



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

(21) PI 1101318-4 A2



(22) Data de Depósito: 22/03/2011
(43) Data da Publicação: 18/06/2013
(RPI 2215)

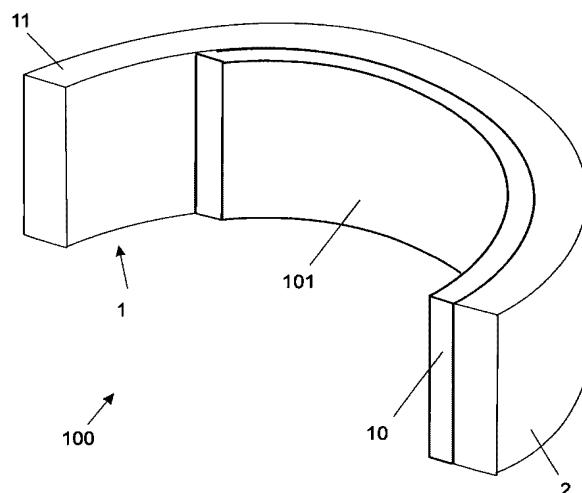
(51) Int.Cl.:
F16C 33/12

(54) Título: SEGMENTO DE BRONZINA DE MANCAL PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA DE VEÍCULOS

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

(72) Inventor(es): Denys Flores, Milton Sérgio Fernandes de Lima

(57) Resumo: SEGMENTO DE BRONZINA DE MANCAL PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA DE VEÍCULOS. A presente invenção refere-se a um segmento de bronzina de mancal (100) para motores de combustão interna dotado de um revestimento (10) à base de uma liga de Alumínio contendo Estanho, sendo que tal revestimento apresenta um compromisso da capacidade de carga, dureza e resistência ao desgaste a um custo menor que as bronzinas do estado da técnica. Tal compromisso é alcançado submetendo o revestimento (10), parcial ou totalmente, a uma refusão por laser seguida de um tratamento térmico de precipitação.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SEGMENTO DE BRONZINA DE MANCAL PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA DE VEÍCULOS**".

A presente invenção refere-se a um segmento de bronzina de mancal idealizada para uso em motores de combustão interna que compreende um revestimento à base de uma liga de Alumínio submetida a um processo de refusão a laser com posterior tratamento térmico de precipitação para aumento da capacidade de carga de bronzinas revestidas com ligas de Alumínio através de um refinamento da estrutura do revestimento com con-

5

10

sequente aumento de sua dureza.

Descrição do Estado da Técnica

Os motores de combustão interna a pistão compreendem, essencialmente, um bloco de motor (que compreende um ou mais cilindros e o conjunto da árvore de manivelas ou conjunto do virabrequim) ao qual são associados um ou mais cabeçotes, sendo que, por sua vez, o conjunto da

15

árvore de manivelas é composto por pistões, bielas e pelo virabrequim.

A biela é a peça que liga o pistão ao virabrequim cuja função precípua é a de converter o movimento retilíneo alternativo do pistão no interior do cilindro em um movimento angular contínuo do virabrequim. A biela é,

20

basicamente, composta por cabeça (a parte mais larga), corpo e pé, sendo que a cabeça é fixada ao virabrequim por meio de parafusos e o pé (a extremidade oposta da peça) é fixado inferiormente ao pistão pela cavilha.

Durante o funcionamento do motor, o(s) pistão(ões) movimenta(m)-se linear e reciprocamente. Solidariamente a cada pistão, a respectiva

25

biela se movimenta e sua cabeça, associada ao virabrequim, descreve um movimento circular, causando a movimentação angular do virabrequim.

Para possibilitar o correto funcionamento do motor, é necessário que o contato entre o virabrequim e os demais componentes do motor seja realizado por meio de mancais, mais conhecidos como bronzinas ou casquilhos. Qualquer que seja sua configuração específica, no entanto, eles são

30

conhecidos genericamente como mancais de deslizamento.

Em um motor de combustão interna a pistão, as bronzinas po-

dem ser utilizadas (i) como mancais do eixo virabrequim em relação ao bloco do motor, (ii) como mancais da biela em relação ao eixo virabrequim e (iii) como mancais do eixo de comando de válvulas, dentre outras aplicações menos corriqueiras.

5 Especificamente, os mancais desenvolvidos para utilização no virabrequim são denominados bronzinas. Em geral, as bronzinas são formadas de uma capa externa de um metal ferroso, principalmente de aço, de formato semicircular (a fim de facilitar a montagem), dotadas de um revestimento interno de metal macio, com propriedades para reduzir o atrito e em-
10 butibilidade de partículas estranhas.

 A superfície externa de uma bronzina apresenta características de dureza tais que permitam um contato sólido com seu alojamento, sem deformações, garantindo seu correto apoio e proporcionando a correta dissipação do calor gerado pela fricção (atrito), evitando, assim, o sobreaqueci-
15 mento.

 Já a superfície interna das bronzinas possui um revestimento que pode ser composto por várias ligas metálicas, como por exemplo: ligas à base de Cobre ou de Alumínio, entre outras, sempre buscando resistência à abrasão e ao desgaste e boa conformabilidade, proporcionando elevada vida
20 útil mesmo sob as mais severas condições de operação do motor.

 No tocante às ligas à base de Cobre para revestimento de bronzinas normalmente são utilizadas as ligas de CuSn, CuSnPb, CuSnNi, CuSnNiPb, CuSnBi, CuSnNiBi, CuZn, CuZnPb, entre outras.

 Por sua vez, as ligas à base de Alumínio para revestimento de
25 bronzinas podem ser compostas com a combinação de inúmeros elementos químicos, mas, via de regra, contém Estanho (Sn) em sua formulação, resultando genericamente em uma liga do tipo AlSnX1X2X3.

 O motivo pelo qual o uso do estanho é fundamental em ligas de Alumínio para bronzinas ocorre pelo fato de conferir ao componente resis-
30 tência ao engripamento e embedabilidade. Opcionalmente o Estanho pode ser substituído, tal como já ocorreu no passado, por Chumbo, Bismuto ou Índio, mas, o uso destes elementos químicos é evitado devido a diversos

fatores, tais como, restrições ambientais, custo elevado ou ainda por restrições relativas aos processos produtivos.

Assim, fica evidente que a seleção do tipo de liga para uma determinada aplicação leva em consideração vários fatores, tais como resistência ao engripamento da liga, embedabilidade da liga, disponibilidade de lubrificante em operação, folgas de montagem, possíveis desalinhamentos durante a operação, sendo que o principal fator para seleção de uma liga diz respeito à capacidade de carga (LCC - *Load Carrying Capacity*) do material da bronzina.

10 A capacidade de carga de uma bronzina pode ser traduzida como a capacidade de suportar as cargas cíclicas dos motores de combustão interna e, portanto, pela resistência à fadiga da liga que compõe a bronzina.

Adicionalmente, é sabido que um mesmo material, dotado de uma estrutura metalúrgica mais refinada, isto é, uma estrutura cristalina com um tamanho de grão menor e/ou uma dureza mais elevada resulta em aumento da sua resistência à fadiga.

Tal fenômeno não é distinto para as ligas de bronze ou de Alumínio aplicadas em bronzinas, sendo, portanto certo que quanto mais refinada a sua estrutura da liga ou maior a sua dureza, maior será sua resistência à fadiga e, por consequência, maior será a sua capacidade de carga durante a operação em um motor a combustão interna.

Historicamente, as bronzinas que empregam ligas de Cobre apresentam uma capacidade de carga superior às bronzinas que fazem uso de revestimentos com base em ligas de Alumínio. Exemplo disso é encontrado nos dias de hoje onde bronzinas que fazem uso de ligas à base de Cobre apresentam geralmente durezas superiores a 110 HV (*Hardness Vickers*), valor consideravelmente superior àquele alcançado pelas ligas de Alumínio, cujos valores apresentam durezas inferiores a 80 HV.

Adicionalmente, cumpre notar que o custo da matéria-prima e de processamento de bronzinas que fazem uso de ligas de Cobre é superior ao custo de tais bronzinas com ligas de Alumínio. Assim, existe a necessidade de se alcançar uma bronzina revestida com uma liga de Alumínio que garan-

ta um aumento da sua capacidade de carga, garantindo-se um menor custo produtivo para se alcançar uma liga que cumpra com as finalidades tribológicas implícitas em um revestimento de deslizamento de uma bronzina.

5 Tal como é conhecimento do mundo da metalurgia, uma das possibilidades existentes para se trabalhar uma liga com vista a melhorar as suas propriedades, pode ser obtida por um processo de refinamento da estrutura metalúrgica que, via de regra, gera um aumento da dureza.

10 Uma das possibilidades de se alcançar um refinamento da estrutura metalúrgica pode ser alcançada através de um aquecimento que leve a liga até o seu ponto de fusão, seguido de um resfriamento muito rápido capaz de permitir a recristalização da estrutura cristalina, mas não o crescimento do tamanho de grão, originando uma estrutura com tamanho de grão menor, ou seja, mais refinada.

15 Um das possíveis tecnologias para se conseguir uma fusão seguida de rápido resfriamento é alcançada pelo processo de refusão a laser. Este processo permite atuar em regiões específicas, com grande intensidade de calor e a uma distância da superfície controlada.

20 Um exemplo de refusão a laser em uma camada deslizante é encontrado no documento do estado da técnica US 5.137.792. Este documento estadunidense revela uma peça estratificada com uma camada de suporte e uma camada funcional cuja função é atuar como uma camada deslizante. Esta camada funcional sofre uma fusão com rápido resfriamento obtida por um processo de refusão a laser, convertendo a camada funcional em outra estrutura de liga de dispersão ou de mistura, ocorrendo uma fina
25 distribuição globular dos componentes não dissolvidos, congelando o material dessa região em um estado quase amorfo. De todo o modo, esta técnica anterior não revela uma preocupação em aumentar a dureza superficial da camada funcional.

30 Mesmo sendo razoável esperar-se um relativo aumento da dureza no processo revelado por este documento norte-americano, tal suposto aumento seria insatisfatório pois, tal como será exposto no decorrer deste texto, o processo de refusão a laser, embora contribua, não é suficiente para

alcançar os valores de dureza necessários para que uma liga de Alumínio tenha um aumento da capacidade de carga de uma bronzina que faça uso de um revestimento com essa liga.

Assim, não foi ainda encontrada uma solução que possibilite um aumento da capacidade de carga para bronzinas que usem ligas de Alumínio como revestimento/camada deslizante. Mais especificamente, não foi ainda encontrada uma solução para o aumento efetivo da dureza superficial dos revestimentos de bronzinas que usem ligas de Alumínio para valores que possibilitem propriedades tribológicas similares àquelas encontradas em bronzinas com revestimentos à base de ligas de Cobre.

Objetivos da Invenção

A presente invenção tem por objetivo proporcionar um segmento de bronzina de mancal para uso em motores de combustão interna dotado de um revestimento deslizante à base de uma liga de Alumínio que possua uma estrutura metalúrgica refinada obtida por um processo de refusão a laser.

A presente invenção tem também por objetivo alcançar um aumento da dureza superficial de um revestimento de um segmento de bronzina compreendido por uma liga de Alumínio.

Ainda, a presente invenção objetiva alcançar uma bronzina dotada de um revestimento deslizante que garanta um bom compromisso entre o custo de produção e a capacidade de carga.

Breve Descrição da Invenção

Os objetivos da presente invenção são alcançados por meio de pelo menos um segmento de bronzina de mancal para motores de combustão interna, composto por um corpo metálico definindo uma superfície interna e uma superfície externa, oposta, associável a um mancal, a superfície interna sendo dotada de um revestimento, o revestimento compreendendo uma região superficial que mantém contato com uma camada de filme de óleo lubrificante, o revestimento compreendendo uma liga de Alumínio contendo estanho e, pelo menos uma porção do revestimento sendo submetida a um processo de refusão por feixes de laser seguido de um tratamento tér-

mico de precipitação.

As características acima mencionadas, além de outros aspectos da presente invenção, serão mais bem compreendidas através dos exemplos e da descrição detalhada das figuras que seguem.

5 Descrição Resumida dos Desenhos

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

Figura 1- é uma das possibilidades de aplicação de mancais radiais e mancais axiais em um motor de combustão interna;

Figura 2 - é uma vista em perspectiva do segmento de bronzina de mancal objeto da presente invenção.

Figura 3 - é uma vista em corte transversal de um segmento de bronzina de mancal objeto da presente invenção.

Figura 4 - é uma imagem metalográfica obtida por ótica convencional mostrando um corte transversal de um segmento de bronzina de mancal objeto da presente invenção.

Figura 5 - é uma imagem do revestimento de um segmento de bronzina de mancal objeto da presente invenção obtido por microscopia eletrônica de varredura (SEM) mostrando o refino da fase de Estanho (pontos mais claros) e também da fase de Silício (fase cinza).

Figura 5A - é uma imagem do revestimento de um segmento de bronzina de mancal, objeto da presente invenção, obtido por microscopia eletrônica de varredura (SEM) mostrando o refino da fase de Estanho (pontos mais claros) e também da fase de Silício (fase cinza) na porção de revestimento refinada.

Figura 5B - é uma imagem do revestimento de um segmento de bronzina de mancal, objeto da presente invenção, obtido por microscopia eletrônica de varredura (SEM) mostrando o refino da fase de Estanho (pontos mais claros) e também da fase de Silício (fase cinza) na porção de revestimento não refinada.

Figura 6 - é um gráfico de segmentos de bronzinas de mancal

objeto da presente invenção exemplificando três condições diferentes de processamento.

Descrição Detalhada das Figuras

Primeiramente, cumpre notar que muito embora a presente invenção apresente uma solução para revestimentos de segmentos de bronzinas de mancal para motores de combustão interna, tal solução pode também ser aplicada tanto em buchas quanto em arruelas para motores de combustão interna.

Exemplos disso podem ser visualizados através da figura 1 que mostra um motor e a aplicação de vários mancais de deslizamento radiais e axiais. A peça 1 é uma bucha de eixo comando, mancal radial; 2 uma arruela de encosto, mancal axial; 3 uma bronzina flangeada, mancal radial mais mancal axial; 4 bronzina de biela, mancal radial; 5 bronzina de mancal central, mancal radial; 6 bucha de biela, mancal radial. Tal como já foi abordado, os mancais radiais ou axiais servem para permitir o perfeito funcionamento de partes móveis, minimizando o atrito, garantindo o movimento com a respectiva transmissão de força e todos eles podem fazer uso do objeto da presente invenção com vista à melhoria de suas propriedades tribológicas.

A figura 2 ilustra uma metade, ou segmento, de uma bronzina de mancal 100 hidrodinâmica para uso em motores de combustão interna. Esta figura mostra um segmento de bronzina 100 da presente invenção dotado de um corpo 11 substancialmente em forma de C, corpo 11 esse que define uma superfície interna 1 e uma superfície externa 2, oposta, associável a um mancal. Este corpo 11 é compreendido por um material metálico, sendo preferencialmente um material ferroso do tipo aço.

A superfície interna 1 do corpo é dotada de um revestimento 10 à base de uma liga de Alumínio, revestimento 10 esse que está solidariamente associado ao corpo 11. O revestimento 10 compreendendo uma região superficial 101 que mantém contato com uma camada de filme de óleo lubrificante, de modo que a região superficial 101 é a superfície de trabalho ou de deslizamento.

Tal como já exposto, o objeto da presente invenção é promover

uma estrutura metalúrgica 10 refinada em pelo menos uma porção de revestimento 10 objetivando alcançar maior dureza com vista a possibilitar um aumento da capacidade de carga do segmento de bronzina 100. O tratamento efetuado no revestimento 10, refusão obtida pela incidência de um feixe de laser, pode ocorrer em diversos momentos, desse modo, há que expor primeiramente como e quando tal tratamento pode ocorrer.

O revestimento 10 trata de uma liga de Alumínio que existe na forma de uma fita que é associada ao corpo da bronzina 100. Assim, o processamento de refusão superficial da liga por laser pode ser realizado tanto em uma tira plana, isto é, em uma liga de Alumínio sobre o corpo 10 de aço antes da conformação da bronzina 100, ou mesmo após a bronzina 100 já conformada, ou seja, após apresentar-se com uma forma do tipo C tal como mostrado pela figura 2. Caso um processo de refusão superficial da liga seja realizado em tiras planas, um tratamento térmico de precipitação após refusão pode ser feito em tiras planas ou em bronzinas já conformadas.

Independentemente do momento em que ocorre o tratamento superficial, os resultados obtidos serão os mesmos, de modo que está assegurado, em qualquer dos casos, o objeto da presente invenção.

A presente invenção consiste em provocar a refusão por laser da liga de Alumínio que compõe o revestimento 10 de um segmento de bronzina 100, provocando um forte refino da estrutura metalúrgica e consequente aumento de dureza. Adicionalmente é realizado um tratamento térmico após a refusão por laser para gerar aumento adicional de dureza do revestimento 10.

Há que notar que a refusão superficial por laser é uma técnica amplamente conhecida que consiste em fazer incidir sobre a superfície a ser tratada um feixe de laser com determinada potência durante um curto período de tempo, condições essas suficientes para provocar a rápida fusão localizada na superfície do metal, formando uma pequena poça de metal líquido.

Quando esta fonte de energia cessa, o calor é absorvido pelo restante da massa da peça e o metal líquido solidifica muito rapidamente.

Em função da altíssima velocidade de solidificação, a área re-

fundida apresenta uma estrutura metalúrgica extremamente refinada e, con-
sequente, um aumento de dureza. Forma-se assim uma camada superficial
dura, homogênea e de estrutura ultrafina, sem alteração da composição
química da liga. A grande vantagem da utilização da refusão a laser em uma
5 liga de Alumínio dá-se pela obtenção de um aumento da dureza e resistên-
cia ao desgaste na superfície de trabalho, aumentando assim a vida útil co-
mo resultado da solidificação rápida.

Quando o feixe de laser sofre um deslocamento, forma-se uma
poça de metal líquido que logo depois solidifica em um processo contínuo,
10 permitindo obter-se uma refusão superficial no formato de uma trilha. Assim,
é possível cobrir áreas maiores através da movimentação do laser em trilhas
paralelas, com ou sem superposição.

Opcionalmente, a refusão pode ser obtida pontualmente ou sele-
tivamente de modo a tratar de modo diferente regiões que são submetidas a
15 cargas de trabalho diferentes. Por outras palavras, processamento para re-
fusão superficial da liga de Alumínio pode ser feito em toda a extensão do
revestimento 10 do segmento de bronzina 100 ou parcialmente nas áreas
onde ocorra concentração de cargas típicas de motores a combustão inter-
na. A figura 3 mostra um corpo 11 dotado de um revestimento 10 totalmente
20 refundido em trilhas 25. As linhas verticais dispostas no revestimento 10 têm
por objetivo definir essas trilhas 25.

Naturalmente que a microestrutura final, a composição de fase e
as propriedades das ligas de Alumínio dependem dos parâmetros de pro-
cessamento do laser. Tal como será apresentado, a espessura da camada
25 refundida em relação à superfície da peça (total ou parcial) é controlada pela
combinação adequada dos parâmetros de processamento a laser tais como
a potência aplicada, o tempo de interação do laser com a superfície, a velo-
cidade de deslocamento do feixe de laser, da própria composição química
da liga, do acabamento superficial do metal e, inclusive, do tipo de fonte do
30 feixe de laser.

De modo preferencial, mas não obrigatório, as ligas de Alumínio
utilizadas para o revestimento 10 de bronzinas 100 objeto da presente in-

venção contém Estanho (Sn), sendo do tipo AlSnX1X2X3, possuindo como elementos de liga X metais tais como Cobre (Cu), Zinco (Zn), Silício (Si), Vanádio (V), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Magnésio (Mg), entre outros que apresentem alguma solubilidade no Alumínio mas com diminuição em função da temperatura, de modo a obter-se uma estrutura metalúrgica composta de uma fase Sn finamente dividida e uniformemente dispersa na matriz de Alumínio.

Assim, tal matriz de Alumínio processada por esta técnica de refusão a laser, conterá, entre outros possíveis elementos, Cu, Zn, Si, V, Mn, Ni, Mg, total ou parcialmente mantidos em solução sólida metaestável (fora da condição de equilíbrio termodinâmico), obtendo-se, como resultado parcial, uma liga muito refinada e com dureza superior em relação à liga não tratada.

A requerente descobriu ainda que o emprego adicional de um tratamento térmico no revestimento 10 por tempo e temperaturas adequados, permite obter um aumento de dureza adicional. Este aumento de dureza ocorre devido à precipitação na matriz de Alumínio dos elementos Cu, Si, V, Mn, Ni, Mg que ficaram total ou parcialmente mantidos em solução sólida metaestável. Este tipo de tratamento é amplamente conhecido e normalmente denominado de Precipitação. O resultado final permite obter uma liga muito refinada e com dureza superior em relação tanto a liga não tratada como também em relação à liga processada por refusão superficial a laser.

Para mais fácil entendimento da presente invenção apresenta-se um exemplo preferencial. De modo preferencial, mas não obrigatório, pode ser usada uma liga para bronzinas com composição nominal Al Sn10 Si4 Cu2 ou Al Sn6 Si2 Cu1 Ni1 Mn0.2 V0.15, contendo impurezas inevitáveis como Fe, Pb, Ti, Mg, ou outros, sendo submetidas a processamento de refusão com laser. De modo preferencial, mas não obrigatório, o laser pode ser gerado por uma fonte Nd:YAG com potência que pode variar de 500 W a 700 W. A velocidade do feixe de laser pode variar de 1.800 mm/minuto a 3000 mm/minuto e a superposição das trilhas está compreendida por valores de 0,3 mm a 0,7 mm.

Tal como definido, subsequentemente submete-se o revestimento 10 a um tratamento térmico de precipitação entre os 150°C e 200°C durante um intervalo de tempo que pode ir de 5 a 20 horas.

Finalmente, pode ser aplicada uma operação de usinagem para
5 acabamento (mandrilamento) na região superficial 101 das bronzinas 100 após processamento a laser, antes ou após o tratamento térmico de precipitação.

O resultado final é facilmente identificado pelas figuras 4, 5, 5A, 5B e 6 onde é possível visualizar o forte refino de estrutura metalúrgica e
10 substancial aumento de dureza.

As figuras 4 e 5 mostram um corte transversal de um segmento de bronzina 100 de mancal objeto da presente invenção onde é possível identificar o corpo 11 de aço associado ao revestimento 10. Note-se que o revestimento 10 possui uma estrutura metalúrgica distinta. Por exemplo, na
15 figura 4 é possível perceber que a região superficial 101 do revestimento 10 apresenta um refinamento maior que a região do revestimento 10 que não foi submetido à refusão a laser. Aliás, outra característica interessante diz respeito ao fato de o processamento de refusão a laser ter ocorrido apenas em uma porção do revestimento 10 de Alumínio.

20 Opcionalmente, a figura 5 apresenta uma imagem do revestimento 10 de um segmento de bronzina 100 de mancal objeto da presente invenção obtido por microscopia eletrônica de varredura (SEM) que mostra o refino da fase de Estanho (pontos mais claros) e também da fase de Silício (fase cinza), com a particularidade de que a figura 5A faz referência à região
25 do revestimento 10 processada com a refusão a laser (mais próxima à região superficial 101) e com maior refinamento, ao passo que a figura 5B mostra a região do revestimento 10 que não sofreu tratamento superficial.

O refino da estrutura metalúrgica pode ser avaliado pela redução da fase Estanho. Note-se que inicialmente a fase de Estanho apresentava
30 tamanho tipicamente maior do que 0,020 mm e o tamanho final, após processamento, é de no máximo 0,010 mm, sendo tipicamente menor do que 0,005mm (vide figuras 5, 5A, 5B).

Adicionalmente, o aumento de dureza é absolutamente positivo tendo variado de 15 a 50 pontos HV. Dessa forma, a dureza final foi superior a 80HV, tendo alcançado 100HV (vide figura 6). Exemplos disso são demonstrados pelos resultados obtidos com três amostras submetidas a três condições de tratamento distintas. Uma primeira amostra foi submetida a uma potência de 600W, velocidade de 2.400 mm/minuto e com superposição de trilhas de 0,5 mm. Uma segunda amostra foi submetida a uma potência de 600W, velocidade de 1.800 mm/minuto e com superposição de trilhas de 0,5 mm. Por fim, uma terceira amostra foi submetida a uma potência de 600W, velocidade de 3.000 mm/minuto e com superposição de trilhas de 0,4 mm.

Note-se que tais valores nunca foram alcançados por bronzinas com revestimentos de Alumínio e que se equiparam às ligas de Cobre, lembrando que o custo de produção para uma bronzina que faça uso de uma liga de Alumínio é menor que aquelas que fazem uso de uma liga de Cobre.

De notar ainda que a espessura da camada refinada 101, camada de liga refundida que apresentou as propriedades acima descritas, variou entre 0,050 mm e 0,700 mm a partir de região superficial 101 do revestimento 10, que no caso concreto da figura 4 foi de 350 micrômetros.

Portanto, uma liga à base de Alumínio contendo Sn, Cu, Zn, Si, V, Mn, Ni, Mg, processada por refusão superficial a laser e com tratamento térmico subsequente de precipitação apresenta estrutura metalúrgica refinada e aumento de dureza, com consequente aumento de sua resistência à fadiga e também capacidade de carga, possibilitando a bronzinas com revestimentos 10 à base de Alumínio obter propriedades similares a bronzinas com revestimentos à base de Cobre, mas com custo produtivo menor.

Cumprir notar ainda que uma bronzina, composta por dois segmentos, onde pelo menos um deles apresenta as características inovadoras do segmento de bronzina 100 ora definido, apresenta uma solução até agora não existente no que diz respeito ao compromisso entre a capacidade de carga e custo.

Tendo sido descrito um exemplo de concretização preferido, de-

ve ser entendido que o escopo da presente invenção abrange outras possíveis variações, sendo limitado tão-somente pelo teor das reivindicações apensas, aí incluídos os possíveis equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Segmento de bronzina de mancal (100) para motores de combustão interna, composto por um corpo (11) metálico definindo uma superfície interna (1) e uma superfície externa (2), oposta, associável a um mancal, a superfície interna (1) sendo dotada de um revestimento (10), o revestimento (10) compreendendo uma região superficial (101) que mantém contato com uma camada de filme de óleo lubrificante, o revestimento (10) sendo caracterizado pelo fato de que compreende uma liga de Alumínio contendo Estanho e, pelo menos uma porção do revestimento (10) sendo submetida a um processo de refusão por feixes de laser seguido de um tratamento térmico de precipitação.

2. Segmento de bronzina de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a fase de Estanho após tratamento superficial apresenta um tamanho de no máximo 0,010 mm.

3. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 e 2, caracterizado pelo fato de que a liga de Alumínio contém 5% a 22% em peso de estanho em relação ao peso total da liga.

4. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a liga de Alumínio contém pelo menos 0,1% a 3,0% em peso de Cobre, 0,1% a 2,0% em peso de silício, 0,01% a 0,40% em peso de vanádio, 0,1% a 1,8% em peso de manganês, 0,01% a 1,0% em peso de níquel, 1,0% a 8,0% em peso de magnésio em relação ao peso total da liga.

5. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a porção de revestimento (10) refundida define uma camada refinada (110).

6. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de a camada refinada (110) adentra pelo menos 0,005 mm a partir da região superficial (101) do revestimento (10).

7. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a camada refinada (110) compreende a totalidade do revestimento (10).

8. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a camada refinada (110) possui uma dureza superior a 80 vickers.

5 9. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que a potência do laser é de pelos menos 500 watts.

10 10. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a velocidade do feixe de laser é de pelo menos 1800 mm/min.

10 11. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que o corpo (11) é compreendido primordialmente por material ferroso.

15 12. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o processo de refusão do revestimento (10) é realizado antes da adição do revestimento (10) ao corpo (1).

13. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o processo de refusão do revestimento (10) é realizado após a adição do revestimento (10) ao corpo (1).

20 14. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que a região superficial (101) recebe uma operação de usinagem para acabamento.

15. Segmento de bronzina de acordo com as reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que o revestimento (10) é compreendido por uma fita solidariamente associada ao corpo (11).

25 16. Bucha caracterizada pelo fato de que compreende um revestimento (10) tal como definido nas reivindicações 1 a 15.

17. Arruela caracterizada pelo fato de que compreende um revestimento (10) tal como definido nas reivindicações 1 a 15.

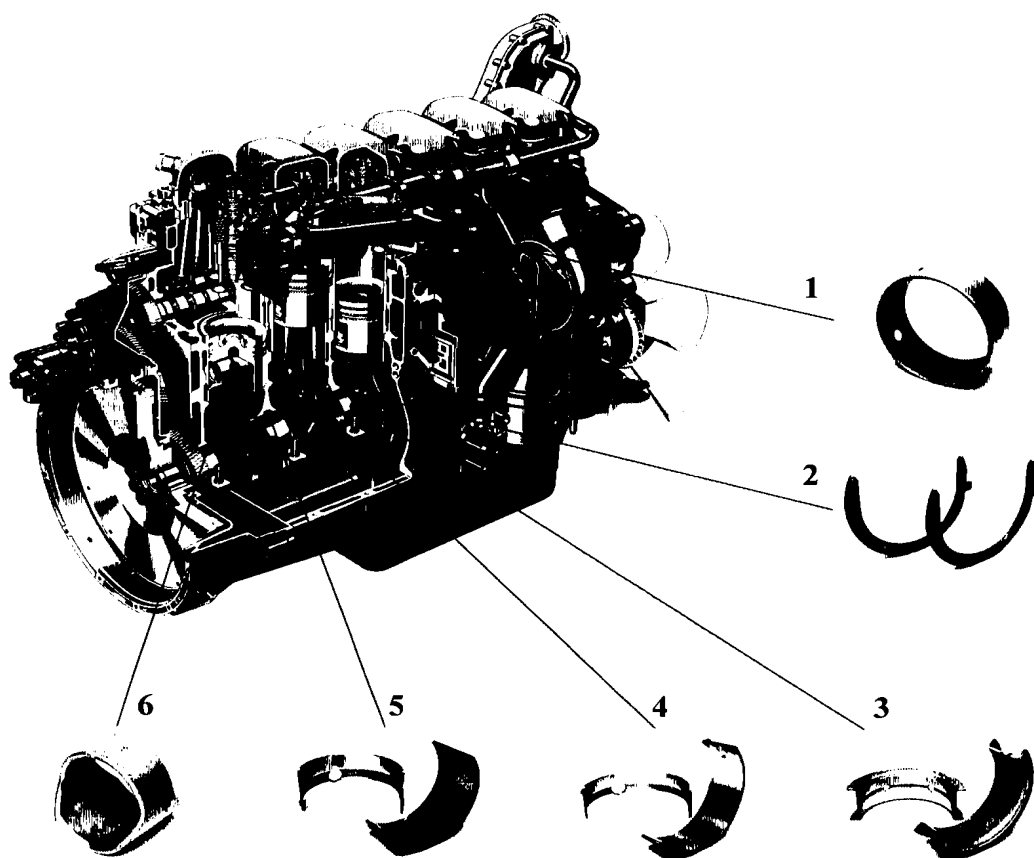


FIG. 1

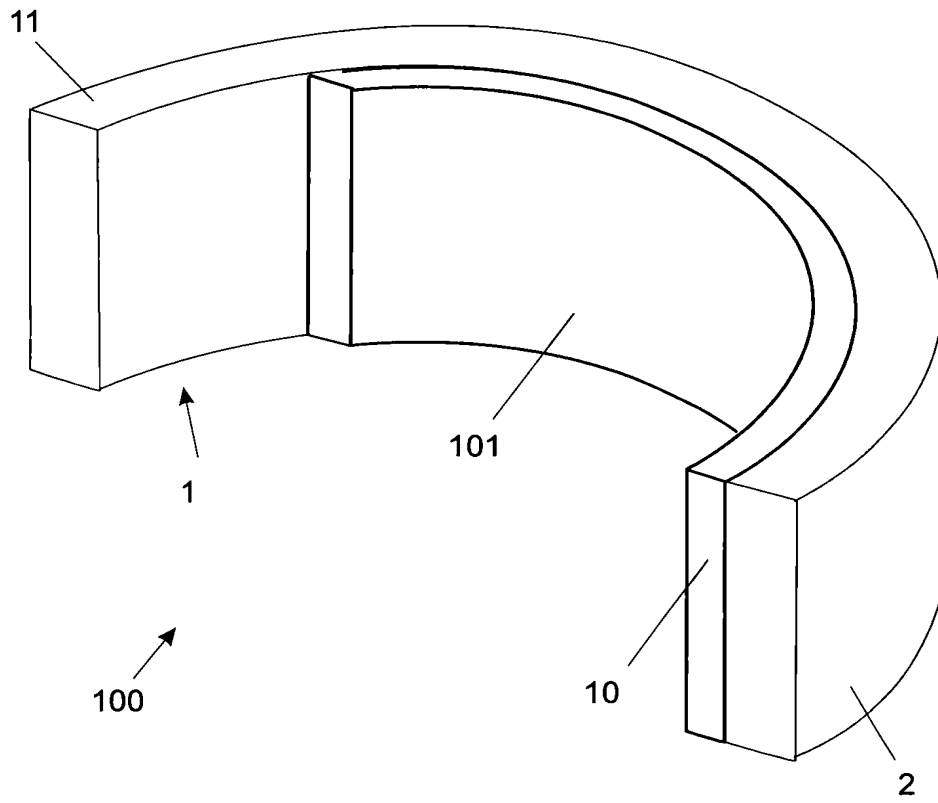


FIG. 2

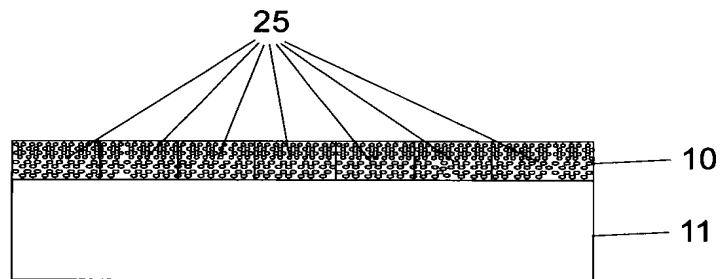


FIG. 3

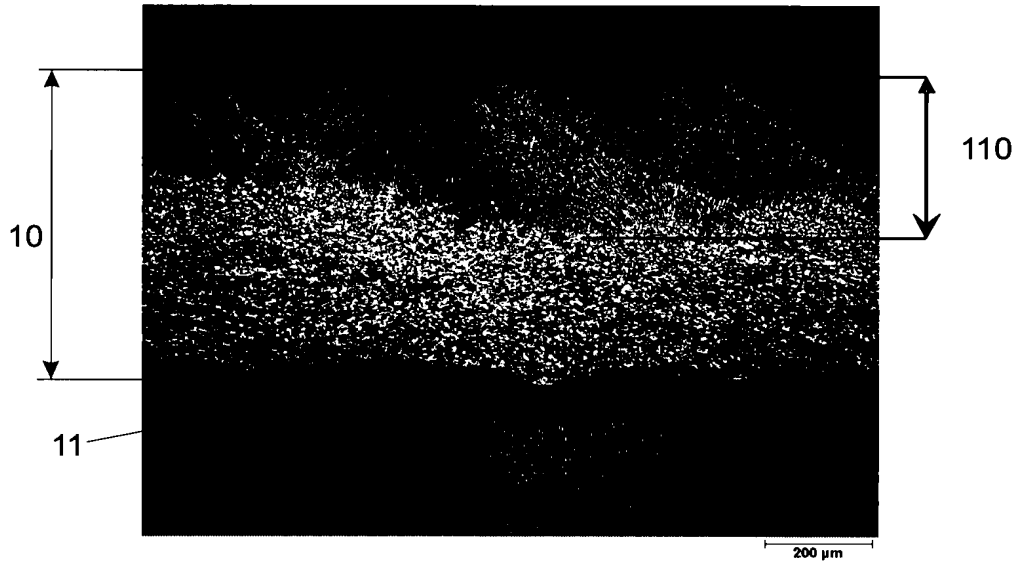


FIG. 4

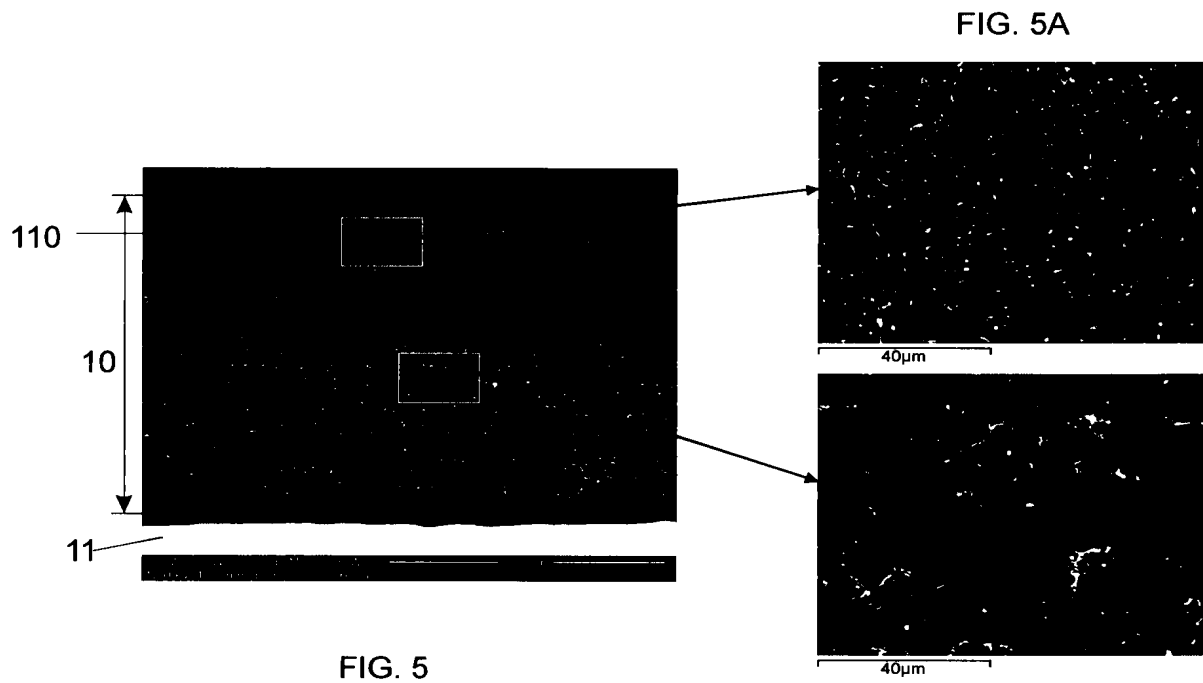


FIG. 5

FIG. 5B

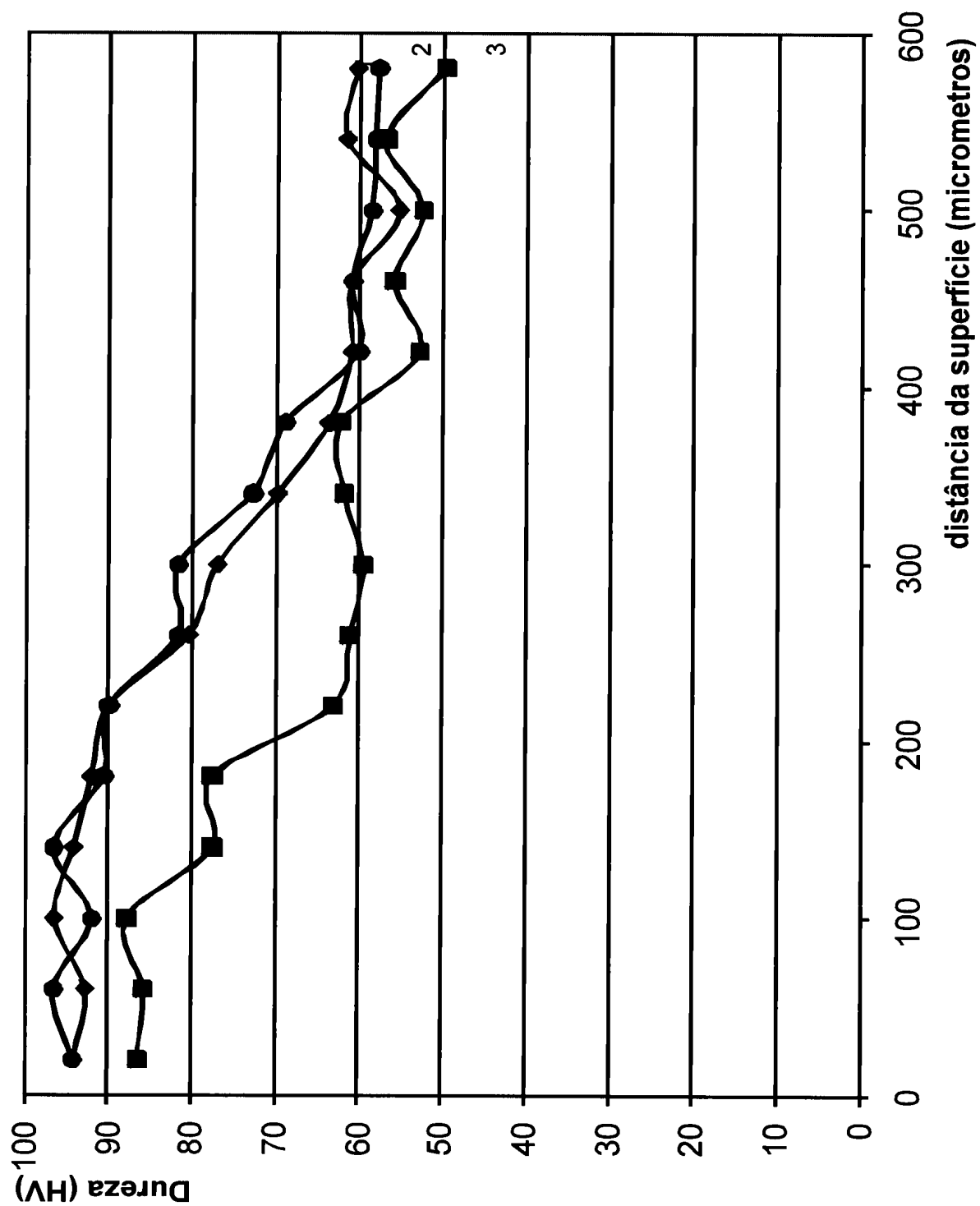


FIG. 6

RESUMO

Patente de Invenção: **"SEGMENTO DE BRONZINA DE MANCAL PARA MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA DE VEÍCULOS"**.

A presente invenção refere-se a um segmento de bronzina de mancal (100) para motores de combustão interna dotado de um revestimen-
5 to (10) à base de uma liga de Alumínio contendo Estanho, sendo que tal revestimento apresenta um compromisso da capacidade de carga, dureza e resistência ao desgaste a um custo menor que as bronzinas do estado da técnica. Tal compromisso é alcançado submetendo o revestimento (10), par-
10 cial ou totalmente, a uma refusão por laser seguida de um tratamento térmico de precipitação.