formada por vigas que aqui foi ilustrada. Por exemplo, qualquer um dos dois ou ambos os segmentos (134ma) e (134mb) constituídos por vigas circunferenciais espaçadas poderá(ão) ser realizado(s) sob a forma de um elemento com a forma de uma viga circunferencial contínua. Além disso, a parte de suporte secundária poderá incluir uma pluralidade de vigas que se estendem radialmente entre cada uma das guarnições de apoio (132m). Além disso, a estrutura de suporte primária poderá ser modificada de maneira a incluir três ou mais segmentos constituídos por vigas circunferenciais ligando cada par de guarnições de apoio



adjacentes e/ou segmentos constituídos por vigas circunferenciais; também poderão ser utilizados segmentos de diferentes larguras radiais. Além disso, as partes (138m) em forma de vigas semelhantes a cepos poderão ser formadas ao longo dos bordos das vigas (136) que se estendem segundo direcções radiais em vez de nas extremidades que se estendem circunferencialmente. Finalmente, tal como no caso de qualquer chumaceira de acordo com o presente invento, a estrutura também poderá ser alterada por meio da alteração do comprimento ou da espessura de qualquer um dos elementos constitutivos da estrutura de suporte, a fim de se modificar as características de deflexão da estrutura de suporte.

A fim de ilustrar um certo número de formas de construção possíveis de ser adoptadas pela estrutura de suporte, na Figura 38D encontra-se representada uma estrutura de suporte diferente para cada uma das guarnições de apoio (321m-326m). Em particular, a Figura 38D é uma vista por debaixo na qual se acham ilustradas as modificações em questão. É fácil de perceber que que estas várias estruturas de suporte se acham representadas numa única chumaceira apenas para fins ilustrativos do presente invento. Em uso normal, cada e qualquer uma das várias guarnições de apoio (321m-326m) deverá ter uma estrutura de suporte semelhante, apesar de não necessariamente idêntica, à de qualquer uma das restantes guarnições a fim de assegurar um rendimento uniforme.

O suporte para a guarnição de apoio (322m) difere do suporte para as guarnições de apoio (132m) devido ao facto de apresentar uma projecção (120m) de forma oval que se estende a partir da parte de trás da superfície da guarnição de apoio a fim de proporcionar um suporte rígido para o bordo circunferencial exterior da guarnição de apoio (321m). Em virtude desta forma de

construção, a guarnição de apoio (321m) deverá ser extremamente rígida na zona da sua extremidade circunferencial exterior.

O suporte para a guarnição de apoio (322m) é semelhante ao suporte para a guarnição (321m) com excepção de que em vez de uma única grande projecção apresenta duas menores projecções (122m) que se estendem a partir do fundo da guarnição em locais situados próximo do bordo circunferencial exterior da guarnição de apoio da chumaceira. Tal como acontecia no caso da projecção (120m), estas duas projecções (122m) conferem rigidez ao bordo circunferencial exterior da guarnição de apoio (322m) da chumaceira. No entanto, esta forma de construção permite que a chumaceira possa deflectir na zona não apoiada que fica situada entre as projecções.

A guarnição de apoio (323m) é suportada por uma estrutura de suporte modificada que inclui uma viga circunferencial contínua (134ma) na parte de suporte primária. De modo semelhante, a guarnição de apoio (324m) inclui uma viga circunferencial interior contínua (134mb). A provisão de tais vigas contínuas faz aumentar o grau de rigidez da estrutura de suporte das guarnições da chumaceira.

A estrutura de suporte para a guarnição de apoio (325m) é modificada pela provisão de grandes aberturas (142m) na viga interior (134mb) e de menores aberturas (144) na viga exterior (134ma). A provisão destas aberturas vai fazer aumentar o grau de flexibilidade das vigas. Naturalmente que as aberturas de maiores dimensões vão fazer aumentar o grau de flexibilidade das vigas de uma maneira mais intensa do que as aberturas pequenas (144). As variantes desta estrutura de suporte incluem a utilização de aberturas com diferentes dimensões ou um diferente número de

aberturas a fim de solicitar a guarnição de apoio (325m) da chumaceira numa predeterminada direcção.

A guarnição de apoio (326m) é suportada por uma estrutura modificada em que a parte de suporte primária inclui uma membrana (134m) em vez de um par de vigas. No caso do exemplo ilustrado, numa das membranas é formada uma abertura (146m) destinada a solicitar a guarnição de apoio (326m) da chumaceira numa predeterminada direcção. Evidentemente que a provisão da abertura (146m) não é necessária, e caso se deseje pode ser proporcionada uma série de aberturas.

Como é evidente a partir da observação destas figuras, as chumaceiras moldáveis não incluem quaisquer cavidades "ocultas" que iriam tornar necessária a utilização de um molde complexo e/ou de um molde que incluísse uma came capaz de se deslocar. Em particular, uma vez cada superfície da estrutura da chumaceira é directamente visível tanto na vista em planta da Figura 38A como na vista por debaixo que se acha ilustrada na Figura 38B, a chumaceira poderá ser moldada de uma maneira simples por meio da utilização de um molde formado por duas peças. Especificamente, uma primeira peça de moldagem define aquelas superfícies que são directamente visíveis apenas na vista em planta da Figura 38A. A segunda peça de moldagem define aquelas superfícies que são directamente visíveis apenas na vista por debaixo que se acha ilustrada na Figura 38B. As superfícies cujos bordos são visíveis em ambas as Figuras 38A e 38B podem ser moldadas utilizando qualquer um dos dois ou ambos os moldes. No caso da chumaceira ilustrada, a capacidade de poder ser moldada facilmente é devida ao facto das partes de suporte secundária e terciária se encontrarem localizadas circunferencialmente no espaço situado entre as guarnições de apoio da chumaceira. As modificações ilustradas

na Figura 38D não vão alterar a capacidade que a chumaceira tem de poder ser moldada facilmente.

É possível adoptar variantes mais complexas do que aquelas que se acham ilustradas nas Figuras 38A-38D. Em particular, poderá ser utilizada qualquer uma das previamente analisadas modificações da estrutura da chumaceira que seja capaz de poder ser adaptada a um processo de moldagem fácil. Por exemplo, as vigas de suporte primárias poderão ser contínuas. Deste modo, a provisão de uma chumaceira capaz de poder ser moldada facilmente não implica necessariamente uma forma de construção simples para a chumaceira. Um exemplo de uma chumaceira com uma estrutura mais complexa é o daquela que se acha ilustrada nas Figuras 39A-39C.

Conforme se acha ilustrado nas Figuras 39A-C, a chumaceira inclui uma pluralidade de guarnições de apoio (232m) que se acham espaçadas circunferencialmente e que são suportadas por uma estrutura de suporte das guarnições da chumaceira. As partes secundária e terciária da estrutura de suporte são semelhantes às partes correspondentes da estrutura de suporte das guarnições de apoio da chumaceira da Figura 38. No entanto, a chumaceira da Figura 39 difere da chumaceira da Figura 38 devido ao facto de que, no caso da chumaceira da Figura 39, a parte de suporte primária inclui uma pluralidade de vigas complexas (234). Especificamente, cada uma das várias guarnições de apoio da chumaceira é suportada por uma complexa viga circunferencial contínua exterior (234ma). As guarnições são também suportadas pela pluralidade de vigas complexas (234mb) que se acham espaçadas circunferencialmente. As formas complexas da viga contínua (234ma) e dos segmentos da vigas (234mb) poderão ser melhor apreciadas com referência à Figura 39C na qual se acha representado, de uma maneira um tanto esquemática, o perfil das vigas complexas (234). Em funcionamento, as vigas (234ma) e (234mb) vão

funcionar como uma rede de vigas. Deste modo, é fácil de constatar que podem ser proporcionadas numerosas formas complexas de construção de chumaceiras de impulso ao mesmo tempo que se consegue manter a capacidade de moldar a chumaceira com um molde simples constituído por duas peças, isto é, a capacidade da chumaceira poder ser moldada de uma maneira fácil. Naturalmente que cada estrutura proporciona características de deflexão singulares que deverão ser tidas em consideração no projecto da chumaceira, a fim de se conseguir obter uma óptima formação das cunhas.

No caso de certas chumaceiras com guarnições de deflexão lubrificadas a gás ou a ar, existem situações em que as cargas ou as velocidades ultrapassam a capacidade de uma película de ar. Nesses casos será necessário proceder à introdução de um lubrificante de tipo líquido no interior da cunha convergente sem proporcionar um reservatório ou um banho de líquido. Nas Figuras 40, 40A, 41 e 41A encontram-se ilustradas formas de construção próprias para se conseguir atingir este objectivo. Em particular, nestas figuras encontra-se ilustrada uma nova chumaceira auto-lubrificada equipada com guarnições de deflexão, que é feita de acordo com outro importante aspecto do presente invento. A chumaceira é essencialmente uma chumaceira equipada com guarnições de deflexão do tipo daquela que foi aqui descrita, mas que foi modificada a fim de incluir um material plástico lubrificante nas suas várias aberturas.

O material plástico utilizado na chumaceira é um material plástico poroso convencional, capaz de poder ser vazado e de absorver um líquido lubrificante quando for mergulhado no seio desse mesmo líquido. Um material plástico desse tipo é aquele que é comercializado com o nome de produto POREXTM. De uma maneira geral, os materiais plásticos porosos podem ser formados

a partir de vários materiais plásticos injectando ar no seio do material plástico a fim de formar os poros. Em particular, o líquido é absorvido pelo material plástico poroso de uma maneira semelhante à de uma mecha e mantida em lugar pelo material plástico.

A chumaceira que se acha equipada com guarnições de deflexão lubrificantes é construída lançando mão de uma chumaceira radial, ou apoio de moente, de uma chumaceira de impulso ou de uma chumaceira combinada, radial e de impulso, do tipo daquela que foi anteriormente descrita, equipada com guarnições de deflexão, e vazar ou injectar o material plástico poroso convencional em torno e no interior dos espaços existentes entre os elementos de deflexão. Em consequência desta forma de construção, durante o funcionamento, o movimento do veio e a compressão dos elementos de deflexão vão fazer com que o líquido lubrificante vá abandonar o material plástico poroso e vá ser puxado em direcção ao bordo de ataque da cunha convergente. A formação da cunha cheia de líquido vai fazer aumentar grandemente a capacidade de carga e de velocidade por parte da chumaceira. Depois de ter passado por cima da superfície da guarnição, o líquido vai ser reabsorvido pelo material plástico poroso depois de ter abandonado o bordo de fuga.

Um importante aspecto do presente invento é o da estrutura compósita que combina um material antifricção normalizado, próprio para chumaceiras, com o material plástico poroso. Em virtude deste compósito é possível tirar vantagem das características singulares de ambos os materiais. Mais especificamente, quando são utilizados sozinhos, os materiais plásticos porosos convencionais dão origem a materiais antifricção para chumaceiras dotados de pobres características de deflexão porque os poros existentes no seio do material plástico constituem de facto

espaços vazios que são prejudiciais para a criação da muito fina película de fluido. Por outro lado, os materiais plásticos convencionais ou os metais antifricção para chumaceiras, que não têm os poros típicos dos anteriormente referidos materiais plásticos porosos, são incapazes de absorver lubrificante de uma maneira que tenha significado prático. No entanto, através da utilização de ambos estes materiais da maneira descrita, pode-se obter uma eficaz chumaceira hidrodinâmica auto-lubrificada. Além disso, obtêm-se resultados sinérgicos da utilização combinada de materiais antifricção normalizados para chumaceiras e de materiais plásticos porosos absorventes de lubrificante. Por exemplo, as deflexões da superfície de apoio da chumaceira ajudam a obrigar o líquido lubrificante a deslocar-se em direcção ao bordo de ataque. Além disso, a deformação promotora de um efeito de canalização ou de retenção de lubrificante que é sofrida pela superfície das guarnições da chumaceira vai ajudar a promover a contenção do líquido.

Nas Figuras 40 e 41 encontram-se representados dois exemplos da chumaceira equipada com guarnições de deflexão auto-lubrificadas característica do presente invento. Em particular, nesta figuras encontram-se representadas chumaceiras que são semelhantes às chumaceiras que foram anteriormente descritas e que foram modificadas de maneira a incluírem o material plástico poroso absorvente de líquido enchendo os espaços situados entre os elementos de deflexão. Em certa medida, a chumaceira vai actuar como uma parte constitutiva de um esqueleto e a parte formada pelo material plástico poroso vai actuar como uma esponja de retenção e libertação de lubrificante.

Em particular, nas Figuras 40 e 40A encontra-se representada uma chumaceira auto-lubrificada que se acha dotada de uma estrutura de suporte subjacente e que é essencialmente

idêntica à chumaceira que se acha representada nas Figuras 32 e 32A. No entanto, a estrutura de suporte da chumaceira da Figura 40 é modificada de maneira que as aberturas situadas entre os apoios da chumaceira e as aberturas situadas no interior da estrutura de suporte, que são contínuas com os espaços situados entre as guarnições (732) da chumaceira, vão ser cheias com material plástico poroso. Naturalmente que os espaços situados por debaixo das guarnições da chumaceira também poderão ser cheios com material plástico poroso. No entanto, a menos que exista uma comunicação entre o material plástico poroso e a superfície das guarnições da chumaceira, a provisão dessas zonas cheias com material plástico poroso será infrutífera.

Do mesmo modo, nas Figuras 41 e 41A encontra-se representada uma chumaceira cuja forma de construção é virtualmente idêntica à forma de construção da chumaceira combinada, radial e de impulso, que se acha representada nas Figuras 36 e 37. No entanto, neste caso também é injectado material plástico poroso nos interstícios ou espaços existentes no interior da estrutura de suporte entre as guarnições. Também neste caso a injeção do material plástico poroso da maneira que se acha ilustrada na figura vai dar origem a uma chumaceira cujo diâmetro interior é contínuo. No entanto, tal como acontecia no caso da chumaceira da Figura 40, as características do material variam significativamente ao longo do diâmetro interior.

Especificamente, tal como no caso da chumaceira da Figura 40, o diâmetro interior da chumaceira da Figura 41 inclui superfícies das guarnições de apoio suportando cunhas e partes de libertação, absorção e retenção de lubrificante espaçadas circumferencialmente. Em funcionamento, o movimento do veio e a compressão dos elementos de deflexão vão fazer com que o líquido lubrificante vá abandonar o material plástico poroso e vá ser

puxado em direcção ao bordo de ataque da cunha convergente. A formação da cunha cheia de líquido vai fazer aumentar grandemente a capacidade de carga e de velocidade por parte das chumaceiras.

O fabrico das chumaceiras equipadas com guarnições de deflexão auto-lubrificadas implica três etapas gerais. Em primeiro lugar é formada a parte de apoio básica ou constitutiva do esqueleto que é formada com material antifricção normalizado. Em segundo lugar é injectado material plástico poroso no interior dos espaços destinados para esse efeito existentes na estrutura da chumaceira. Por motivos de conveniência de fabrico, o material plástico é injectado no interior da chumaceira sem lubrificante. Finalmente, a chumaceira, com o material plástico poroso injectado nos espaços destinados para esse efeito, é carregada com lubrificante líquido. A fim de que o material plástico vá ficar correctamente carregado com lubrificante líquido, é necessário fazer com que a penetração do lubrificante no seio do material plástico se vá fazer por um dos lados da chumaceira. A imersão da chumaceira no seio do líquido lubrificante irá fazer com que haja uma parte interna que não vai ficar cheia com líquido lubrificante. Este fenómeno é devido ao facto de não se permitir que os poros possam respirar por um dos lados da chumaceira. Na Fig. 41, a estrutura básica da chumaceira é uma estrutura combinada, radial e de impulso, semelhante àquela que se acha representada na Fig. 36. No entanto, no caso da Fig. 41, os interstícios situados no interior da estrutura de suporte estão cheios com material plástico poroso. A provisão do material plástico poroso vai promover a criação de uma chumaceira compósita cuja superfície diametral interior é contínua. No entanto, as características de deflexão variam significativamente ao longo da referida superfície. Especificamente, as guarnições de deflexão, que são formadas de materiais antifricção para chumaceiras normalizados, como por exemplo de metal ou de material plástico não poroso, são

adequadas para sofrerem deflexões e para promoverem a formação de uma cunha de fluido. Por outro lado, as partes constituídas por material plástico poroso são adequadas para promoverem a libertação de lubrificante na zona do bordo de ataque das guarnições da chumaceira e para absorverem lubrificante na zona do bordo de fuga das guarnições da chumaceira, quando são submetidas a esforços de compressão.

Conforme foi referido com respeito a cada um dos exemplos ilustrativos anteriormente descritos, as chumaceiras características do presente invento podem ser formadas de maneira a proporcionarem uma relação de cunha de valor compreendido entre 1:2 e 1:5, terem uma superfície de apoio deformável cuja forma possa ser modificada, permitirem que as guarnições possam realizar movimentos com seis graus de liberdade, e promoverem uma acção de amortecimento do tipo daquela que é proporcionada por um amortecedor. As chumaceiras apresentam tipicamente uma forma de construção unitária.

Em virtude da cunha formada pela deflexão da guarnição da chumaceira e da capacidade que a guarnição tem para realizar movimentos com seis graus de liberdade, a chumaceira característica do presente invento apresenta características de rendimento excepcionais. Especificamente, as dimensões e as variáveis de deflexão da chumaceira incluindo o número, o tamanho, a forma, a localização e as características do material dos elementos definidos na chumaceira unitária podem ser ajustadas de maneira a que no caso de qualquer aplicação específica a chumaceira seja capaz de suportar uma grande variedade de cargas. De entre todas estas variáveis, a forma dos elementos de suporte é particularmente importante. O impacto que a forma dos elementos de suporte tem sobre as características de deflexão da estrutura de suporte pode ser apreciado quando é utilizada como um exemplo a fórmula

da variável representativa do momento de inércia $bh^3/12$ (Unidades Inglesas) (o principal componente do módulo de secção para secções rectangulares, $z = I/c = bh^2/6$). Além disso, a capacidade que a guarnição tem para realizar movimentos com seis graus de liberdade permite que a chumaceira possa compensar e corrigir as deficiências de alinhamento do veio. A este respeito cumpre dizer que as chumaceiras características do presente invento possuem características de correcção automática resultantes da tendência que as chumaceiras têm para regressar ao seu estado de não deflectidas graças à rigidez da própria chumaceira. Evidentemente que a rigidez da chumaceira depende principalmente da forma da estrutura de suporte, e em menor grau de outras variáveis de deflexão entre as quais se acham incluídas o número, o tamanho, a forma, a localização e as características do material dos elementos definidos pelos entalhes e corte formados no elemento unitário. As chumaceiras mais rígidas têm uma maior tendência para a correcção automática, mas são menos capazes de se ajustarem face às deficiências de alinhamento do veio.

Ensaaios realizados revelaram que as chumaceiras incorporando as características do presente invento apresentavam um rendimento impressionantemente melhor mesmo em comparação com a estrutura divulgada na anterior patente No. 4.496.251 do inventor do presente pedido de patente. Num ensaio recentemente efectuado, os apoios de moentes característicos do presente invento foram utilizados numa chumaceira radial com um invólucro radial de 2,31 mm (0,091 polegadas). As deflexões sofridas pelas guarnições da chumaceira no sentido de fora para dentro foram de 0,0076 mm (0,0003 polegadas), o que confere à chumaceira uma excepcional estabilidade e um excelente rendimento. A obtenção de valores de deflexão comparáveis utilizando a disposição que se acha representada na anterior patente No. 4.496.251 do inventor do presente

pedido de patente teria exigido um espaço radial de 7,6 mm (0,30 polegadas).

No caso dos apoios de moentes hidrodinâmicos convencionais, é tipicamente necessário proporcionar um intervalo fluido-película entre a superfície das guarnições da chumaceira e a parte do veio a ser suportada. Isto exige a adopção de tolerâncias de fabrico extremamente apertadas, o que vai constituir um obstáculo ao fabrico com elevados volumes de produção.

As chumaceiras características do presente invento podem ser concebidas de maneira a obviar a necessidade de tolerâncias de fabrico tão apertadas. Especificamente, através da provisão de adequados furos, entalhes e cortes ou rasgos, é possível definir uma chumaceira que apresente virtualmente qualquer desejada característica de rendimento. Uma dessas características é a característica de rigidez ou de elasticidade que a guarnição da chumaceira apresenta na direcção da carga, isto é, na direcção radial (rigidez radial) no que diz respeito às chumaceiras radiais e na direcção axial (rigidez axial) no que diz respeito às chumaceiras de impulso.

No âmbito da técnica relativa às chumaceiras é sabido que a película de fluido entre o veio e a chumaceira pode ser modelada como uma mola visto a característica de rigidez ou de elasticidade da película de fluido na direcção radial ou axial poder ser calculada. Isto é verdade tanto para os fluidos compressíveis como para os fluidos incompressíveis, mas é particularmente útil com respeito aos lubrificantes fluidos gasosos. A rigidez da película de fluido e a rigidez da chumaceira actuam em oposição uma em relação à outra, de maneira que se a característica de rigidez ou de elasticidade da película de fluido ultrapassar a característica de rigidez ou de elasticidade da

chumaceira, a chumaceira irá deflectir na direcção da rigidez da película de fluido (isto é, na direcção radial no caso das chumaceiras radiais e na direcção axial no caso das chumaceiras de impulso) até que a rigidez do fluido e da chumaceira fiquem em equilíbrio. Deste modo descobriu-se que se uma chumaceira radial for concebida de maneira a que a rigidez radial da chumaceira seja menor do que a rigidez radial da película de fluido, não será necessário que o afastamento entre o veio e a chumaceira tenha um grande grau de precisão porque a rigidez radial da película de fluido irá de uma maneira automática e instantânea promover uma adequada deflexão radial do apoio de moente, ou chumaceira radial, quando o veio se encontrar animado de movimento de rotação. A virtualmente instantânea formação da cunha vai dar origem a uma virtualmente instantânea formação da película de protecção constituída pelo fluido, indo desse modo impedir que a superfície de formação da cunha sofra estragos que ocorrem tipicamente a baixas velocidades durante a formação da película de fluido.

A rigidez radial da chumaceira depende, evidentemente, principalmente do módulo de secção, ou de flexão, da estrutura de suporte que por sua vez depende da forma da estrutura de suporte. A rigidez radial da guarnição também depende do comprimento dos rasgos ou cortes formados na chumaceira. Isto é válido também para as chumaceiras de impulso com excepção, naturalmente, de que nesse caso é a rigidez axial da chumaceira que é crítica. Por conseguinte, graças ao presente invento é possível obter elevados rendimentos sem que para isso seja necessário que as chumaceiras sejam fabricadas com as apertadas tolerâncias tipicamente exigidas pelas chumaceiras hidrodinâmicas.

Por exemplo, as chumaceiras características do presente invento podem ser concebidas de maneira a terem que ser montadas

à pressão quando forem instaladas no veio, o que irá fazer com que à medida que a chumaceira for sendo metida à pressão no veio, as guarnições vão deflectindo ligeiramente de maneira a assumirem a forma de uma cunha convergente quando estiverem na posição estacionária depois da chumaceira se encontrar instalada. O bordo de fuga da guarnição da chumaceira vai ficar em contacto com o veio. No momento em que se dá o arranque, a película de fluido penetra no interior da cunha fazendo subir a pressão no seio do fluido aí contido, o que por sua vez vai provocar a separação entre o veio e a guarnição. Deste modo, de acordo com outro importante aspecto do presente invento, as chumaceiras características do presente invento podem ser concebidas e dimensionadas de maneira a que o bordo de fuga das guarnições da chumaceira vão ficar em contacto com a parte do veio a ser suportada, quando o veio se acha em repouso.

As chumaceiras de impulso características do presente invento também podem ser concebidas de maneira a proporcionarem a existência de uma cunha quando estão apenas estaticamente carregadas. A fim de se proporcionar a existência de uma cunha quando as chumaceiras estão apenas estaticamente carregadas, a estrutura de suporte das guarnições das chumaceiras é concebida de maneira a que as guarnições das chumaceiras fiquem inclinadas em direcção ao veio quando nos deslocamos no sentido do bordo circunferencial radialmente interior da guarnição da chumaceira para o bordo circunferencial radialmente exterior da guarnição da chumaceira. Além disso, a estrutura de suporte é concebida de maneira a que as guarnições das chumaceiras fiquem inclinadas em direcção ao veio quando nos deslocamos no sentido do bordo de ataque que se estende segundo uma direcção radial para o bordo de fuga. Deste modo, quando a chumaceira se encontra apenas estaticamente carregada, vai-se formar uma cunha que se aproxima da cunha óptima. Além disso, a guarnição fica inclinada em direcção ao

veio na zona do bordo circunferencial exterior de maneira a proporcionara desejada característica de retenção de fluido. A rigidez da estrutura de suporte também pode ser concebida de maneira a que se vá estabelecer instantaneamente um apropriado espaço entre as guarnições e o veio quando o veio der início ao movimento de rotação.

Em alternativa a chumaceira pode ser concebida de maneira a que a guarnição da chumaceira vá contactar na sua totalidade com a parte do veio a ser suportada, quando o veio se acha em repouso. Este aspecto do presente invento é particularmente útil no caso de elevados volumes de produção de chumaceiras e no caso de chumaceiras que utilizam fluidos lubrificantes gasosos, porque permite uma muito maior variação das tolerâncias de maquinagem. No caso de um exemplo, pode ser concebida uma chumaceira em que uma variação de 0,076 mm (0,003 polegadas) tenha um impacto insignificante sobre a cunha, ao passo que no caso das já conhecidas chumaceiras lubrificadas a gás a maquinagem convencional exige uma tolerância de 0,00000x que só poderá ser obtida através da utilização de sofisticadas e dispendiosas técnicas de maquinagem, como por exemplo a maquinagem micrométrica por meio de um processo de ataque químico.

De acordo com outro aspecto do presente invento, a relação entre a rigidez do fluido e o grau de elasticidade da chumaceira poderá ser usada para se proporcionar uma característica de ajuste automático às chumaceiras combinadas, radiais e de impulso, simples, contínuas e cónicas. Até ao presente momento, a maior dificuldade em pôr em prática uma chumaceira combinada, radial e de impulso, de superfície simples, contínua e cónica tem sido a necessidade de rigorosos ajustes e tolerâncias. O presente invento proporciona uma chumaceira combinada, radial e de impulso, de ajuste automático, que evita esses inconvenientes.

O sistema de chumaceira combinada, radial e de impulso, inclui um veio equipado com um anel cónico. O anel pode ser formado como constituindo uma parte do veio ou ser formado separadamente e ser fixado de forma rotativa ao veio. A chumaceira apresenta uma superfície cónica contínua que é semelhante, mas não complementar, à superfície do anel, visto que uma superfície que fosse complementar teria tendência a gripar. De uma maneira geral, a superfície da chumaceira tem um diâmetro ligeiramente maior do que o anel.

A chumaceira é solicitada em direcção ao anel por meio de uma mola que tem uma determinada característica de elasticidade. Entre a superfície do anel do veio e a superfície da guarnição da chumaceira acha-se colocado um fluido hidrodinâmico. A característica de rigidez ou de elasticidade da película de fluido é possível de ser calculada. Esta rigidez da película de fluido vai actuar em oposição à força que é aplicada pela mola.

Quando o veio se acha em repouso, a mola vai empurrar a chumaceira de maneira a que esta vá estabelecer contacto com o anel do veio. Devido ao facto da chumaceira e do anel terem formas diferentes, este contacto irá fazer-se ao longo de uma única linha (se os ângulos dos cones forem iguais) ou em pontos isolados. O fluido, de preferência o ar ou um líquido lubrificante como por exemplo um óleo, vai encher o restante espaço existente entre o anel e a chumaceira. Quando o veio começa a rodar, a pressão e o grau de rigidez do fluido começam a aumentar. Em condições normais de funcionamento, a película de fluido tem um grau de rigidez capaz de poder ser calculado quando o veio se acha em repouso. Se for escolhida uma mola cujo grau de rigidez seja constante e de valor superior ao grau de rigidez da película de fluido quando o veio se acha em repouso, mas inferior ao grau de rigidez que a película de fluido apresenta em condições

normais de funcionamento, será possível obter um ajuste automático. Especificamente, quando a velocidade do veio começa a aproximar-se das condições normais de funcionamento, a rigidez do fluido torna-se superior à rigidez da mola, a chumaceira afasta-se do anel do veio até que seja atingida uma posição de equilíbrio. Em equilíbrio, a rigidez do fluido é igual à rigidez da mola, a chumaceira encontra-se afastada do anel do veio e o veio vai apoiar-se sobre uma película de fluido.

A força elástica, de mola, pode ser aplicada por meio de uma anilha ou mola helicoidal separada, de um elemento elástico separado ou integral, ou, no caso das chumaceiras equipadas com uma estrutura de suporte de deflexão características do presente invento, de uma estrutura de suporte integral constituída por elementos em forma de vigas.

De acordo com um aspecto do presente invento, será possível proporcionar uma forma de construção de chumaceiras de ajuste automático em que a superfície das guarnições das chumaceiras vão estabelecer contacto com a superfície do veio quando o veio se acha em repouso, mas em que as duas superfícies sejam obrigadas a afastar-se uma da outra por acção de uma película de fluido sob pressão quando o veio se acha a rodar em condições normais de funcionamento. Estas condições podem ser obtidas se as chumaceiras forem concebidas de maneira a que a força que faz com que as superfícies do veio e da chumaceira tenham tendência a aproximar-se uma da outra seja inferior à rigidez do fluido em condições normais de funcionamento, que actua em sentido contrário ao da referida força. Este princípio é aplicável a chumaceiras dotadas de múltiplas guarnições ou a chumaceiras dotadas de superfícies contínuas.

Nas Figs. 53A-53D encontra-se ilustrada de uma maneira um tanto esquemática uma útil realização deste aspecto do presente invento. Especificamente, nas Figs. 53A e 53B encontra-se representado um sistema de suporte simplificado combinado, radial e de impulso, em que um anel (5r) de forma cônica se acha fixado a um veio (5) e uma chumaceira (32) que apresenta uma face cônica, se acha montada num invólucro (10) e é própria para suportar o anel (5r), e por conseguinte o veio (5), tanto na direcção radial como na direcção axial. A chumaceira (32), para efeitos de ilustração, é uma superfície cônica contínua. A superfície da chumaceira (32) apresenta tipicamente uma conicidade de ângulo idêntico ao do anel (5r), mas é ligeiramente maior do que este, de maneira que, em estado de repouso, a chumaceira e o anel ficam excêntricos um em relação ao outro e entre eles vai-se formar um espaço em forma de cunha. Além disso, quando as superfícies da chumaceira e do anel se acham em contacto uma com a outra, esse contacto vai fazer-se ao longo de uma única linha, indo a partir de cada um dos lados da linha de contacto estender-se um espaço convergente em forma de cunha. A chumaceira (32) é solicitada em direcção ao anel (5r) por meio da mola (32s). No estado de repouso, a superfície da chumaceira (32) encontra-se em contacto com a superfície cônica do anel (5r) do veio. As duas superfícies são empurradas uma contra a outra por acção da força exercida pela mola (32s) e da força da gravidade. Quando o veio (5) começa a rodar, a rigidez do fluido hidrodinâmico começa a aumentar até que a rigidez do fluido ultrapasse a força da mola (32s) actuando no sentido de empurrar a superfície da chumaceira (32) de maneira a que esta vá entrar em contacto com a superfície do anel (5r) do veio. Nesse momento o fluido vai obrigar as superfícies a afastarem-se uma da outra vencendo a força da mola (32s) e quaisquer outras forças adicionais até ser atingido um equilíbrio e o anel (5r) do veio e o veio (5) vão ficar apoiados sobre uma película de fluido sobre pressão.

Nas Figs. 53C e 53D encontra-se representado um sistema de suporte combinado, radial e de impulso, que é semelhante ao das Figs. 53A e 53B. No entanto, no caso deste sistema, o anel (5r) encontra-se formado na extremidade do veio (5), conforme se acha representado nas Figs. 53C e 53D. Por conseguinte, neste caso a mola é constituída por uma anilha de mola do tipo Belleville. Os princípios de funcionamento são os mesmos.

A vantagem de um tal sistema de ajuste automático consiste no facto de não ser necessária a manutenção de tolerâncias apertadas uma vez que é o próprio fluido que vai estabelecer um equilíbrio com a força da mola (32s) e as outras forças a fim de assegurar um adequado espaçamento entre a superfície da chumaceira (32) e a superfície do anel (5r) do veio. Na procura de um equilíbrio operativo entre a força da mola e a rigidez da película de fluido existem várias limitações. Por exemplo, uma vez conhecido qual o fluido que irá ser utilizado, irão ser fixadas as características de rigidez desse fluido, uma vez que se trata de características físicas. Nesse caso o equilíbrio terá que ser proporcionado através da escolha de uma apropriado grau de rigidez da mola. A força da mola pode ser proporcionada por meio de qualquer mola conhecida, como por exemplo uma mola do tipo Belleville (inicialmente cónica), uma anilha de mola e um amortecedor elastomérico ou, conforme anteriormente referido, uma estrutura de suporte constituída por elementos em forma de vigas. Na Fig. 53A, a mola (32s) é indicada esquematicamente como sendo uma mola helicoidal. Na Fig. 53C, a mola (32s) é indicada como sendo uma mola do tipo Belleville ou inicialmente cónica. Independentemente do tipo específico de mola que for escolhido, a mola pode ser projectada utilizando princípios conhecidos de modo a apresentar a necessária característica de elasticidade, a fim de poder funcionar da maneira que foi anteriormente descrita. Deste modo, pode ser proporcionado um muito simples e fiável

sistema de chumaceira combinada, radial e de impulso. Naturalmente que estes princípios podem ser aplicados a chumaceiras com formas de construção mais sofisticadas, conforme será analisado a seguir.

Quando produzidas em pequenas quantidades, as chumaceiras aqui divulgadas deverão ser de preferência construídas por meio de métodos de maquinagem por descargas eléctricas ou de corte por raios laser. As linhas duplas que se acham representadas nas figuras correspondem às trajectórias percorridas de facto pelo fio eléctrico ou pelo feixe de raios laser, cujo diâmetro é tipicamente de 0,50 - 1,52 mm (0,002 - 0,060 polegadas). O lubrificante que se escoia para dentro das passagens maquinadas por descargas eléctricas vai actuar como um amortecedor fluido que reduz quaisquer vibrações ou instabilidade que possam surgir às frequências de ressonância. Nas situações anteriormente descritas, em que é formada uma membrana cilíndrica contínua, o amortecimento assume a forma de um amortecedor que apresenta elevadas características de amortecimento. Uma consideração importante a ter em conta no projecto é a de que o comprimento da estrutura de suporte e a direcção segundo a qual este se acha orientado devem ser escolhidos de maneira a proporcionar a deflexão no sentido de fora para dentro que se acha representada na Figura 3. Do mesmo modo, as micrométricas deflexões que as próprias guarnições sofrem na direcção da carga, conforme se acha representado Figura 9, vão dar origem a alterações na excentricidade que vão fazer melhorar ainda mais o rendimento da chumaceira. Chama-se a atenção para o facto de que na obra "Design of Machine Elements", de Faires, a distância entre o centro da chumaceira e o centro do veio é dada a designação de excentricidade da chumaceira. Esta terminologia é bem conhecida por todos os especialistas que se dedicam ao projecto de chumaceiras. Graças à nova maneira de abordar o problema da regulação ou

modificação do grau de rigidez da configuração ou estrutura das chumaceiras, e particularmente das vigas, de maneira a promover o seu ajuste a cada caso particular de aplicação das chumaceiras, é facilmente obtido um rendimento óptimo. A recente análise por meio de computador demonstrou que se pode conseguir obter virtualmente qualquer grau de rigidez ou de deflexão.

Conforme foi anteriormente referido, quando se procede ao fabrico em pequenos volumes de produção ou de protótipos das chumaceiras características do presente invento, as chumaceiras deverão ser de preferência construídas por meio de métodos de maquinagem por descargas eléctricas ou de corte por raios laser. As chumaceiras correspondentes a esses pequenos volumes de produção ou a esses protótipos são normalmente construídas em metal. No entanto, quando estão em causa elevados volumes de produção de um particular tipo de chumaceiras, será mais económico adoptar outros métodos de fabrico tais como os de moldagem por injeção, fundição, vazamento de um metal em pó no interior de matrizes e extrusão. A respeito desses métodos de fabrico convém dizer que pode ser mais económico empregar plásticos, materiais cerâmicos, metais em pó ou materiais compósitos na formação das chumaceiras características do presente invento. Acredita-se que métodos tais como os de moldagem por injeção, fundição, vazamento de um metal em pó no interior de matrizes e extrusão são suficientemente bem conhecidos para que os respectivos processos não precisem de ser aqui pormenorizados. Também se acredita que depois de um protótipo de uma chumaceira ter sido construído, o método de produção de um molde ou de qualquer outro elemento semelhante destinado à produção em massa dessa mesma chumaceira é um método já bem conhecido por parte de todos os especialistas familiarizados com as técnicas de moldagem e de fundição. Além disso não é difícil de perceber que apenas certos tipos de chumaceiras características do presente invento são próprias para

poderem ser feitas em elevados de volumes de produção por meio de um processo de extrusão. De uma maneira geral, essas chumaceiras são aquelas que são formadas apenas através da provisão de entalhes circunferenciais e de cortes ou rasgos radiais e circunferenciais que se estendem axialmente ao longo de toda a chumaceira, isto é, aquelas chumaceiras cuja secção transversal é constante ou facilmente extrudível.

De acordo com outro aspecto do presente invento, descobriu-se que um novo método de fundição pelo processo de "cera perdida" era particularmente útil para ser utilizado no fabrico de quantidades intermédias, por exemplo de quantidades inferiores a 5.000 chumaceiras. De acordo com este método de fabrico, a primeira etapa da operação de fundição pelo processo de "cera perdida" consiste no fabrico de um protótipo de uma chumaceira. Conforme foi anteriormente referido e irá ser a seguir descrito de uma maneira pormenorizada, o protótipo pode ser fabricado por meio de qualquer uma de entre uma série de maneiras, mas é preferível que seja fabricada por maquinagem de uma peça com a forma de uma tubagem de parede espessa ou de um moente cilíndrico semelhante. No caso das chumaceiras de grandes dimensões, o moente cilíndrico é tipicamente maquinado utilizando um torno para formar as faces e os entalhes circunferenciais, e uma fresa para formar os furos axiais e radiais. Na maquinagem de moentes cilíndricos de menores dimensões, são geralmente mais adequadas técnicas tais como as de corte por meio de jacto de água, por meio de raios laser e por meio de descargas eléctricas. No entanto, qualquer que seja a aplicação, os moentes são tipicamente torneados e fresados para a formação de entalhes de maiores dimensões.

Depois do protótipo da chumaceira ter sido formado, poderá ser desejável ensaiar o protótipo a fim de confirmar se a

chumaceira funciona ou não da maneira prevista. Em consequência desse ensaio poderá ser necessário modificar e afinar o protótipo a fim de se poder obter os resultados desejados.

Assim que se conseguir obter um protótipo satisfatório, proceder-se-á à formação de um molde de borracha do protótipo. Tipicamente esta etapa compreende o encerramento do protótipo no interior de um invólucro de borracha em fusão, deixando-se depois a borracha endurecer de modo a formar um molde de borracha do protótipo. O invólucro de borracha no interior do qual se acha encerrado o protótipo irá ser então separado e o protótipo removido a fim de se obter um molde de borracha aberto.

Assim que for obtido o molde de borracha, este irá ser utilizado para a formação de uma moldação de cera. Esta etapa compreende tipicamente o vazamento de cera em fusão no interior do molde de borracha, deixando-se depois a cera endurecer de modo a formar uma moldação de cera da chumaceira.

Depois de se ter obtido a moldação de cera, esta irá ser utilizada para formar um molde de gesso. Esta etapa compreende tipicamente o encerramento da moldação de cera no interior do gesso, deixando-se depois o gesso endurecer em torno da moldação de cera de modo a formar uma moldação do gesso.

O molde de gesso poderá então ser usado para formar uma chumaceira. Especificamente, o material de que irá ser formada a chumaceira, como por exemplo o bronze, no estado de fusão, irá ser vazado no interior do molde de gesso obrigando a moldação de cera a fundir e a ser expulsa para fora do molde. Deste modo o molde de gesso vai ficar cheio com o material de que irá ser formada a chumaceira, no estado de fusão, e a cera no estado de fusão vai ser removida de dentro do molde de gesso.

Depois de se ter deixado que o material de que irá ser formada a chumaceira, e que se encontrava no estado de fusão, possa endurecer, o molde de gesso irá ser removido da sua posição em torno da chumaceira e irá então ser obtida a chumaceira.

Por causa de implicar a perda de uma moldação de cera, este método de fabrico é conhecido por fundição pelo processo de "cera perdida" ou "em molde perdido".

Apesar do método de fundição pelo processo de "cera perdida" anteriormente descrito implicar a perda de uma moldação de cera e a produção dos moldes de borracha e de gesso, e ter um elevado nível de incorporação de mão-de-obra, provou ser um método económico no caso de ser necessário proceder à produção de quantidades intermédias, por exemplo inferiores a 5.000 unidades, de um particular tipo de chumaceira. Os baixos custos deste processo no caso da produção de menores quantidades de chumaceiras devem-se ao facto dos moldes utilizados neste método serem de produção muito menos dispendiosa do que os complexos moldes que é necessário utilizar no processo de moldagem por injeção ou de vazamento de metais em pó.

Conforme foi anteriormente referido, a primeira etapa no método de fundição pelo processo de "cera perdida", como de resto em qualquer método, de produção de chumaceiras de acordo com o presente invento é a de produção de um protótipo da chumaceira. De acordo com outro aspecto do presente invento, as relativamente complexas chumaceiras radiais e de impulso características do presente invento podem ser formadas através da utilização de técnicas de fabrico simples. São utilizadas técnicas semelhantes tanto para o fabrico de chumaceiras de impulso como de chumaceiras radiais.

Tendo em consideração aquilo que foi anteriormente dito, supõe-se ser suficiente descrever o método de produção de uma única chumaceira radial através da utilização de processos de fabrico por meio de descargas eléctricas e de maquinagem. Acredita-se que a descrição de um tal processo de fabrico serve para demonstrar a facilidade com que se pode conseguir obter as relativamente complexas formas das chumaceiras características do presente invento.

Cada chumaceira apresenta inicialmente a forma de uma peça cilíndrica em bruto na qual se acha formado um furo cilíndrico, conforme se acha representado nas Figuras 11A e 11B. A peça em bruto irá então ser maquinada de maneira a nela ser formado um entalhe radial para o fluido de lubrificação, conforme se acha representado nas Figuras 12A e 12B. No caso de certas aplicações é desejável maquinar ainda mais a peça em bruto, de maneira a que esta passe a incluir uns entalhes de facejamento que vão ficar de preferência dispostos de forma simétrica nas faces radiais das chumaceiras, conforme se acha representado nas Figuras 13A e 13B. A provisão desses entalhes de facejamento vai dar no fim de contas origem a uma chumaceira capaz de deflectir facilmente quando é submetida a esforços de torção. Apesar dos entalhes que se acham representados nas Figuras 13A e 13B serem cilíndricos, é possível proporcionar a formação de entalhes cónicos como aqueles que se acham representados nas Figuras 14A e 14B. Como será evidente a partir daquilo que irá ser dito a seguir, isto vai dar origem a uma chumaceira que apresenta aperfeiçoadas características de deflexão em virtude do alinhamento angular das vigas de suporte. Neste contexto chama-se a atenção para o facto de ser preferível que a conicidade das vigas de suporte, de acordo com a maneira como estas são vistas na Figura 14A, se faça ao longo de linhas que vão convergir num ponto situado próximo da linha de centros do veio. Isto assegura

que a flexibilidade se vá realizar em torno da linha de centros do veio graças ao estabelecimento de um centro de acção para a totalidade do sistema capaz de fazer com que as guarnições se possam ajustar às deficiências de alinhamento do veio. Em essência, a conicidade das vigas de suporte vai fazer com que a chumaceira vá actuar de uma maneira semelhante a uma chumaceira esférica graças à concentração das forças de suporte num único ponto em torno do qual o veio pode articular rodando em todas as direcções de modo a corrigir qualquer deficiência de alinhamento. As setas representadas na Figura 14A ilustram as linhas de acção da deflexão.

As chumaceiras que apresentem secções transversais do tipo representado nas Figuras 12A e 14A são particularmente eficazes no que respeita à sua capacidade de retenção do fluido hidrodinâmico. Isto é devido ao facto da guarnição de apoio da chumaceira ser suportada próximo das extremidades axiais da própria guarnição e da parte central da guarnição de apoio da chumaceira não ser suportada directamente. Em virtude desta forma de construção, a guarnição de apoio da chumaceira é suportada de maneira a que quando se acha submetida à acção de uma carga se vai deformar de modo a determinara a formação de uma bolsa côncava de retenção de fluido, isto é, a parte central da guarnição da chumaceira vai deflectir radialmente no sentido de dentro para fora. Isto vai fazer diminuir grandemente as perdas de fluido. Naturalmente que o grau de formação de bolsas depende das dimensões relativas da guarnição da chumaceira e da estrutura de suporte. Pode-se obter uma bolsa de retenção de fluido com maiores dimensões através da provisão de uma superfície mais fina para a guarnição da chumaceira e suportando a superfície da guarnição na zona das extremidades axiais da guarnição da chumaceira.

Depois da peça em bruto, de forma cilíndrica, ter sido correctamente maquinada da maneira que se acha representada nas Figuras 12A e 12B, nas Figuras 13A e 13B, ou nas Figuras 14A e 14B, irão ao longo da face radial da peça em bruto já maquinada ser formados uns rasgos ou entalhes radiais e/ou circunferenciais próprios para definir as guarnições de apoio da chumaceira, os suportes em forma de vigas e o invólucro. As Figuras 14C e 14D ilustram esses entalhes formados na peça em bruto já maquinada representada nas Figuras 14A e 14B. Quando se procede ao fabrico de reduzidos volumes de produção de chumaceiras ou de protótipos de chumaceiras para usar na construção de um molde, os cortes ou rasgos deverão ser de preferência formados através de um processo de fabrico por meio de descargas eléctricas ou através da utilização de raios laser. A maquinagem das peças em bruto, de forma cilíndrica, destinada a obter-se as configurações que se acham ilustradas nas Figuras 12A e 12B, nas Figuras 13A e 13B, nas Figuras 14A e 14B ou numa forma semelhante pode ser feita através da utilização de máquinas-ferramentas convencionais tais como um torno ou uma máquina semelhante.

Apesar da anterior análise ser especificamente dirigida às chumaceiras radiais, os princípios aplicam-se de forma exactamente igual às chumaceiras de impulso. Por exemplo, a chumaceira de impulso que se acha representada nas Figuras 15-18 pode ser formada por meio de um processo de maquinagem de uma secção de uma tubagem de parede espessa a fim de proporcionar a formação de entalhes radialmente interiores e exteriores, entalhes de facejamento, furos axiais, cortes radiais e chanfros, de maneira a definir as guarnições de apoio da chumaceira e a estrutura de suporte.

As características de rendimento das chumaceiras características do presente invento resultam da forma relativa,

das dimensões, da localização e das características do material das guarnições de apoio da chumaceira e dos suportes constituídos por elementos em forma de vigas definidos pelos furos e cortes ou rasgos praticados na peça em bruto já maquinada. Estes parâmetros são em grande parte pelas dimensões e localização dos furos, cortes ou rasgos circunferenciais radiais formados na chumaceira em conjunção com a forma da peça em bruto já maquinada em que os furos ou rasgos são formados para dar origem à chumaceira.

Conforme foi anteriormente referido, apesar da forma de construção das chumaceiras características do presente invento ser mais facilmente compreendida com referência ao processo de maquinagem, o fabrico de chumaceiras em maiores quantidades deverá ser feita de preferência por meio do método de fundição pelo processo de "cera perdida" característico do presente invento, e o fabrico de chumaceiras características do presente invento em ainda maiores escalas de produção poderá ser levada a cabo de uma maneira mais económica através de um processo de moldagem por injeção, fundição, vazamento de um metal em pó no interior de matrizes, extrusão ou de processos semelhantes.

Quando se procede à extrusão de um elevado número de chumaceiras a partir de uma peça em bruto, de forma cilíndrica, semelhante a um tubo, antes de se efectuar a operação de extrusão pode-se proceder à formação de uns entalhes radiais para o fluido de lubrificação, como aqueles que se acham representados nas Figuras 12A e 12B, ao longo do comprimento da referida peça em bruto, de forma cilíndrica, semelhante a um tubo. No entanto, no caso de se desejar que a chumaceira se ache dotada de entalhes de facejamento, estes podem ser definidos individualmente depois de se ter procedido à realização da operação de separação de cada uma das chumaceiras da peça em bruto extrudida e maquinada. Por este motivo a extrusão poderá não ser o método preferível para a

produção de chumaceiras que precisem de ser dotadas de entalhes de facejamento a fim de melhorar a sua flexibilidade em resposta aos esforços de torção.

Lisboa, 13 de Abril de 1992



J. PEREIRA DA CRUZ

Agente Oficial da Propriedade Industrial

RUA VICTOR CORDON, 10 - A 3.º

1200 LISBOA

110 808

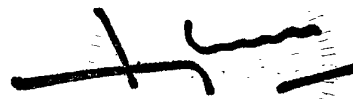
REIVINDICAÇÕES

1ª. - Chumaceira hidrodinâmica própria para suportar um veio rotativo, caracterizada por compreender uma pluralidade de guarnições de apoio espaçadas entre si e uma estrutura de suporte própria para suportar as guarnições de apoio, tendo cada uma das guarnições de apoio uma superfície de guarnição ou revestimento voltada para o veio rotativo, uma superfície de suporte voltada para a estrutura de suporte, um bordo de ataque, um bordo de fuga e dois bordos laterais, e por no bordo de ataque das guarnições se achar formada uma face arredondada que se destina a fazer aumentar o comprimento do bordo de ataque.

2ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender também uma pluralidade de rebordos formados na superfície de suporte que se acha voltada para a estrutura de suporte, indo os rebordos estender-se ao longo dos bordos laterais da guarnições de apoio e contactar com a estrutura de suporte de maneira a que quando se acha submetida à acção de uma carga, a parte da guarnição que fica situada entre os rebordos vá deflectir em direcção à estrutura de suporte, ou seja, deflectir de modo a aproximar-se da estrutura de suporte.

3ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a estrutura de suporte ser rígida.

4ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a estrutura de suporte incluir uma pluralidade de vigas próprias para suportar as guarnições de maneira a que estas possam realizar movimentos com seis graus de liberdade.



5ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 4, caracterizada por a estrutura de suporte compreender uma pluralidade de elementos de suporte semelhantes a vigas e pelo menos um elemento de suporte das vigas; encontrando-se cada um dos elementos de suporte semelhantes a vigas espaçado em relação a uma guarnição de apoio, havendo uma parte em forma de cepo que vai promover a ligação da referida guarnição de apoio ao elemento de suporte semelhante a uma viga e que vai suportar a referida guarnição de apoio de maneira a que esta se possa deslocar com respeito ao elemento de suporte semelhante a uma viga; e encontrando-se o referido elemento de suporte semelhante a uma viga apoiado no referido elemento de suporte das vigas de maneira a poder deslocar-se com respeito a este último.

6ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por a referida face da guarnição de apoio possuir uma linha de centros e por a referida parte de suporte suportar a referida guarnição de apoio num ponto situado entre a referida linha de centros e o referido bordo de fuga.

7ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por as referidas guarnições de apoio serem suportadas de maneira a poderem deflectir em torno de um ponto situado entre o referido bordo de ataque e o referido bordo de fuga quando forem submetidas à acção de uma carga, de maneira a que o referido bordo de fuga vá deflectir de modo a deslocar-se em direcção ao veio, ou seja, a aproximar-se do veio, e o referido bordo de ataque vá deflectir de modo a afastar-se do veio, fazendo com que o bordo de fuga vá ficar entre duas a cinco vezes mais próximo do veio do que o bordo de ataque vai ficar em relação ao referido veio.



8ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por as referidas guarnições serem formadas e suportadas de maneira a irem deflectir de modo a assumirem a forma de um aerofólio quando são submetidas à acção de uma carga.

9ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por as referidas guarnições serem formadas e suportadas de maneira a irem deflectir de modo a assumirem a forma de um canal quando são submetidas à acção de uma carga.

10ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por o elemento de suporte das vigas compreender uma membrana amortecida por um fluido.

11ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por a guarnição ter uma forma facilmente moldável.

12ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 5, caracterizada por a guarnição ter um eixo principal substancialmente alinhado com o eixo longitudinal do veio e por as superfícies da guarnição de apoio compreenderem partes de um cone cujo vértice se acha situado sobre o eixo principal, de maneira que a guarnição é própria para suportar o veio tanto no que respeita às cargas axiais como às cargas radiais que sobre ele actuam.

13ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a estrutura de suporte compreender uma parte primária de suporte da guarnição de apoio, uma parte secundária de suporte da guarnição de apoio e uma parte de suporte

terciária, encontrando-se a parte de suporte primária dividida numa pluralidade de suportes das guarnições de apoio que são semelhantes a vigas, sendo cada uma das guarnições constitutivas da referida pluralidade de guarnições de apoio suportada pelo menos por um dos elementos constitutivos da pluralidade de elementos de suporte das guarnições que são semelhantes a vigas e que integram a parte de suporte primária; indo a parte de suporte secundária suportar cada um dos elementos constitutivos da referida pluralidade de elementos semelhantes a vigas e a parte de suporte terciária suportar a parte de suporte secundária; sendo a estrutura unitária de suporte concebida para suportar as guarnições de apoio de maneira a que estas possam realizar movimentos com seis graus de liberdade, a fim de otimizar a formação de uma cunha hidrodinâmica.

14ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender também um material plástico poroso que vai encher o espaço situado entre as guarnições de apoio, indo o material plástico poroso ser impregnado com lubrificante, de maneira que a deflexão de pelo menos uma das guarnições de apoio e da estrutura de suporte irá fazer com que o material plástico poroso vá libertar lubrificante que se irá depositar sobre a superfície das guarnições de apoio.

15ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a chumaceira ser bidirecional, de maneira que inclui dois bordos de ataque e dois bordos de fuga.

16ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por a superfície de suporte de cada uma das guarnições de apoio ser inclinada em direcção ao bordo de ataque, de maneira que a guarnição é mais fina na zona do bordo de ataque do

que no centro da guarnição de apoio, a fim de fazer aumentar o grau de flexibilidade do bordo de ataque da guarnição de apoio.

17ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender também um entalhe formado na superfície de suporte de cada uma das guarnições de apoio num local próximo do bordo de ataque da guarnição de apoio, a fim de fazer aumentar o grau de flexibilidade da guarnição de apoio na direcção da superfície de suporte.

18ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender também uma reentrância formada no fundo da superfície de suporte de cada uma das guarnições de apoio, encontrando-se a referida reentrância espaçada dos bordos laterais e estendendo-se a partir do bordo de ataque da guarnição de apoio de maneira a que, quando for submetida à acção de uma carga, a guarnição vá deflectir de modo a determinar a formação de uns canais de retenção de lubrificante e a fazer aumentar a flexão do bordo de ataque.

19ª. - Chumaceira de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por as guarnições de apoio serem formadas a partir de um único elemento e por as guarnições individuais serem definidas por entalhes formados na superfície das guarnições.

20ª. - Chumaceira hidrodinâmica própria para suportar um veio rotativo, caracterizada por compreender uma pluralidade de guarnições de apoio espaçadas entre si e uma estrutura de suporte própria para suportar as guarnições de apoio, tendo cada uma das guarnições de apoio uma superfície de guarnição ou revestimento voltada para o veio rotativo, uma superfície de suporte voltada para a estrutura de suporte, um bordo de ataque, um bordo de fuga e dois bordos laterais, e por na superfície de

suporte da guarnição de apoio ser proporcionada a existência de um par de rebordos inferiores que se estendem ao longo dos bordos laterais da guarnição de apoio e que vão estabelecer contacto com a estrutura de suporte de maneira a que, quando for submetida à acção de uma carga, a parte da guarnição situada entre os rebordos vá deflectir em direcção à estrutura de suporte, ou seja, deflectir de modo a aproximar-se da estrutura de suporte.

21ª. - Chumaceira hidrodinâmica própria para suportar um veio rotativo, caracterizada por compreender uma pluralidade de guarnições de apoio espaçadas entre si e uma estrutura de suporte própria para suportar as guarnições de apoio, tendo cada uma das guarnições de apoio uma superfície de guarnição ou revestimento voltada para o veio rotativo, uma superfície de suporte voltada para a estrutura de suporte, um bordo de ataque, um bordo de fuga e dois bordos laterais, e por a superfície de suporte de cada uma das guarnições de apoio ser inclinada em direcção ao bordo de ataque, de maneira que o bordo de ataque da guarnição de apoio é mais fina do que a zona central da guarnição de apoio.

22ª. - Chumaceira hidrodinâmica própria para suportar um veio rotativo, caracterizada por compreender uma pluralidade de guarnições de apoio espaçadas entre si e uma estrutura de suporte própria para suportar as guarnições de apoio, tendo cada uma das guarnições de apoio uma superfície de guarnição ou revestimento voltada para o veio rotativo, uma superfície de suporte voltada para a estrutura de suporte, um bordo de ataque, um bordo de fuga e dois bordos laterais, e por num local da superfície de suporte próximo do bordo de ataque da guarnição de apoio se achar formado um entalhe que se estende entre os bordos laterais da guarnição de apoio em direcção à superfície de

guarnição, a fim de fazer aumentar o grau de flexibilidade do bordo de ataque em direcção oposta ao veio a ser suportado.

23ª. - Chumaceira hidrodinâmica própria para suportar um veio rotativo, caracterizada por compreender uma pluralidade de guarnições de apoio espaçadas entre si e uma estrutura de suporte própria para suportar as guarnições de apoio, tendo cada uma das guarnições de apoio uma superfície de guarnição ou revestimento voltada para o veio rotativo, uma superfície de suporte voltada para a estrutura de suporte, um bordo de ataque, um bordo de fuga e dois bordos laterais, e por na superfície de suporte de cada uma das guarnições de apoio se achar formada uma reentrância, encontrando-se a referida reentrância espaçada dos bordos laterais e estendendo-se a partir do bordo de ataque da guarnição de apoio de maneira a ir definir um corte na parte inferior da guarnição de apoio, indo uma parte da guarnição de apoio onde não se acha formada nenhuma reentrância ficar em contacto com a estrutura de suporte de maneira que, quando for submetida à acção de uma carga, a zona da guarnição onde se acha formado o corte vai deflectir de modo a afastar-se do veio a ser suportado e a deslocar-se em direcção à estrutura de suporte, ou seja, a aproximar-se da estrutura de suporte, de maneira a definir uma bolsa de retenção de lubrificante e a permitir que o lubrificante possa penetrar no bordo de ataque.

24ª. - Chumaceira hidrodinâmica própria para suportar um veio rotativo, caracterizada por compreender uma pluralidade de guarnições de apoio espaçadas entre si e uma estrutura de suporte própria para suportar as guarnições de apoio, tendo cada uma das guarnições de apoio uma superfície de guarnição ou revestimento voltada para o veio rotativo, uma superfície de suporte voltada para a estrutura de suporte, um bordo de ataque, um bordo de fuga e dois bordos laterais, e por irem ser definidas

guarnições individuais por meio de entalhes de definição de guarnições que se acham formados na superfície das guarnições e que se estendem entre os bordos laterais das guarnições de apoio.

25ª. - Chumaceira de impulso hidrodinâmica própria para suportar um veio rotativo, caracterizada por compreender: um corpo cilíndrico dotado de uma superfície cilíndrica radialmente interior; uma superfície cilíndrica radialmente exterior; e duas faces planas que se estendem entre os bordos radialmente interior e exterior; encontrando-se na primeira face plana formada uma pluralidade de entalhes axiais de definição de guarnições que se estendem radialmente e se acham circunferencialmente espaçados entre si, a fim de definir uma pluralidade de guarnições de apoio, tendo cada uma das guarnições de apoio um bordo de ataque, um bordo de fuga e bordos laterais definidos pelos bordos radialmente interior e exterior;

encontrando-se no fundo da segunda face plana do corpo cilíndrico formada uma pluralidade de reentrâncias que se acham espaçadas dos bordos radialmente interior e exterior e que se estendem em direcção à primeira superfície plana, de maneira a formar um corte na parte inferior da primeira superfície plana, e encontrando-se aas referidas reentrâncias também circunferencialmente espaçadas de maneira a formar um corte na parte inferior da parte do bordo de ataque de cada uma das guarnições definidas pelos entalhes de definição de guarnições.

26ª. - Chumaceira de impulso hidrodinâmica, de acordo com a reivindicação 25, caracterizada por as reentrâncias que se acham formadas na segunda superfície plana terem genericamente a forma de uma ferradura, de maneira a definir umas partes constitutivas de uns rebordos circunferenciais e um bordo circular com um corte na parte inferior.

27ª. - Suporte combinado, radial e de impulso, para um anel que roda juntamente com um veio rotativo e que possui uma superfície de forma cônica, caracterizado por compreender: um invólucro; uma chumaceira que se acha montada no invólucro e que possui uma face cônica própria para estabelecer contacto com a superfície de forma cônica do anel; uma mola que actua entre o invólucro e a face cônica da chumaceira e que vai solicitar a face cônica da chumaceira de maneira a que esta tenha tendência a deslocar-se em direcção à superfície de forma cônica do anel, tendo a mola um predeterminado grau de rigidez;

encontrando-se entre a face cônica da chumaceira e superfície de forma cônica do anel localizada uma película de fluido que tem uma rigidez característica, de maneira que em condições normais de funcionamento, a rigidez da película de fluido é maior do que a rigidez da mola, o que irá fazer com que a película de fluido vá obrigar a chumaceira a afastar-se do veio.

28ª. - Suporte de acordo com a reivindicação 27, caracterizado por a mola ser uma mola helicoidal localizada entre o invólucro e a chumaceira.

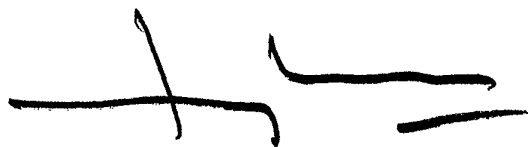
29ª. - Suporte de acordo com a reivindicação 27, caracterizado por a mola ser uma anilha de mola localizada entre o invólucro e a chumaceira.

30ª. - Suporte de acordo com a reivindicação 27, caracterizado por a mola e a chumaceira serem formadas por uma única peça.

31ª. - Suporte de acordo com a reivindicação 27, caracterizado por a mola ser uma estrutura de suporte

compreendendo uma primeira parte que se vai apoiar sobre o invólucro e uma segunda parte que suporta a face da chumaceira e que é flexível em relação à primeira parte, de maneira que a estrutura de suporte vai actuar como uma mola.

Lisboa, 13 de Abril de 1992



J. PEREIRA DA CRUZ
Agente Oficial da Propriedade Industrial
RUA VICTOR CORDON, 10-A 3.º
1200 LISBOA

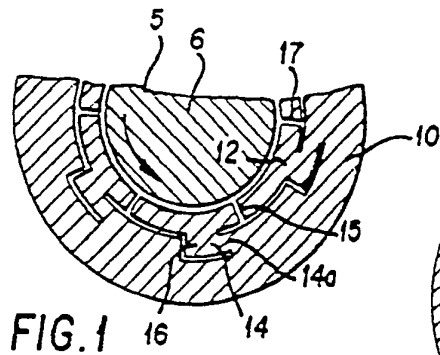


FIG. 1

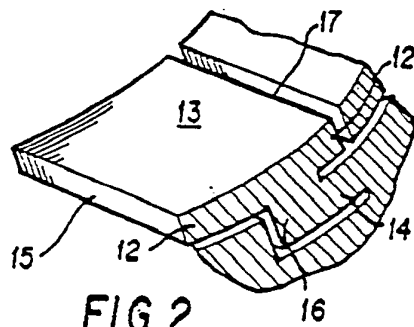


FIG. 2

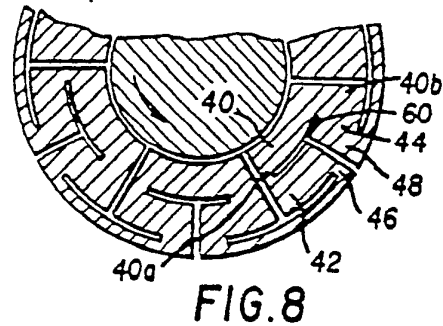


FIG. 8

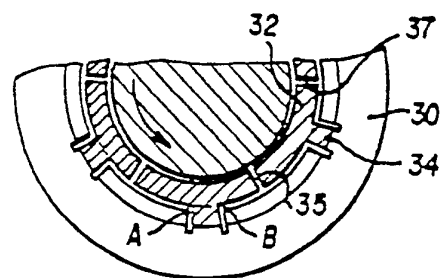


FIG. 4

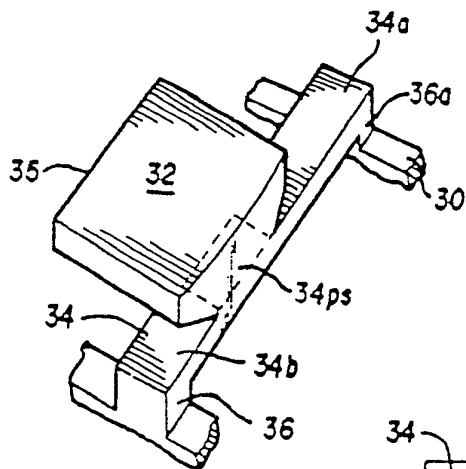


FIG. 5

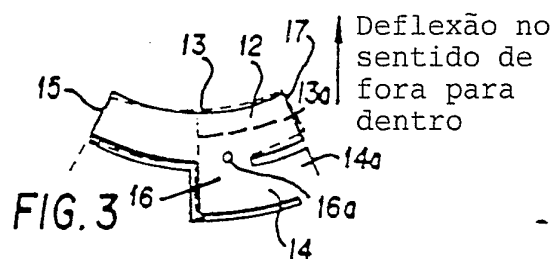


FIG. 3

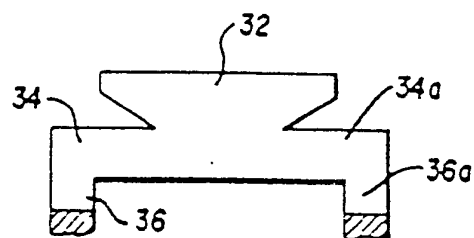


FIG. 6

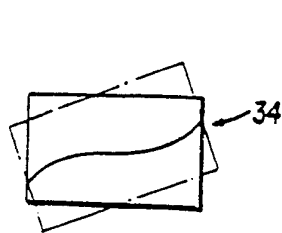


FIG. 7

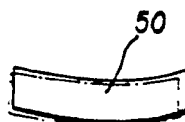


FIG. 9



FIG. 10A

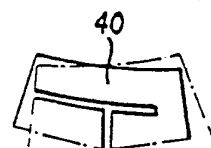


FIG. 10

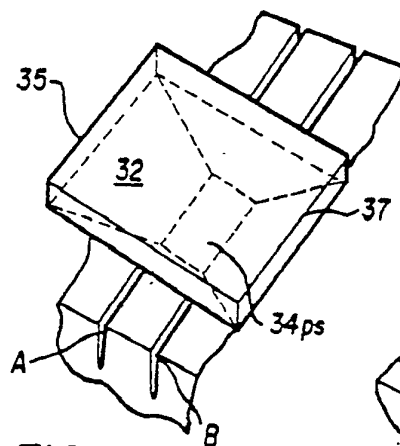


FIG. 5B

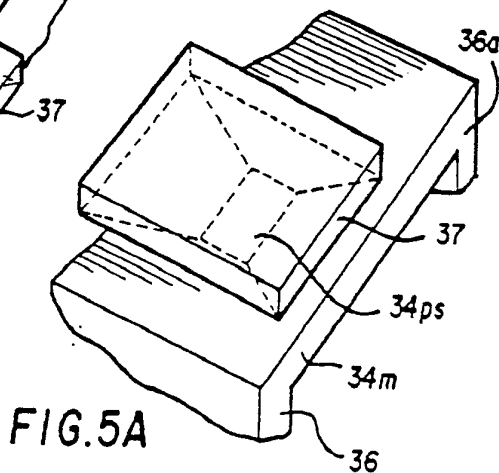


FIG. 5A

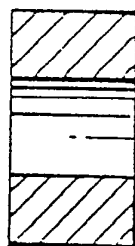


FIG. 11A

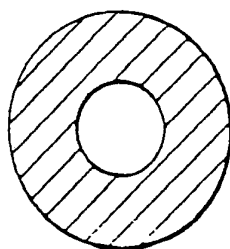


FIG. 11B

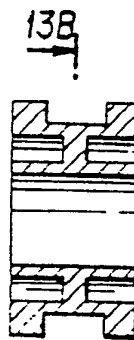


FIG. 13A

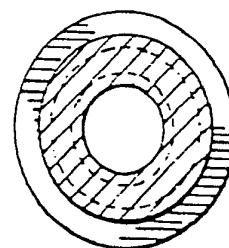


FIG. 13B

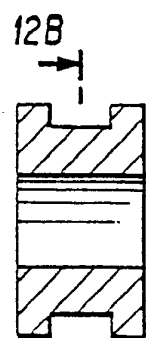


FIG. 12A

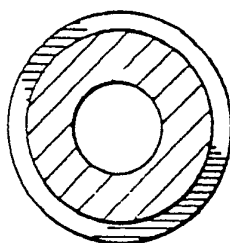


FIG. 12B

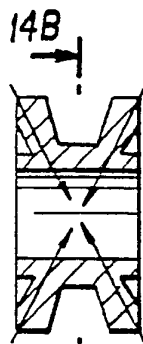


FIG. 14A

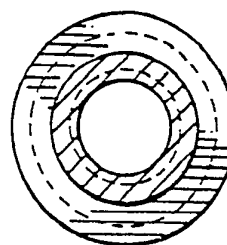


FIG. 14B

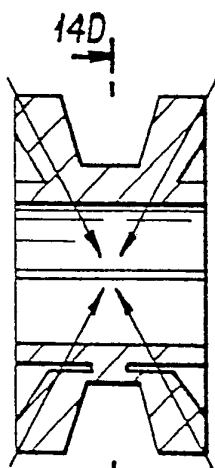


FIG. 14C

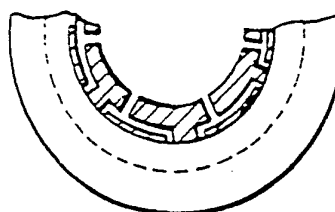


FIG. 14D

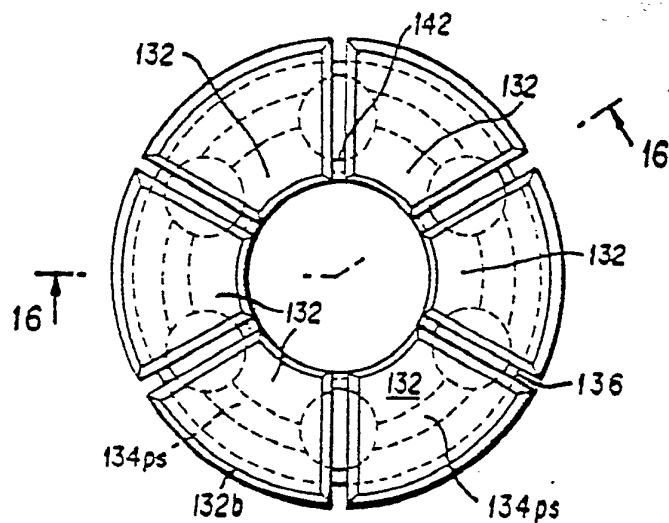


FIG. 15

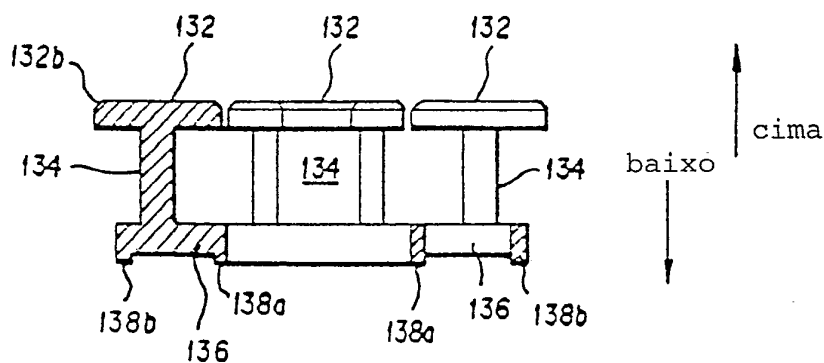


FIG. 16

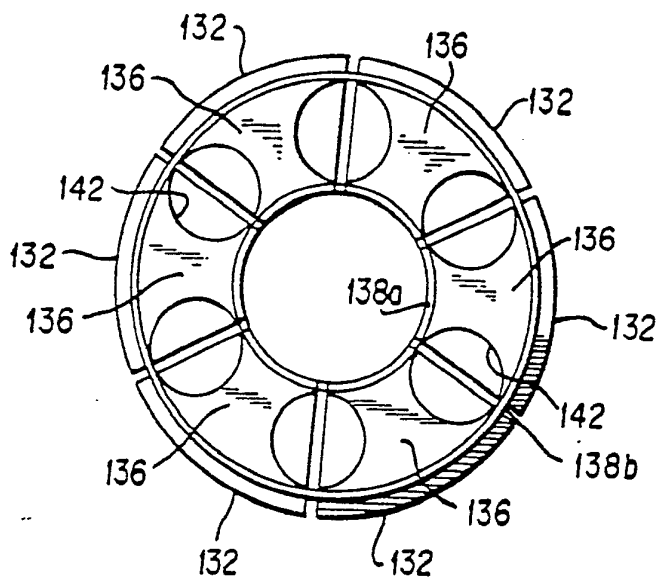


FIG. 17

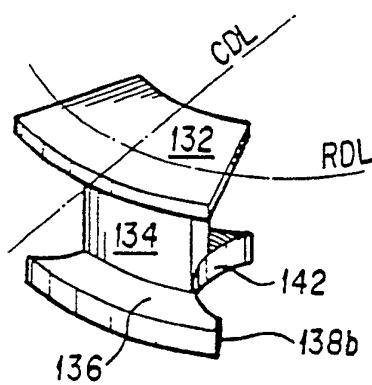


FIG. 18

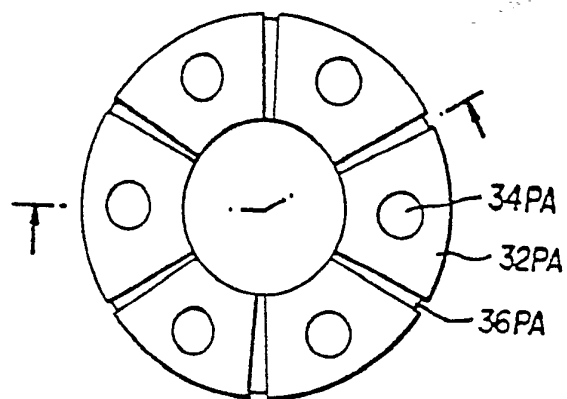


FIG. 19 Técnica Anterior

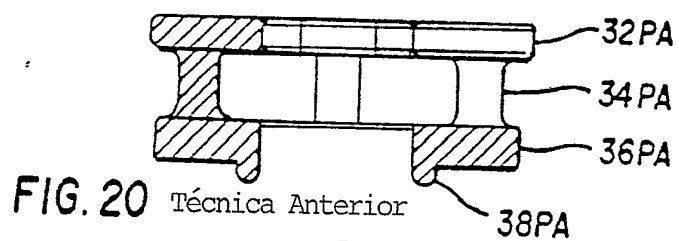


FIG. 20 Técnica Anterior

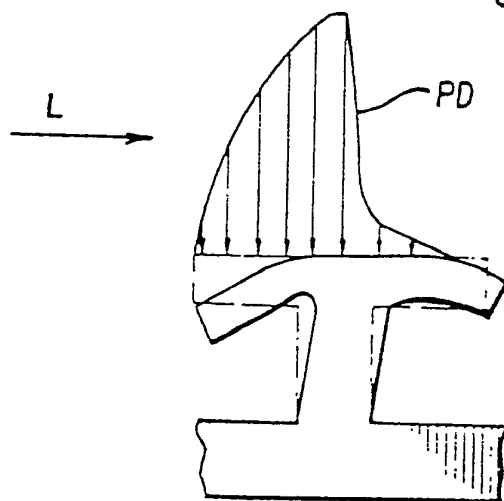


FIG. 20A Técnica Anterior

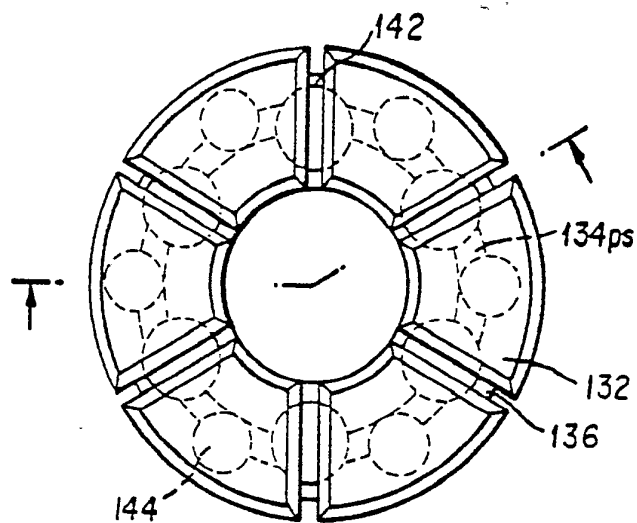


FIG. 21

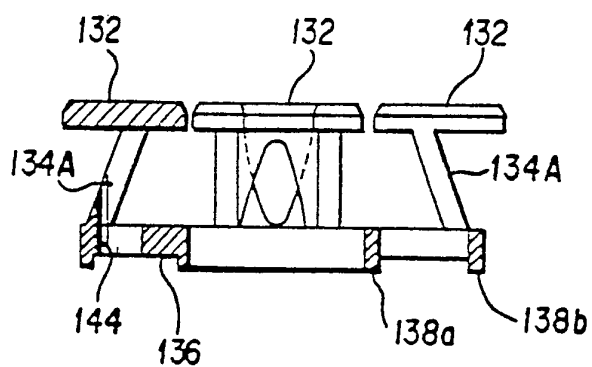


FIG. 22

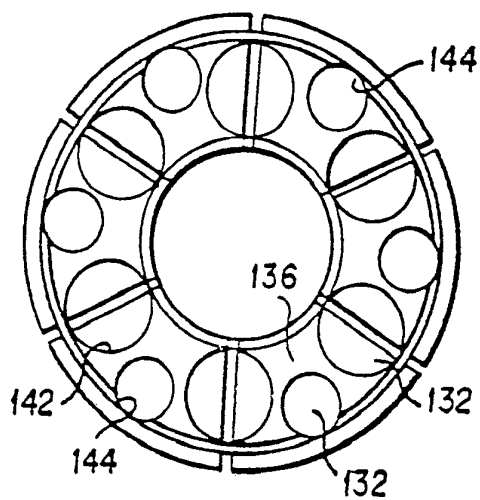


FIG. 23

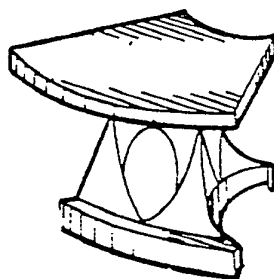


FIG. 24

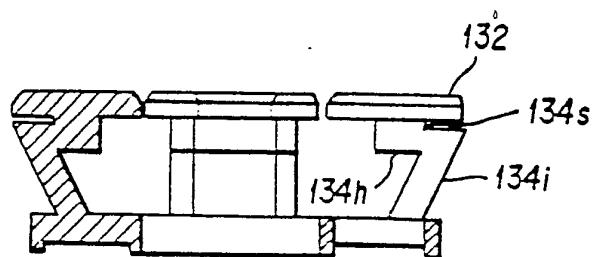
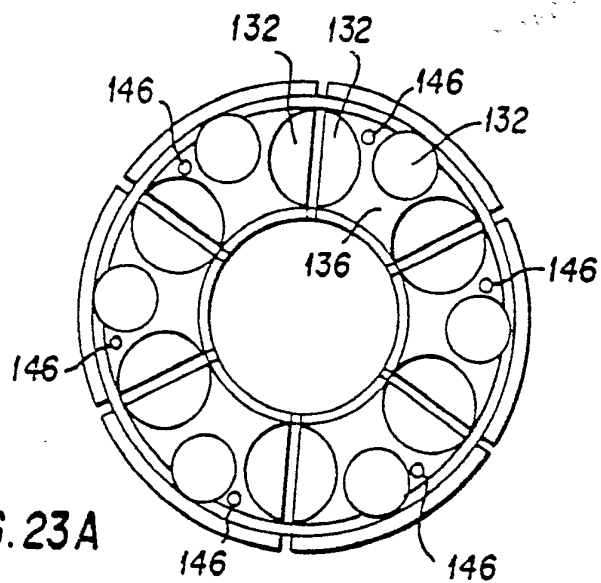


FIG. 25

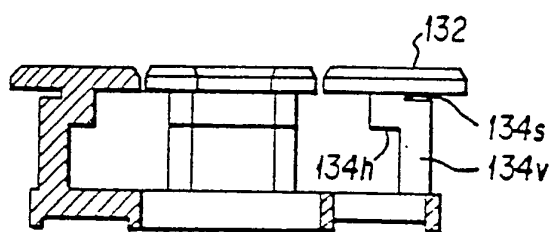
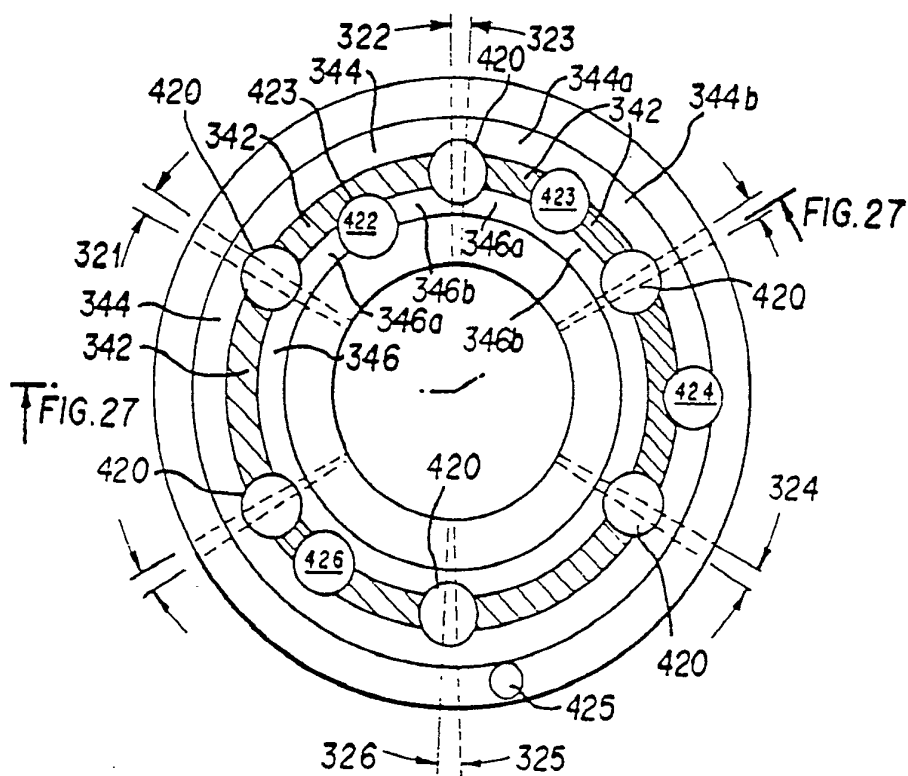
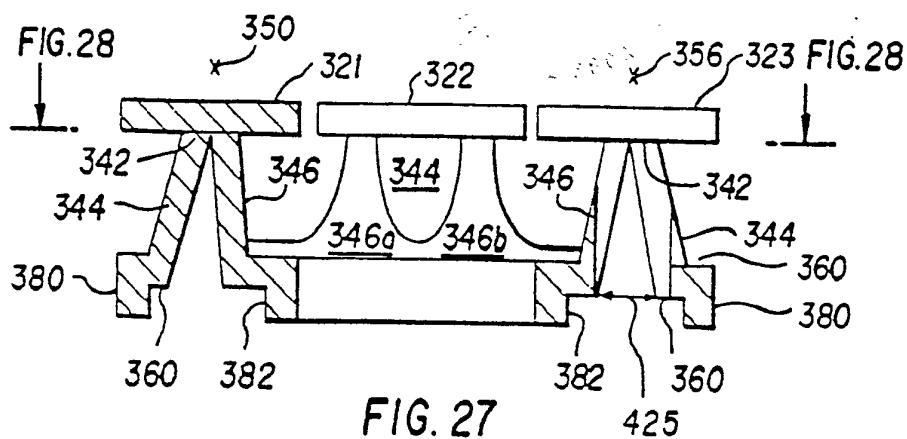
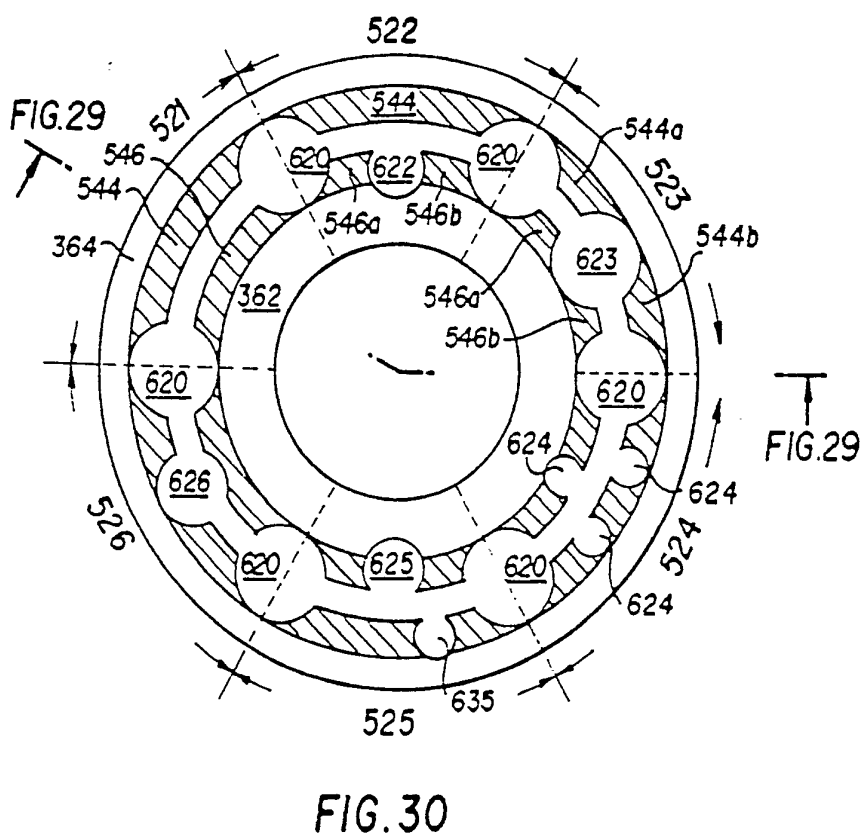
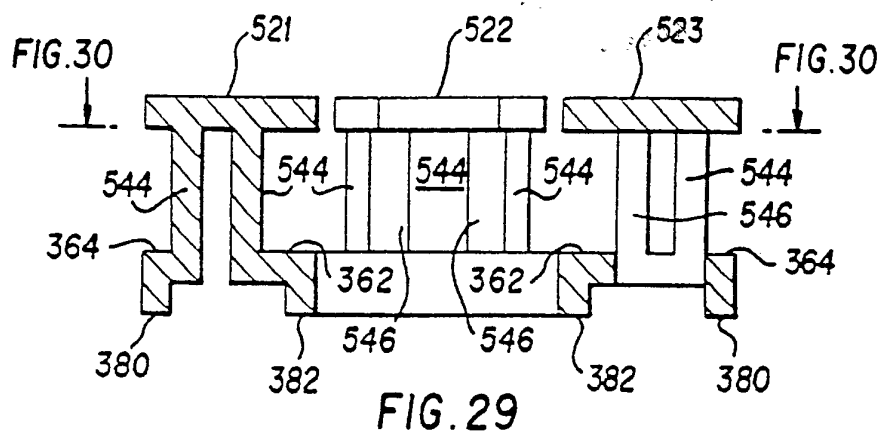


FIG. 26





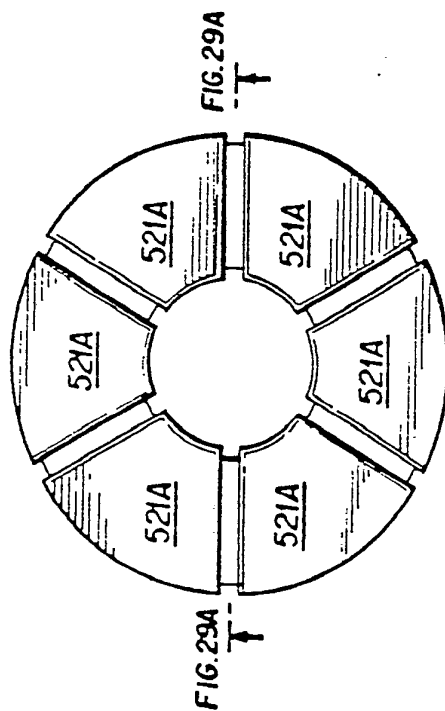


FIG. 30A

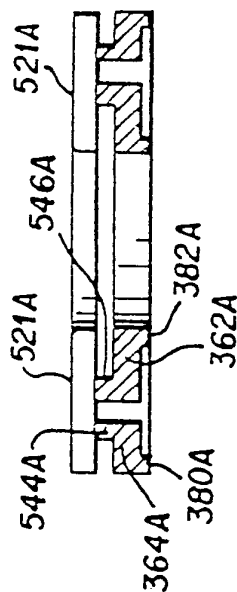


FIG. 29A

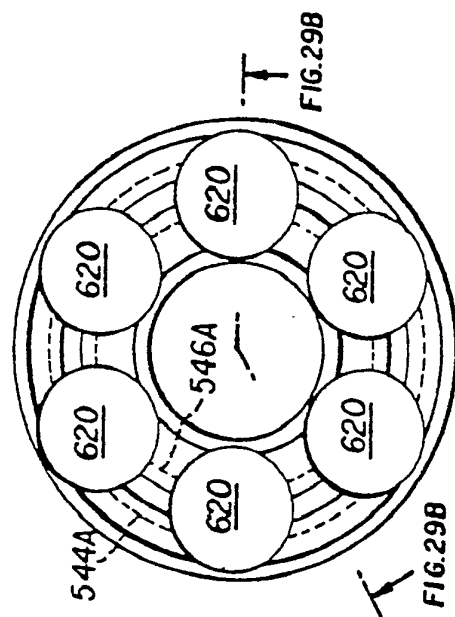


FIG. 30B

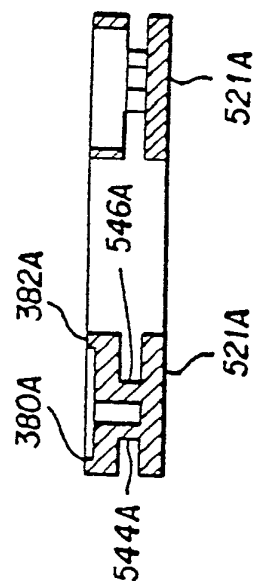
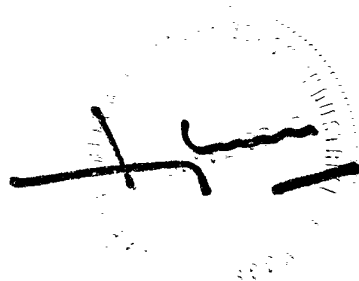


FIG. 29B



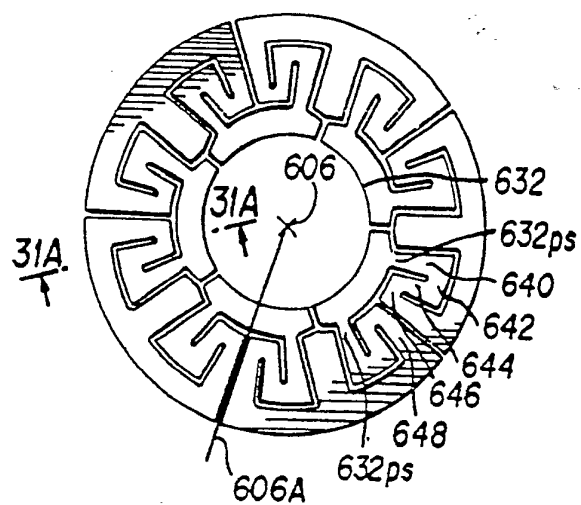


FIG. 31

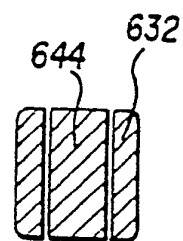


FIG. 31A

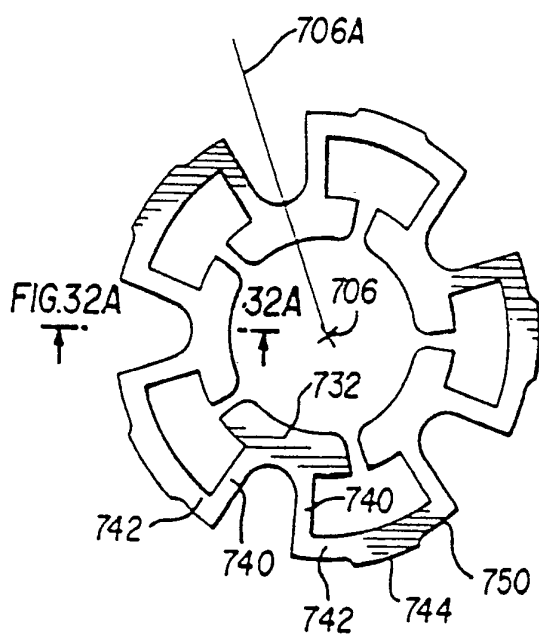


FIG. 32

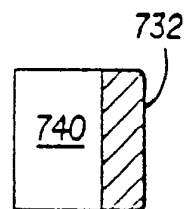


FIG. 32A

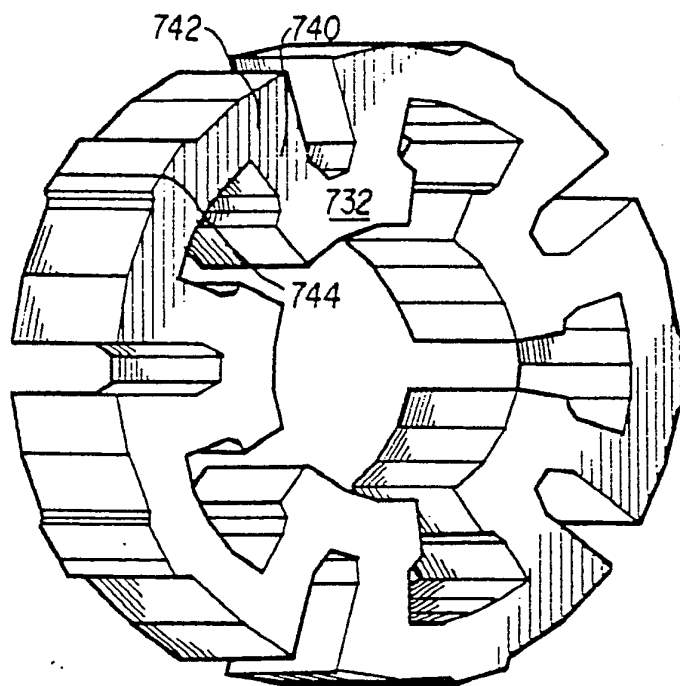


FIG. 32B

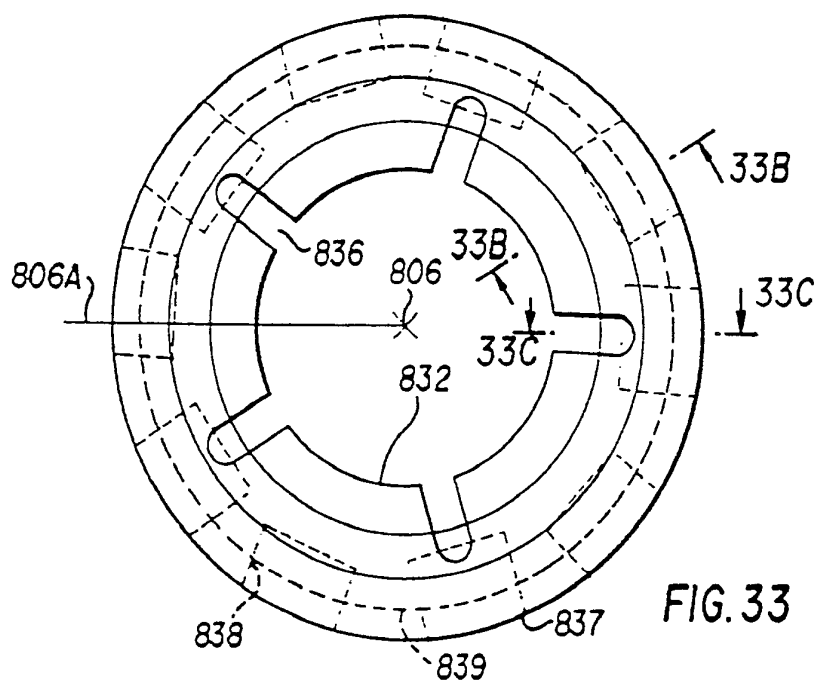


FIG. 33

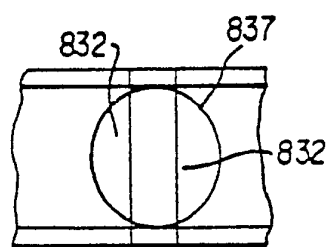


FIG. 33A

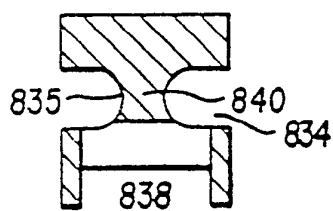


FIG. 33B

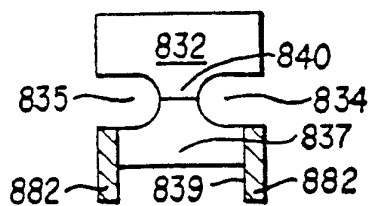


FIG. 33C

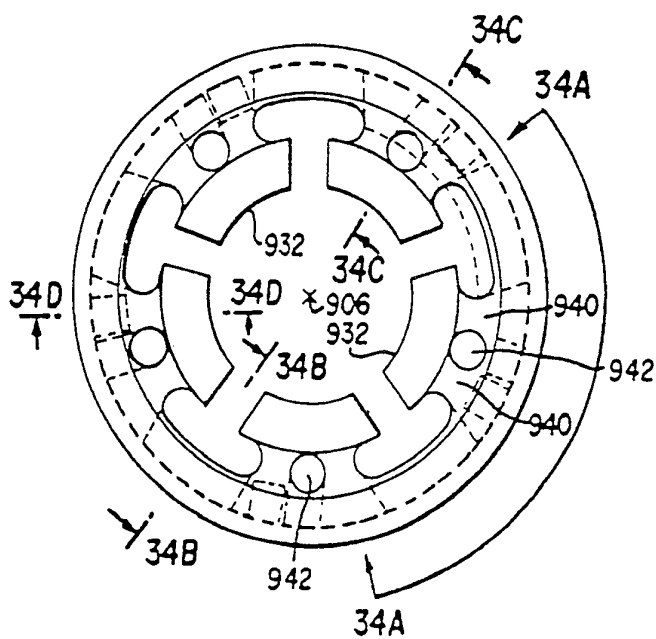


FIG. 34

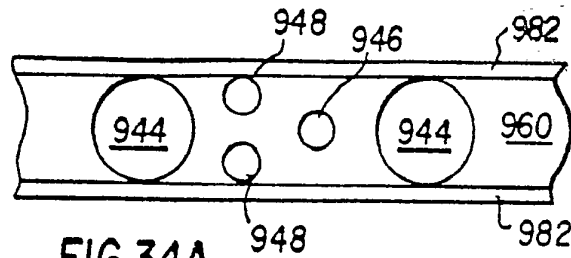


FIG. 34A

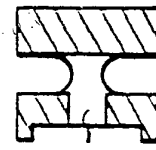


FIG. 34B

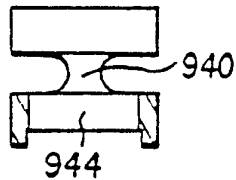


FIG. 34C

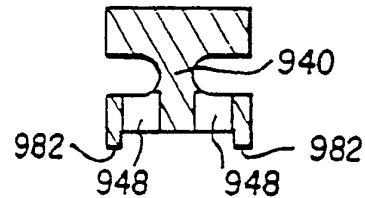


FIG. 34D

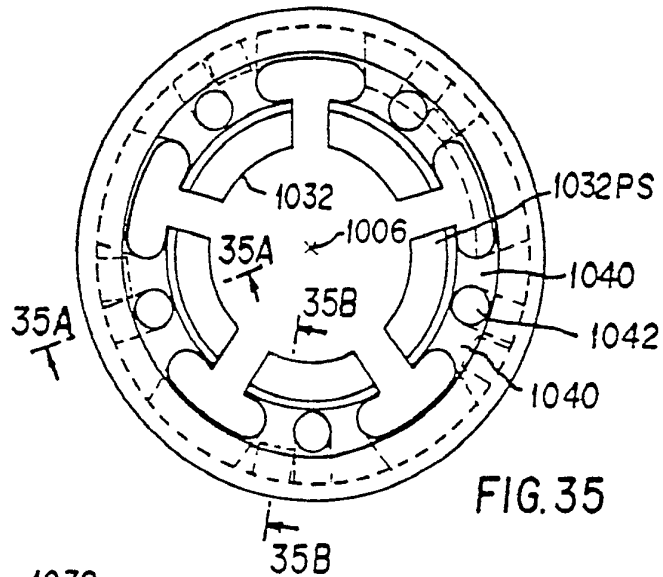


FIG. 35

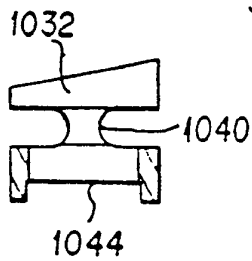


FIG. 35A

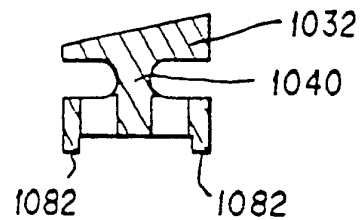


FIG. 35B

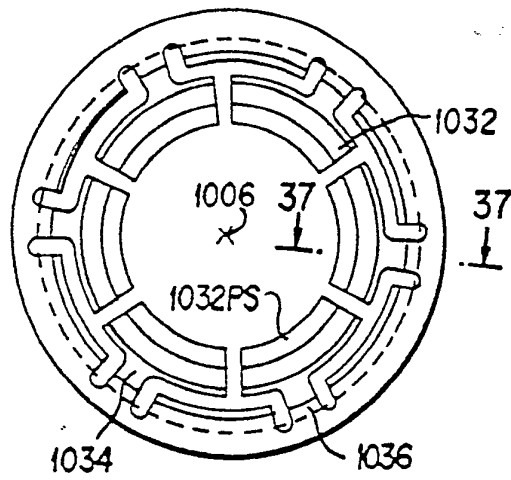


FIG. 36

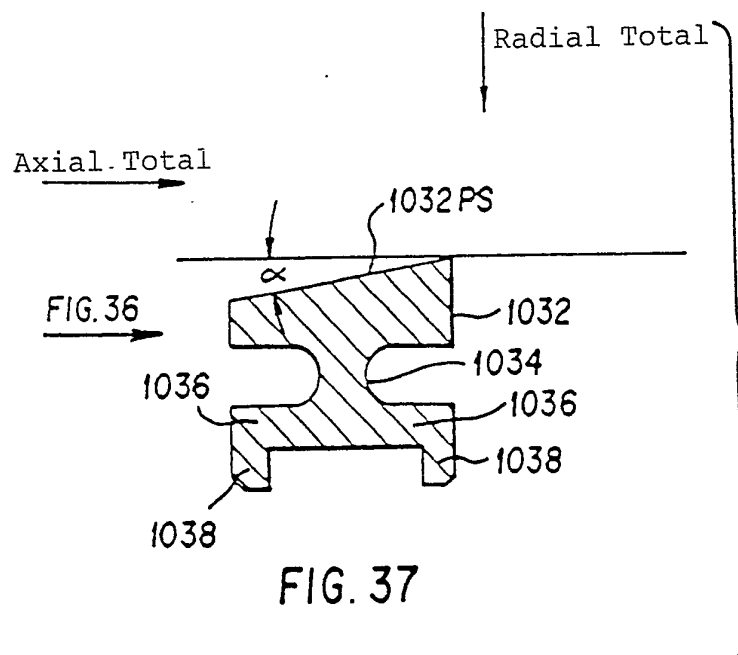


FIG. 37

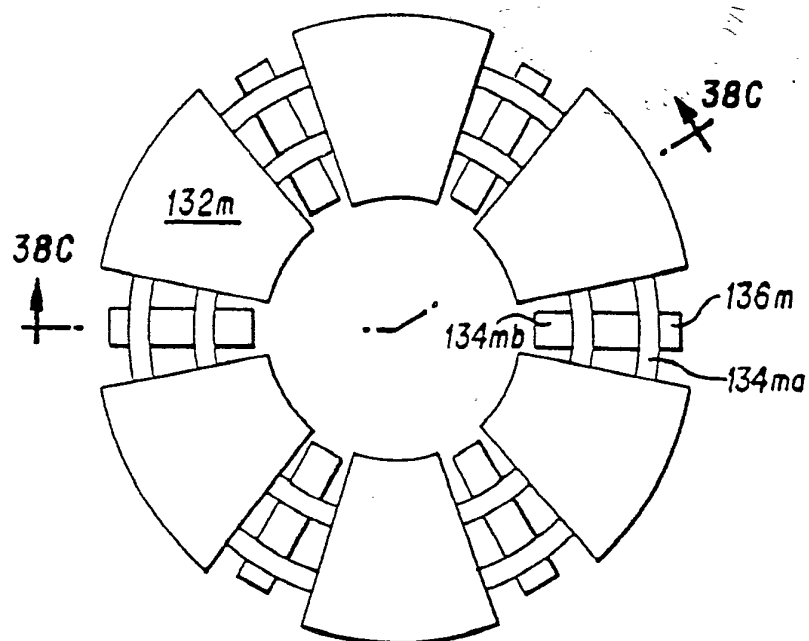


FIG. 38A

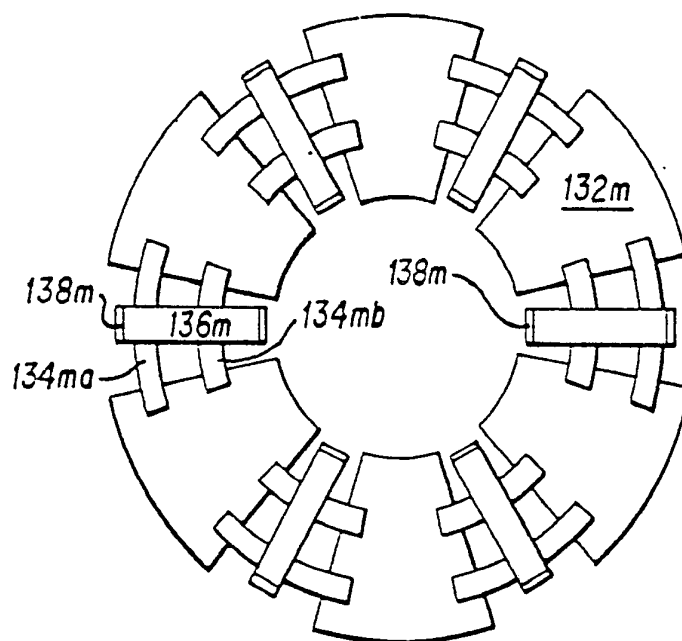


FIG. 38B

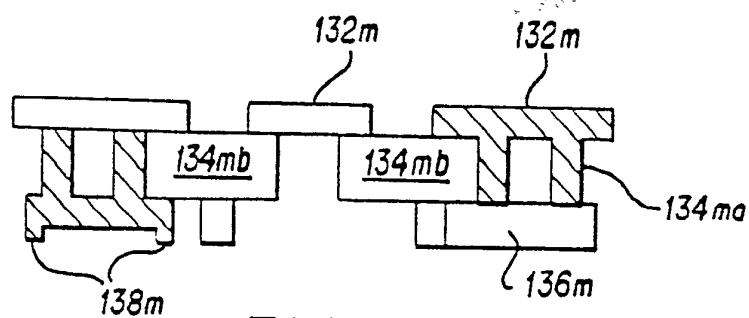


FIG. 38C

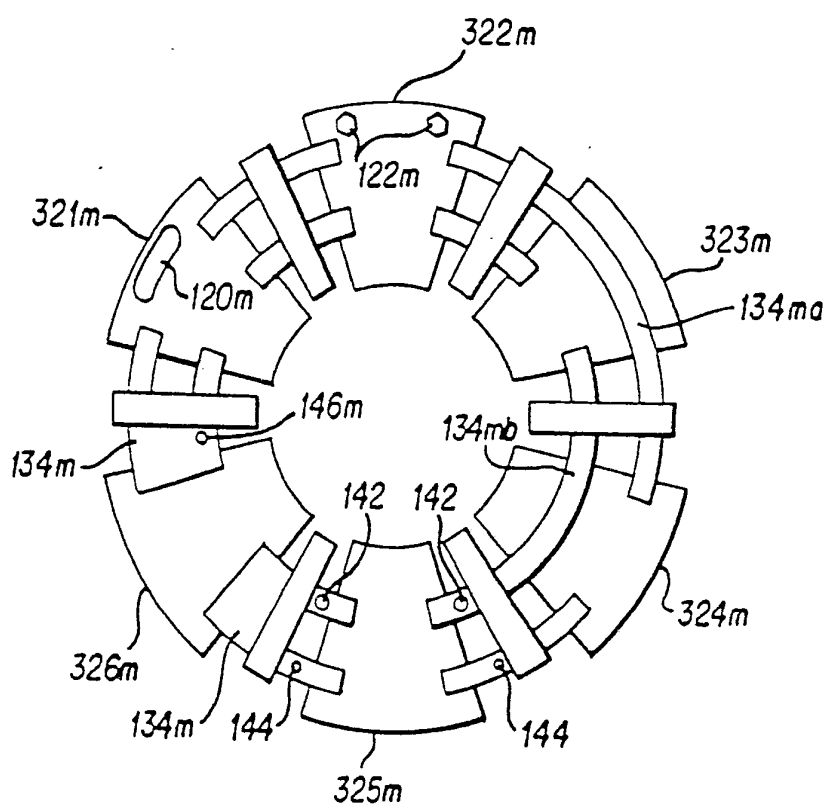


FIG. 38D

[Handwritten signature]

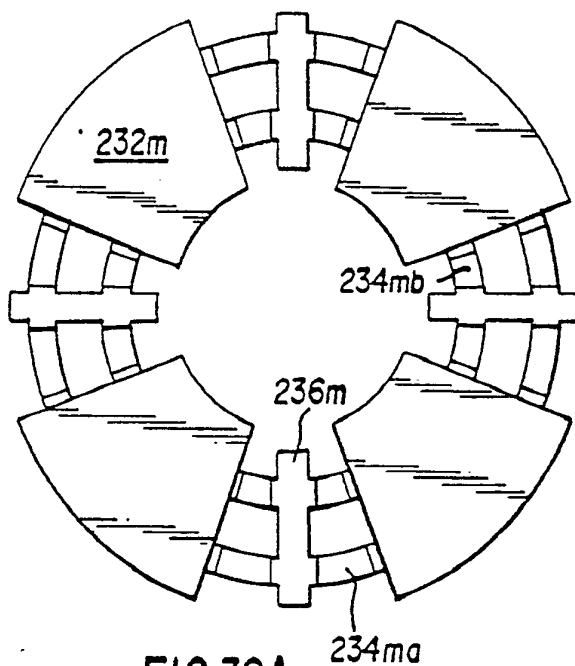


FIG. 39A

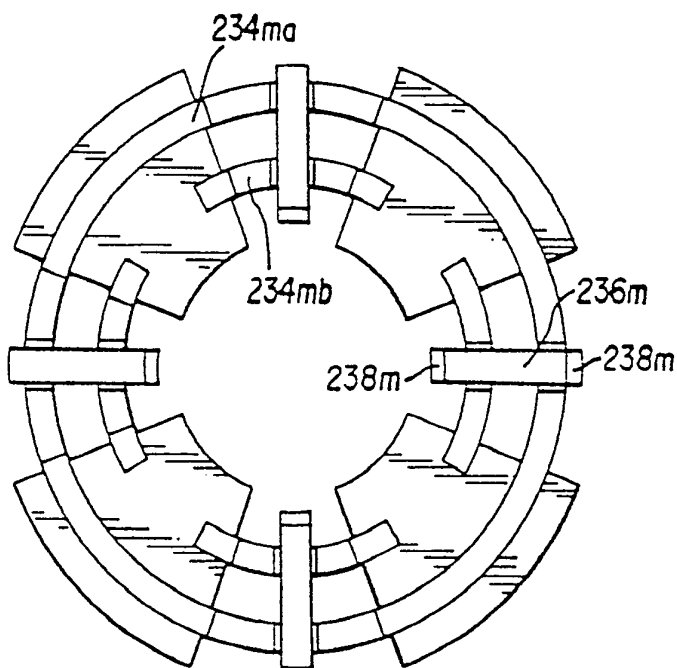


FIG. 39B

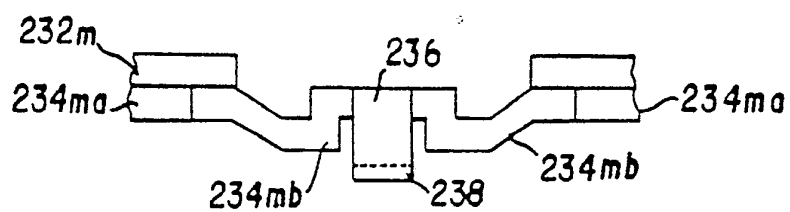


FIG. 39C

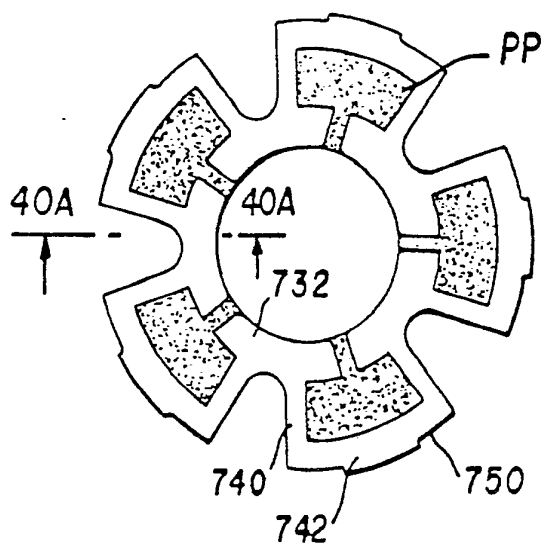


FIG. 40

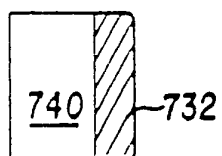


FIG. 40A

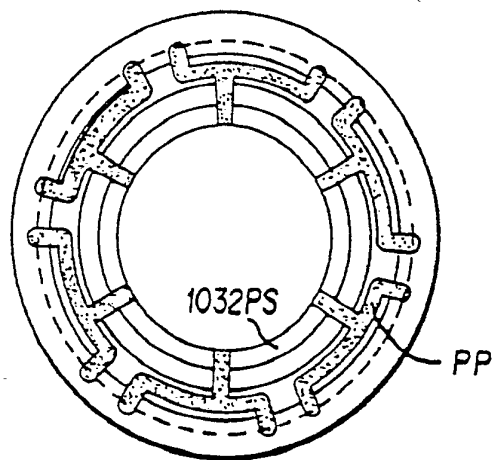


FIG. 41

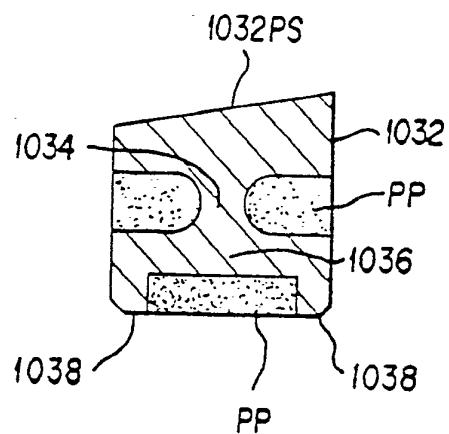


FIG. 41A

FIG 42A

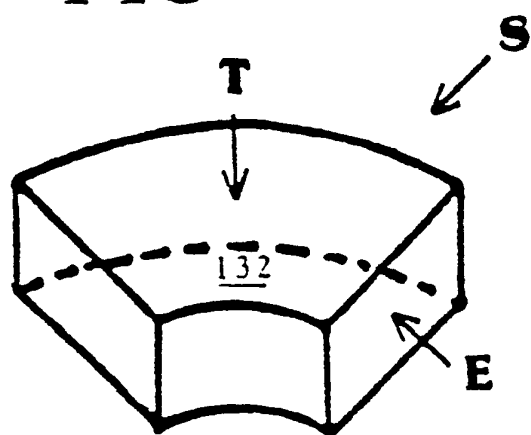


FIG 42B

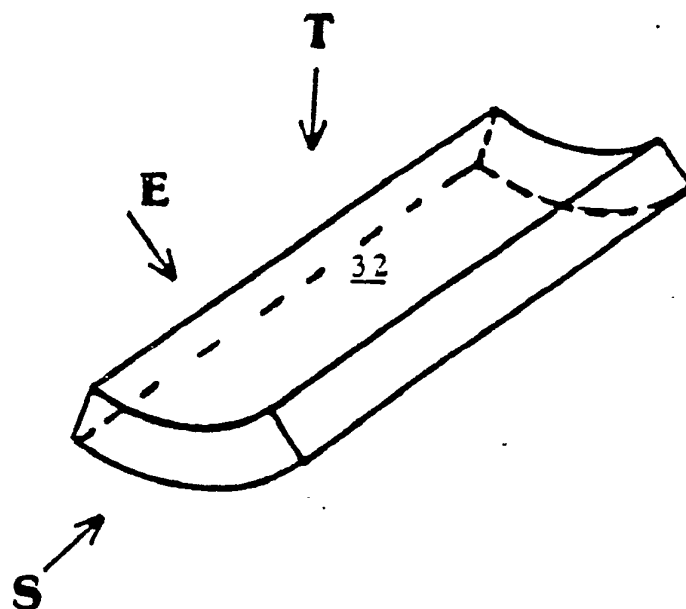


FIG 42C

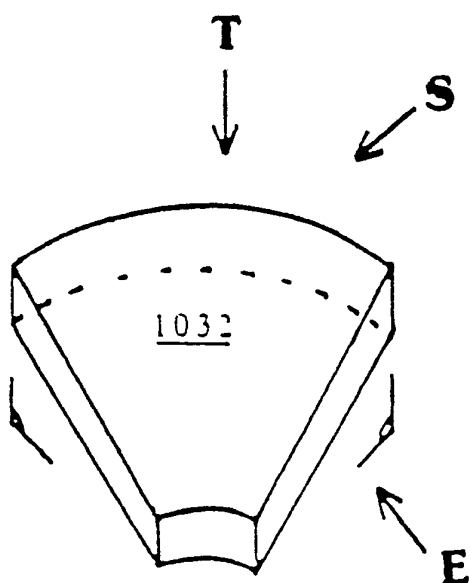
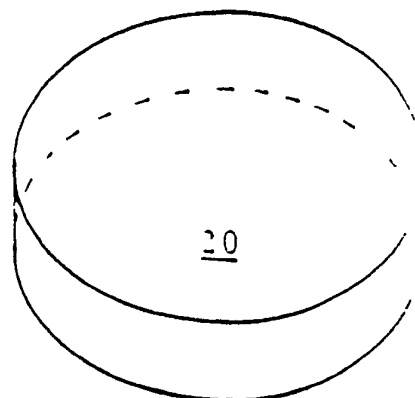


FIG 42D



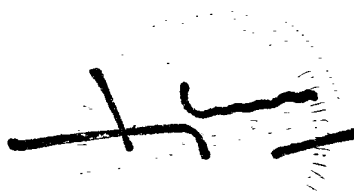


FIG 43A

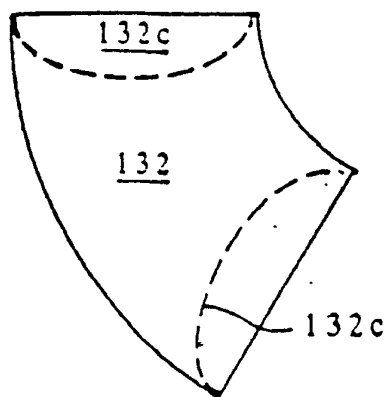


FIG 43B

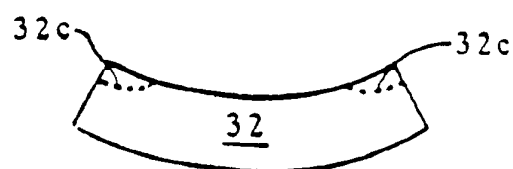


FIG 43C

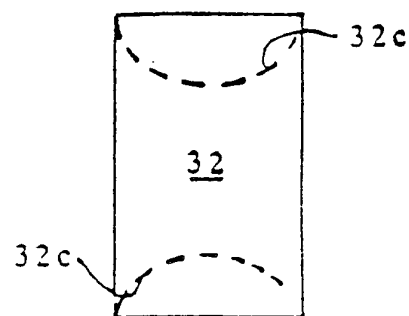


FIG 43D

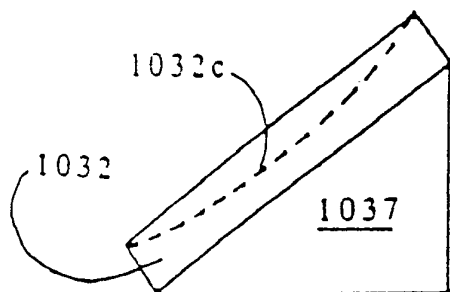
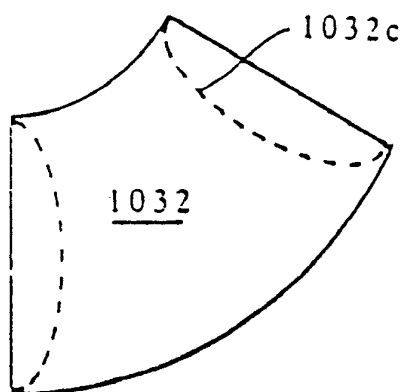


FIG 43E



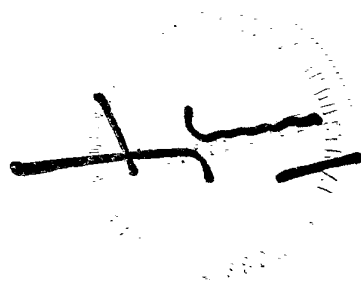


FIG 44A

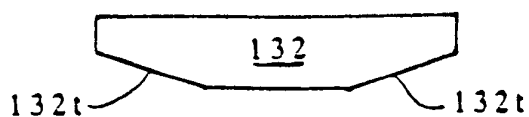


FIG 44B

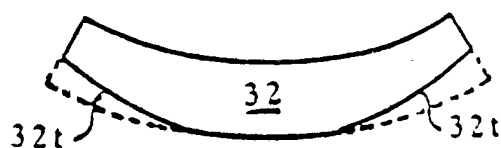


FIG 44C

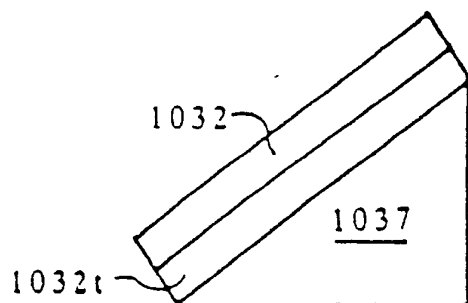


FIG 44D

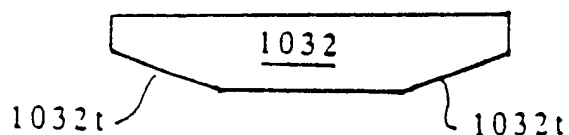


FIG 45B

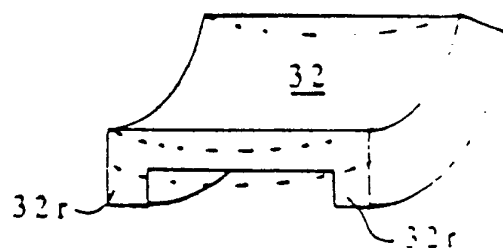


FIG 45A

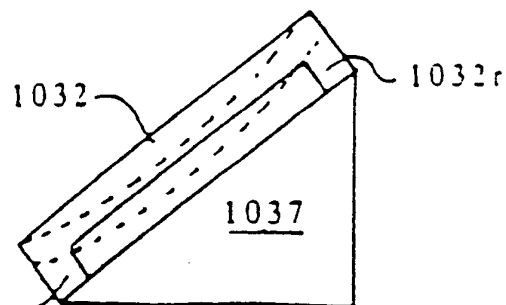
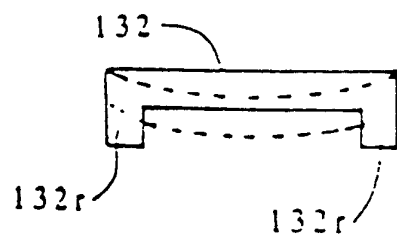


FIG 45C

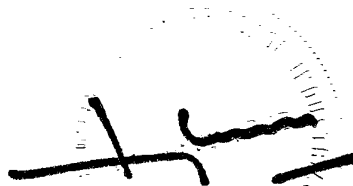


FIG 46A

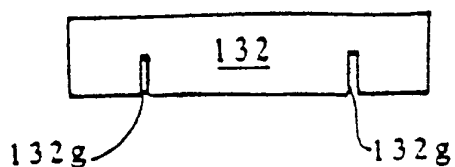


FIG 46B

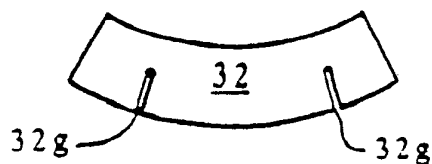


FIG 46C

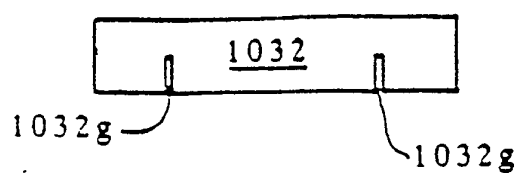


FIG 47A

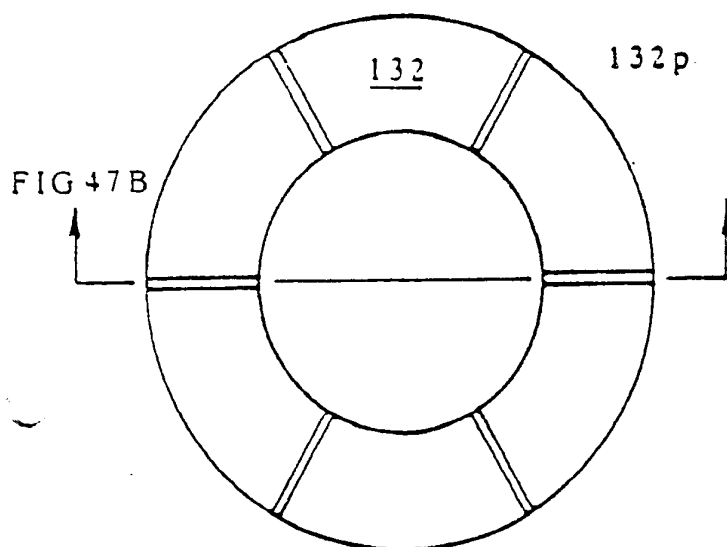


FIG 47B

FIG 47B

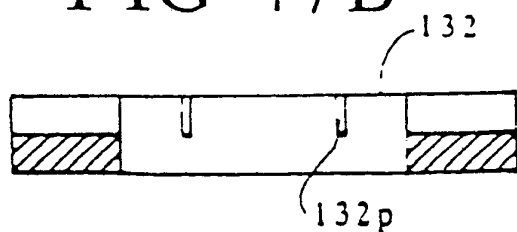
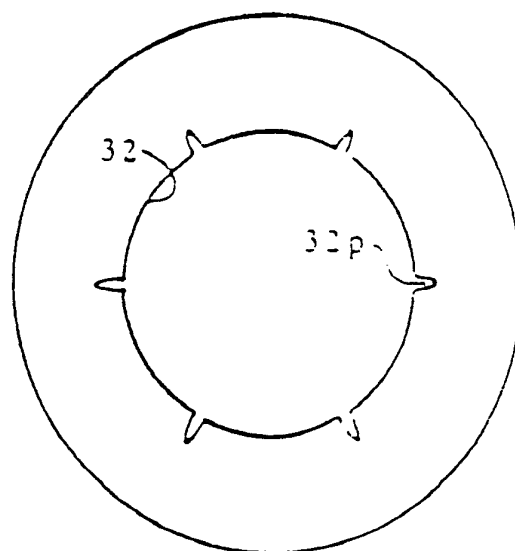


FIG 47C



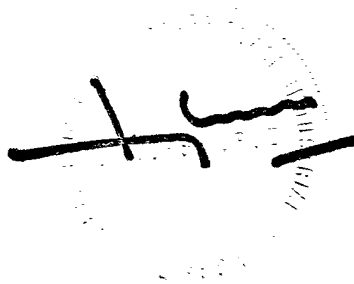


FIG 48A

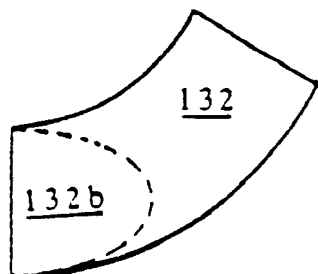


FIG 48B

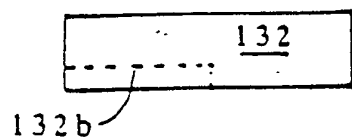


FIG 48C

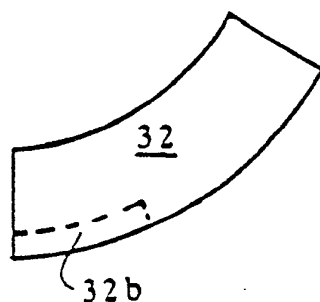


FIG 49A

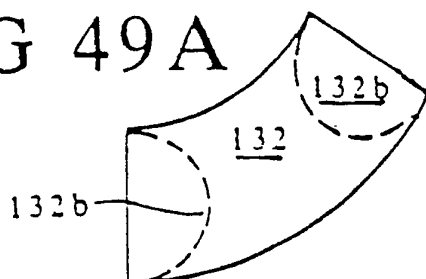


FIG 49B

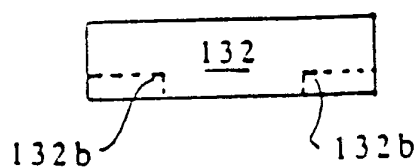


FIG 49C

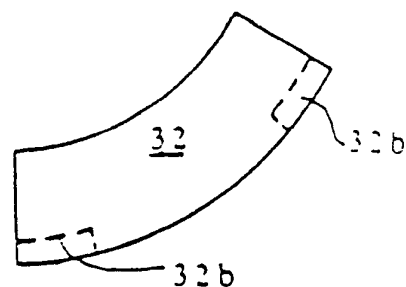


FIG 50A

FIG 50C

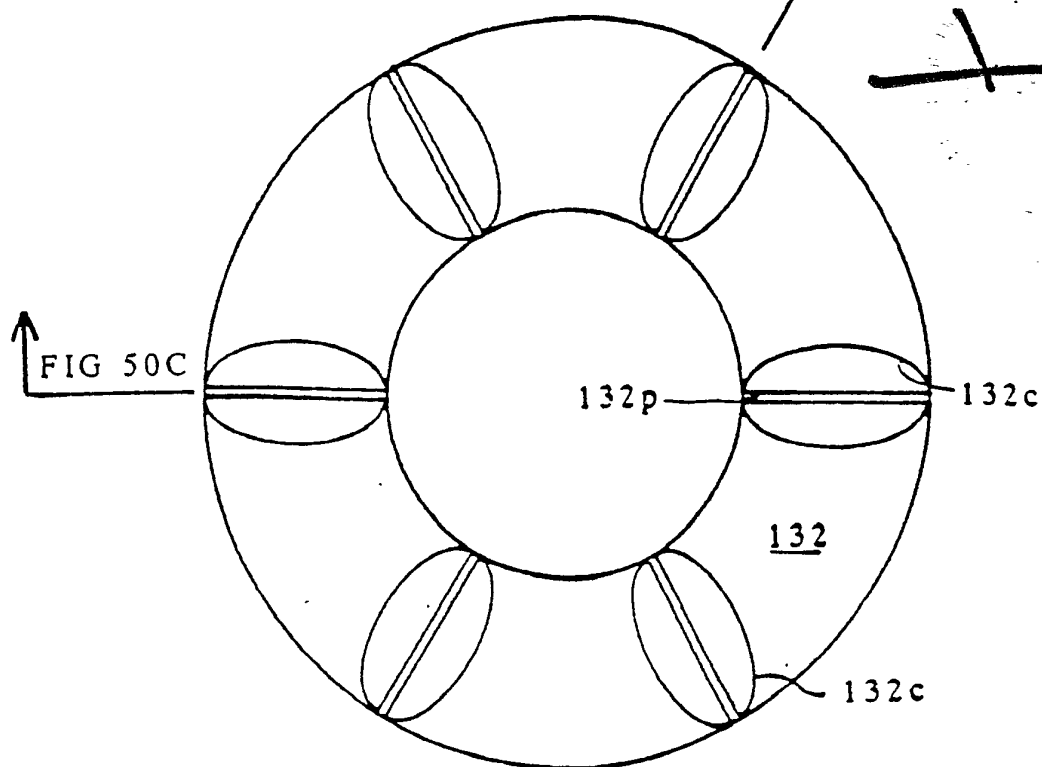
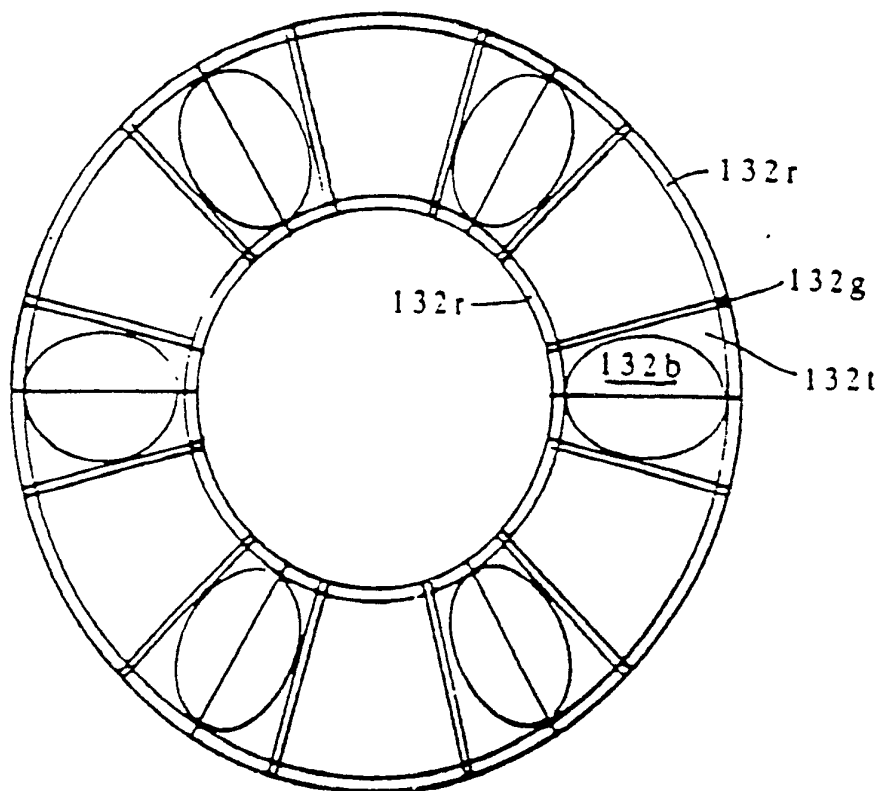


FIG 50B



[Handwritten signature]

FIG 50C

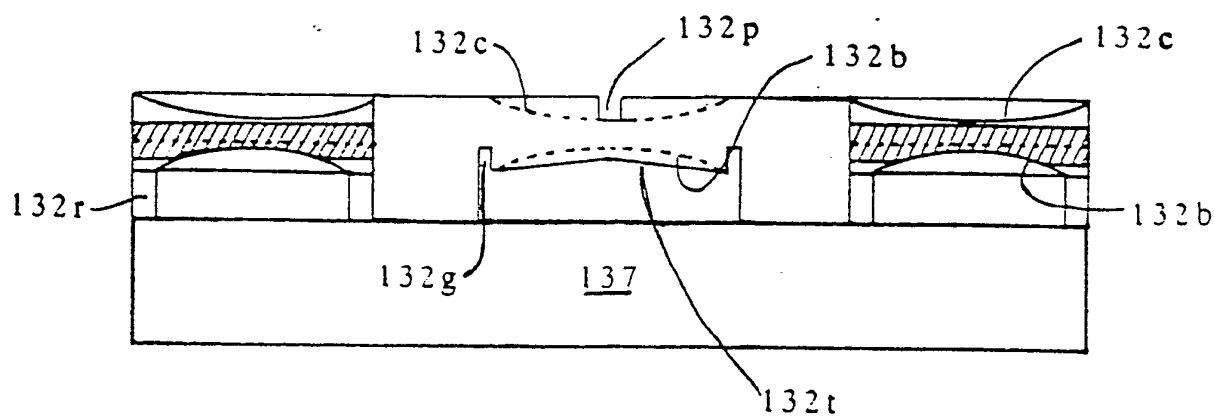


FIG 51A

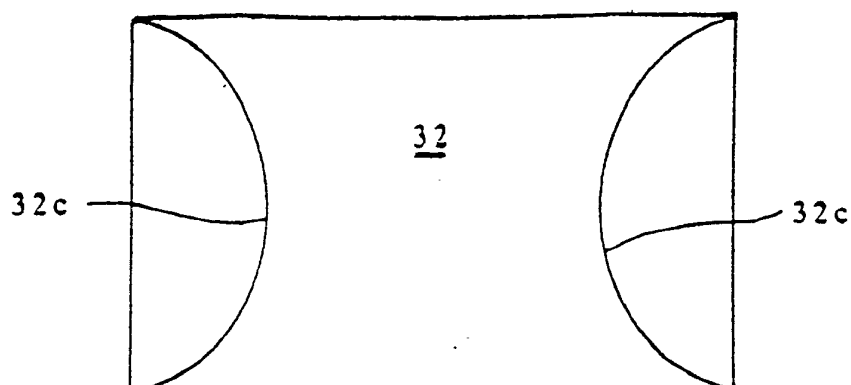


FIG 51B

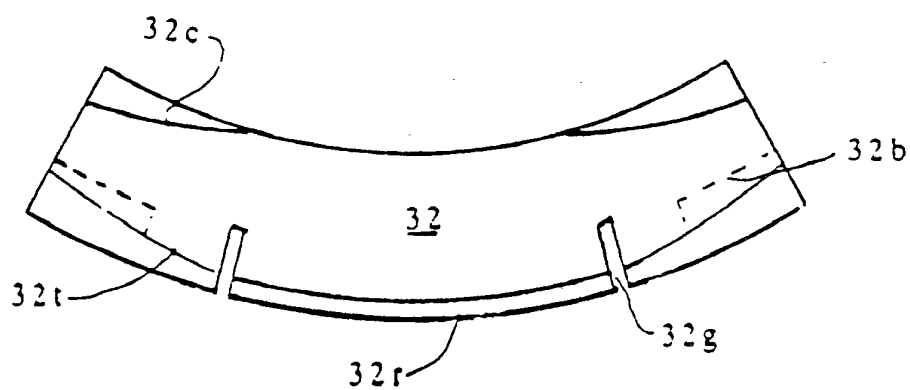


FIG 51C

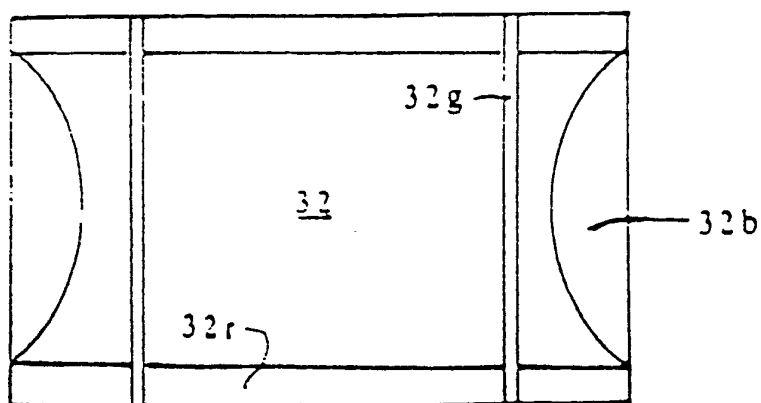


FIG 52A

FOLHA 31
(33 FOLHAS)

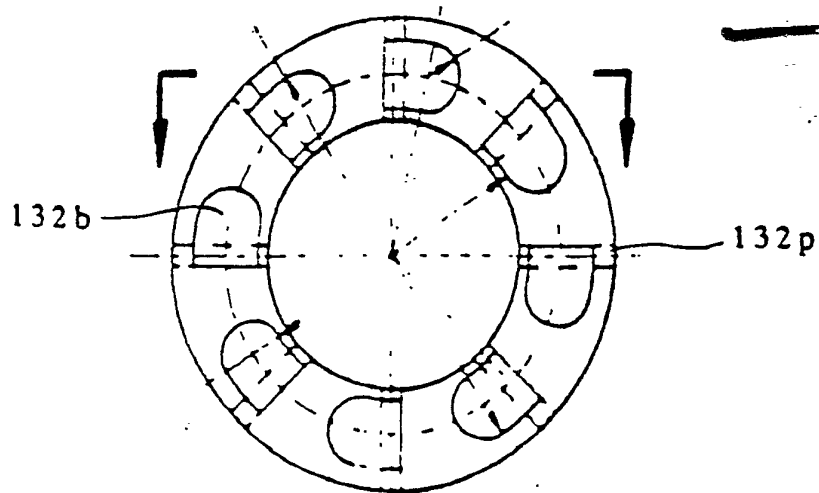


FIG 52B

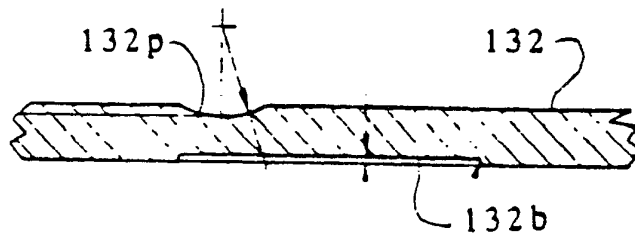
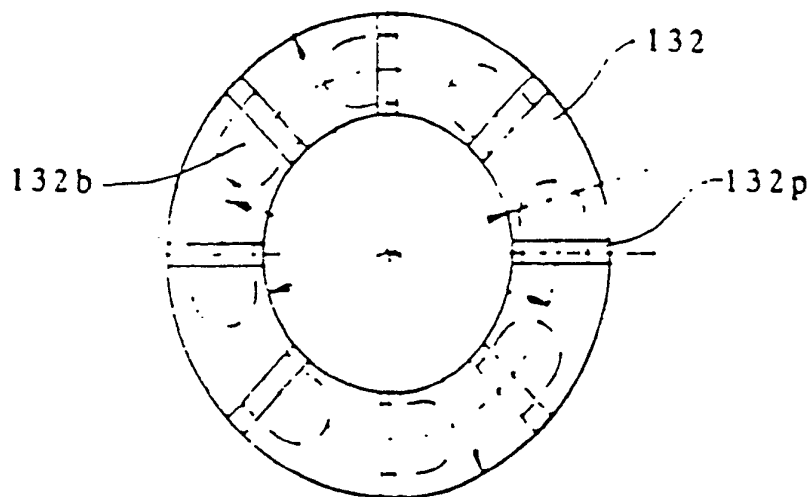


FIG 52C



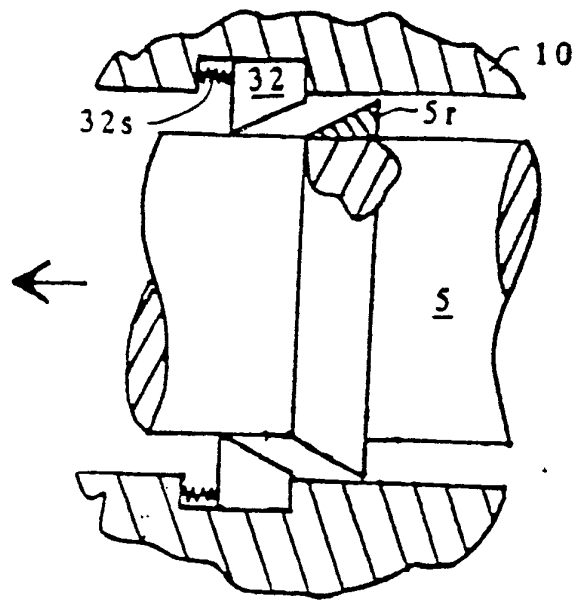


FIG 53A

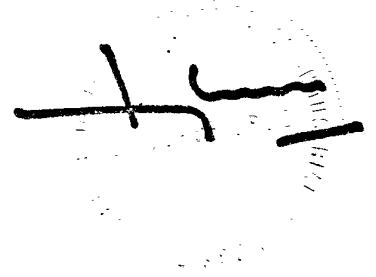


FIG 53B

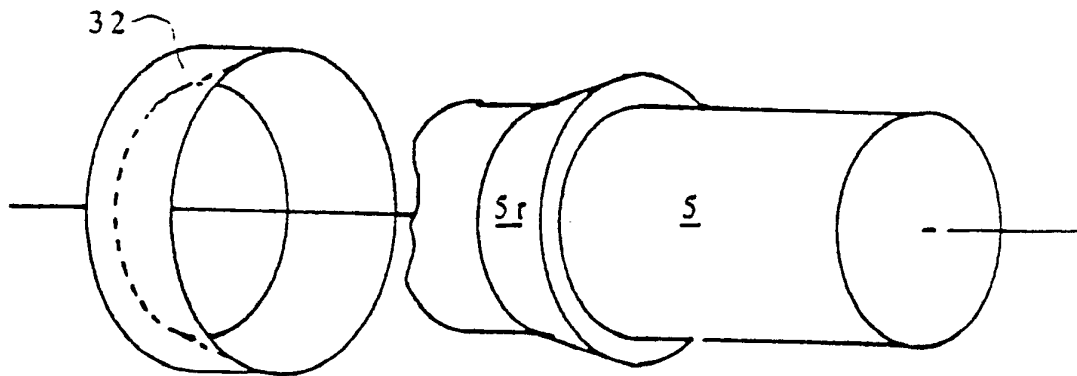


FIG 53C

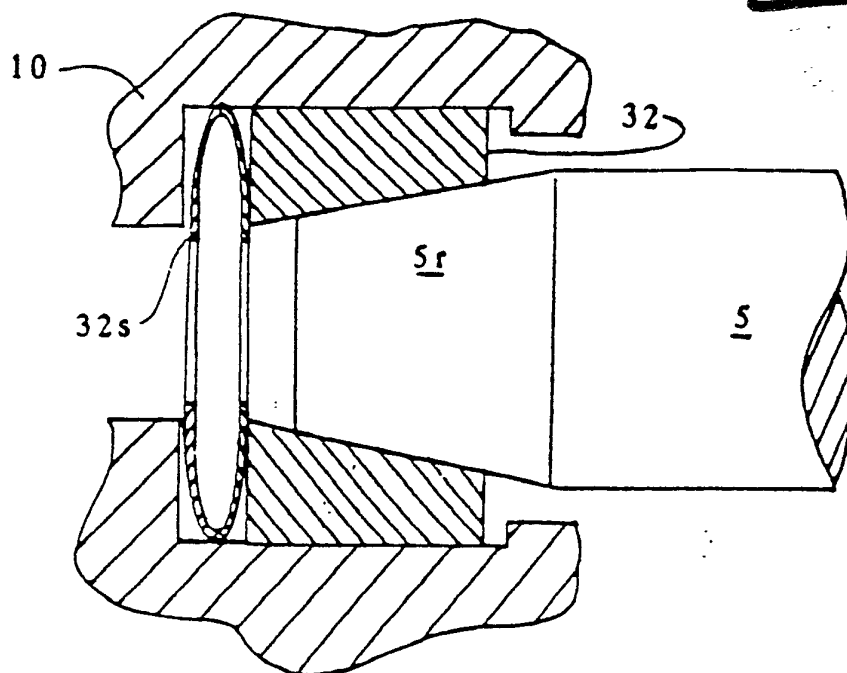


FIG 53D

