



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

**(11) PI 0612788-6 B1**



**(22) Data do Depósito: 06/07/2006**

**(45) Data de Concessão: 27/03/2018**

**(54) Título: CAMISA DE CILINDRO, BLOCO DE CILINDRO E MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE CAMISA DE CILINDRO**

**(51) Int.Cl.: C23C 24/04; F02F 1/10; B22D 19/00**

**(30) Prioridade Unionista: 08/07/2005 JP 2005-201004**

**(73) Titular(es): TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA**

**(72) Inventor(es): NORITAKA MIYAMOTO; MASAKI HIRANO; TOSHIHIRO TAKAMI; KOUHEI SHIBATA; NOBUYUKI YAMASHITA; TOSHIHIRO MIHARA; GIICHIRO SAITO; MASAMI Horigome; TAKASHI SATO**

**“CAMISA DE CILINDRO, BLOCO DE CILINDRO E MÉTODO PARA  
FABRICAÇÃO DE CAMISA DE CILINDRO”**

Campo da Invenção

(001) A presente invenção se relaciona a um componente para inserto por fundição, que é envolvido em um metal de fundição através de inserto por fundição, e um bloco de cilindro contendo um componente de inserto por fundição como uma camisa de cilindro.

Antecedentes

(002) Os componentes para inserto por fundição incluem, por exemplo, camisas de cilindro, que são integradas com um bloco de cilindro através de inserto por fundição para formar diâmetros internos de cilindro. Para manter um alto nível de redondeza de um diâmetro interno de cilindro, a superfície circunferencial externa de tal componente, que faz contato com o material de fundição usado em inserto por fundição, precisa ter uma grande força de ligação com o bloco de cilindro.

(003) Para produzir essa grande força de ligação, é importante ajustar o estado da superfície circunferencial externa da camisa de cilindro. Assim também, uma técnica foi proposta em que uma camada pulverizada cobre uma superfície circunferencial externa de camisa de cilindro para formar uma camada de cilindro (por exemplo, a Publicação de Modelo de Utilitário Aberto Japonês Nº 53-163405). A Publicação de Modelo de Utilitário Aberto Japonês Nº 53-163405 divulga uma camada de superfície em uma superfície circunferencial externa de camisa de cilindro na qual o metal granulado é pulverizado de tal forma que o metal granulado se junta de forma irregular na superfície e forma asperezas. Durante a fundição, o metal derretido flui para dentro das reentrâncias das asperezas para produzir o efeito âncora, e uma grande força de ligação é produzida.

(004) Além disso, foi proposta uma técnica em que uma película de material de baixo ponto de fusão é ligada metalurgicamente a uma superfície circunferencial externa de camisa de cilindro por processo de jato-percussão ou pulverização de plasma, de maneira que nenhuma película de óxido se forma na superfície (por exemplo, Publicação de Patente Aberta Japonesa Nº 2003-53508 ). Isso aumenta a aderência entre a camisa de cilindro e o bloco de cilindro.

(005) Foi proposta outra técnica em que uma camada de ativação formada de uma liga de alumínio se forma como uma camada de superfície em uma região superior de ponto morto e uma região inferior de ponto morto de uma superfície circunferencial externa de camisa de cilindro, de forma que a camada de ativação estabelece uma ligação metálica com um cárter (por exemplo, Publicação de Patente Aberta Japonesa Nº 2003-120414).

(006) Com a tendência recente de reduzir o peso de motores internos de combustão, foram adotados projetos de motores com distâncias curtas entre os diâmetros internos de cilindro. Além disso, existe uma tendência para aumentar a potência dos motores. Assim também, em um bloco de cilindro produzido por inserto por fundição de uma camisa de cilindro, existe demanda de melhora na aderência entre a camisa de cilindro e o bloco de cilindro, assim melhorando o desempenho de resfriamento.

(007) No entanto, na Publicação de Modelo de Utilitário Aberto Japonês ° 53-163405 e Publicação de Patente Aberta Japonesa Nº 2003-120414, a camada pulverizada na superfície circunferencial externa de camisa de cilindro é formado fazendo com que partículas metálico que foram derretidas a alta temperatura colidam com a camisa de cilindro. Assim, uma película de óxido é formada na superfície da camada pulverizada, e existem óxidos na camada pulverizada. Como

consequência, a condução térmica do metal após o processo de pulverização se torna menor do que o do mesmo metal antes do processo. Essa configuração não melhora o desempenho de resfriamento a um nível satisfatório.

(008) De acordo com a Publicação de Patente Aberta Japonesa Nº 2003- 53508, uma película de um material de baixo ponto de fusão é formada em uma superfície circunferencial externa de camisa de cilindro. Quando a película entra em contato com o metal derretido durante a fundição, o efeito térmico causa fusão, de forma que se produz uma ligação metálica favorável. No entanto, como na Publicação de Modelo de Utilitário Aberto Japonês Nº 53-163405 e Publicação de Patente Aberta Japonesa Nº 2003-120414, a película se forma em um estado de derretimento de alta temperatura, tal como pulverização. Assim, a formação da película de óxido na superfície e a formação de camadas de óxido na película são inevitáveis. Desta forma, esta configuração não garante um nível satisfatório de desempenho de resfriamento. Na Publicação de Patente Aberta Japonesa Nº 2003-53508, é usado jato-percussão. No entanto, o jato-percussão é um método de tratamento de superfície e não consegue formar uma película completa.

#### Resumo da invenção

(009) Assim também, é objetivo da presente invenção produzir, em um componente para inserto por fundição tal como uma camisa de cilindro cuja superfície circunferencial externa seja envolvida por metal de fundição, uma alta condução térmica entre o metal envolvente e uma camada metálica formada na superfície circunferencial externa quando a fundição é concluída.

(0010) De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, é fornecido um componente para inserto por fundição contendo uma superfície circunferencial externa que é envolvida em metal de fundição através de inserto por fundição. Uma

camada de revestimento metálico se forma na superfície circunferencial externa através de um método de pulverização a frio.

(0011) De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, é fornecida uma camisa de cilindro ligada a um bloco de cilindro de um motor de combustão interna. A camisa de cilindro inclui um corpo de camisa de cilindro e uma camada de revestimento de metal. O corpo de camisa de cilindro possui uma superfície circunferencial externa que é envolvida, através de inserto por fundição, em um metal de fundição para formar o bloco de cilindro. A camada de revestimento metálico se forma na superfície circunferencial externa através de um método de pulverização a frio.

(0012) De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção, é fornecido um bloco de cilindro de um motor de combustão interna. O bloco de cilindro é formado pela fundição de um metal. Uma camisa de cilindro é envolvida no metal através de inserto por fundição de forma que a camisa de cilindro é ligada ao bloco de cilindro. Uma superfície circunferencial externa da camisa de cilindro que é ligada ao bloco de cilindro, possui uma camada de revestimento metálico formada através de um método de pulverização a frio.

(0013) De acordo com um quarto aspecto da presente invenção, é fornecido um método para fabricação de uma camisa de cilindro que é, através de inserto por fundição, envolvido em um material de bloco formando um bloco de cilindro de um motor de combustão interna. O método inclui: preparação de um corpo de camisa de cilindro cilíndrico; e formação de uma camada de revestimento metálico em uma superfície circunferencial externa no corpo de camisa de cilindro através de um método de pulverização a frio;

(0014) Outros aspectos e vantagens da invenção ficarão aparentes na seguinte

descrição, se vistos em conjunto com os desenhos que acompanham, ilustrando com exemplos os princípios da invenção.

Breve descrição dos desenhos

(0015) A invenção, juntamente com os objetos e vantagens respectivas, será mais bem entendida por referência à seguinte descrição das versões atualmente preferidas juntamente com os desenhos que acompanham, nos quais:

(0016) A Fig. 1A é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com uma primeira versão;

(0017) A Fig. 1B é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com uma primeira versão;

(0018) A Fig. 2A é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com a primeira versão;

(0019) A Fig. 2B é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com a primeira versão;

(0020) A Fig. 3 é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com a primeira versão durante a fundição;

(0021) A Fig. 4 é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com uma segunda versão;

(0022) A Fig. 5 é um diagrama mostrando um procedimento para fabricar a camisa de cilindro de acordo com a segunda versão;

(0023) A Fig. 6 é um diagrama de processo mostrando os passos para produzir a camisa de cilindro de acordo com a segunda versão; A Fig. 7 é um diagrama de processo mostrando os passos para formar uma reentrância tendo um feitio contraído em um molde de fundição de acordo com uma segunda versão;

(0024) A Fig. 8 é uma visão esquemática mostrando a camisa de cilindro de acordo

com a segunda versão durante a fundição;

(0025) A Fig. 9 é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com uma terceira versão;

(0026) A Fig. 10 é uma visão esquemática mostrando uma camisa de cilindro de acordo com a terceira versão durante a fundição;

(0027) A Fig. 11A é um diagrama mostrando o feitio de uma projeção formada na superfície circunferencial externa da camisa de acordo com uma segunda versão ou uma quarta versão;

(0028) A Fig. 11B é um é um diagrama mostrando o feitio da projeção formada na superfície circunferencial externa da camisa de acordo com a segunda versão ou uma quarta versão;

(0029) A Fig. 12A é um é um diagrama com linhas de contorno mostrando o feitio de uma projeção formada na superfície circunferencial externa da camisa de acordo com uma segunda versão ou uma quarta versão; e

(0030) A Fig. 12B é um é um diagrama com linhas de contorno mostrando o feitio de uma projeção formada na superfície circunferencial externa da camisa de acordo com uma segunda versão ou uma quarta versão;

#### Melhor forma de executar a invenção

(0031) Primeira Versão

(0032) Uma primeira versão é mostrada nas Figuras 1A, 1B, 2A e 2B. A Fig. 1A é uma visão de perspectiva uma camisa de cilindro 2 de acordo com a presente invenção. A Fig. 1B é uma visão de corte transversal parcialmente ampliada da camisa de cilindro 2; A Fig. 2A é uma visão parcial de perspectiva de um bloco de cilindro 4 em que a camisa de cilindro 2 é envolvida através de inserto por fundição. A Fig. 2B é uma visão de corte transversal parcialmente ampliada do bloco de

cilindro 4; Uma camisa de água 4a é formada em junto à camisa de cilindro 4, que é envolvida no bloco de cilindro.

(0033) Estrutura da camisa de cilindro 2

(0034) Um corpo 2a da camisa de cilindro 2 mostrado nas Figuras 1A e 1B é um corpo cilíndrico feito de ferro fundido. A camisa de cilindro 2 é formada pela formação de uma camada de revestimento metálico 8 em uma superfície circunferencial externa 6 do corpo de camisa de cilindro 2a (doravante referido como superfície circunferencial externa). A camada de revestimento metálico 8 liga metalurgicamente a camisa de cilindro 2 com o bloco de cilindro 4 durante a fundição.

(0035) Levando em consideração a resistência ao desgaste, a resistência o emperramento e a formabilidade, a composição do ferro fundido é preferivelmente configurada como segue:

T. C: 2,9 a 3,7% por massa

Si: 1,6 a 2,8% por massa

Mn: 0,5 a 1,0% por massa

P: 0,05 a 0,4% por massa

(0036) As seguintes substâncias podem ser acrescentadas, se necessário.

Cr: 0,05 a 0,4% por massa

B: 0,03 a 0,08% por massa

Cu: 0,3 a 0,5% por massa

(0037) Composição da Camada de Revestimento metálico 8

(0038) Um material metálico de alta condução térmica é usado como material metálico para formar a camada de revestimento metálico 8. Por exemplo, pode ser usado alumínio ou liga de alumínio, cobre ou liga de cobre.

(0039) Formação da Camada de Revestimento metálico 8

(0040) Na formação da camada de revestimento metálico 8 na superfície circunferencial externa 6, a superfície circunferencial externa 6 é tornada com antecedência por um dispositivo de asperezamento (nesta versão, um dispositivo de rajada ou um dispositivo de jato de água).

(0041) Depois que a superfície circunferencial externa 6 é tornada áspera, faz-se um material metálico pulverizado de alta condução de calor, solidificado e pulverizado, colidir com a superfície 6 em fluxo supersônico com gás inerte usando um aparelho de pulverização a frio. Assim também, as partículas de material metálico de mais alta condução térmica plasticamente deformadas na superfície circunferencial externa 6 e formam a camada de revestimento metálico 8.

(0042) Contanto que o material de fundição para fundir o bloco de cilindro 4 ou o material de bloco seja alumínio ou uma liga de alumínio um material igual ao do material de bloco pode ser pulverizado e usado para pulverização a frio.

(0043) Estrutura e Fundição do Bloco do Cilindro 4

(0044) Como mostrado nas Figuras 2A e 2B, o bloco de cilindro 4 é formado envolvendo a camisa de cilindro 2 através de inserto por fundição. Especificamente, uma superfície circunferencial externa 2c da camisa de cilindro 2, na qual a camada de revestimento metálico 8 é formada, é envolvida pelo material de bloco. Uma liga leve é usada como o material de fundição usado como material de bloco. Levando em consideração peso e custos, alumínio ou uma liga de alumínio é usada como o material de bloco. Como liga de alumínio, por exemplo, pode ser usada uma liga especificada no Padrão Industrial Japonês (JIS) A380.0 (padrão relacionado dos Estados Unidos ASTM A380.0) ou uma liga especificada no JIS ADC12 (padrão relacionado nos Estados Unidos, ASTM A383.0).

(0045) A camisa de cilindro 2 mostrada na Fig. 1A é colocada em um molde. Depois, o alumínio ou liga de alumínio é derramado dentro do molde. O bloco de cilindro 4 é produzido no qual toda a circunferência externa da camada de revestimento metálico 8 é envolvida em alumínio ou uma liga de alumínio.

(0046) Como mostrado na Fig. 3, durante a fundição, o metal derretido 10 entra em contato e aquece a camada de revestimento metálico 8 na superfície circunferencial externa 6. Como a camada de revestimento metálico 8 é formada através de pulverização a frio como descrito acima, existem poucas camadas de óxido na superfície da camada de revestimento metálico 8, isto é, na superfície circunferencial externa 2c da camisa de cilindro 2, e o metal derretido 10 é solidificado ao mesmo tempo em que adere de forma suficiente à camada de revestimento metálico 8. A fundição do bloco de cilindro 4 é assim concluída.

(0047) A primeira versão descrita acima tem as seguintes vantagens.

(0048) A camada de revestimento metálico 8 é formada por pulverização a frio. Na fundição do bloco de cilindro 4, o metal derretido 10 entra em contato com a camada de revestimento metálico 8 e é solidificado. Na pulverização a frio, a camada de revestimento metálico 8 é formada no corpo de camisa de cilindro 2a em um estado não derretido e livre de oxigênio como descrito acima. Assim, poucas películas de oxigênio ou camadas de oxigênio se formam na superfície ou no interior da camada de revestimento metálico 8 formada.

(0049) Desta forma, quando a camisa de cilindro 2 é envolvida no material de bloco através de inserto por fundição, o bloco de cilindro 4 é formado com alta aderência entre a superfície circunferencial externa 2c, que é a superfície da camada de revestimento metálico 8, e o material de bloco. Desta forma, a condução térmica do limite da camada de revestimento metálico 8 até o bloco de cilindro 4 é aumentada.

Ainda, como existem poucas camadas de óxido na camada de revestimento metálico 8, a própria camada de revestimento metálico 8 tem alta condução térmica.

(0050) Desta forma, a condução térmica desde a camada de revestimento metálico 8 até o bloco de cilindro 4 é alta o suficiente.

(0051) Assim também, a condução térmica desde a camisa de cilindro 2 até o bloco de cilindro 4 é aumentada o suficiente, de forma que o resfriamento do diâmetro interno de cilindro 2b é realizado de forma satisfatória pela camisa de água 4a.

(0052) Como descrito acima, o material para a camada de revestimento metálico 8 é um material metálico de alta condução térmica. A camada de revestimento metálico 8 contém poucas camadas de óxido como descrito acima, e exerce condução térmica suficiente como o material. Assim, a vantagem (i) é ainda mais notável.

(0053) Segunda Versão

(0054) Estrutura da camisa de cilindro 12

(0055) A Fig. 4 é uma visão de corte transversal parcial de uma camisa de cilindro de acordo com uma segunda versão; Embora um corpo 12a da camisa de cilindro 12 seja feito de ferro fundido contendo a mesma composição da primeira versão, uma diversidade de projeções 17, cada uma com um feitio contraído, é integralmente formada em uma superfície circunferencial externa 16. Cada projeção 17 é formada da seguinte maneira.

(0056) Cada projeção 17 tem a seção mais estreita (contração 17c) na parte média entre uma extremidade proximal 17a e uma extremidade distal 17b.

(0057) Cada projeção 17 é queimada desde a contração 17c até a extremidade proximal 17a e em direção à extremidade distal 17b.

(0058) Cada projeção 17 tem uma superfície superior 17d substancialmente plana na extremidade distal 17b. A superfície superior 17d é a superfície mais externa na direção radial do corpo de camisa de cilindro 12a.

(0059) Uma superfície substancialmente plana (superfície de base) é formada entre as projeções 17.

(0060) Após a superfície circunferencial externa 16 ter sido tornada áspera, uma camada de revestimento metálico 18 é formada na superfície circunferencial externa 16. A camada de revestimento metálico 18 se liga metalurgicamente com um material de bloco. A camada de revestimento metálico 18 é a mesma camada de revestimento metálico da primeira versão. Um material metálico de alta condução térmica é usado como material metálico para formar a camada de revestimento metálico 18. Por exemplo, pode ser usado alumínio ou liga de alumínio, cobre ou liga de cobre.

(0061) Processo para produzir a camisa de cilindro 12

(0062) A produção da camisa de cilindro 12 é executada de acordo com o procedimento mostrado do [passo A] ao [passo H] na Fig. 5.

(0063) Cada passo será descrito com referência a um diagrama de processo da Fig. 6.

(0064) Passo A

(0065) A suspensão C4 é preparada pela composição do material refratário C1, aglomerante C2 e água C3 em proporções predeterminadas.

(0066) Nesta versão, as faixas possíveis para as cargas do material refratário C1, o aglomerante C2 e água C3 e faixas possíveis para o tamanho médio de partícula do material refratário C1 são mostradas como segue.

(0067) Carga do material refratário C1: 8 a 30% por massa

(0068) Carga do aglomerante C2: 2 a 10% por massa

(0069) Carga da água C3: 60 a 90% por massa

(0070) O tamanho médio de partícula do material refratário C1: 0,02 a 0,1 mm

(0071) Passo B

(0072) Uma quantidade predeterminada do surfactante C5 é acrescida à suspensão C4 para obter a suspensão aquosa para faceamento de molde C6.

(0073) Nesta versão, uma possível faixa de carga do surfactante é ajustada como segue. Carga do surfactante C5:  $0,005\% \text{ por massa} < X < 0,1 \text{ por massa}$  ( $X$  representa a carga)

(0074) Passo C

(0075) A suspensão aquosa para faceamento de molde C6 é aplicada por pulverização a uma superfície circunferencial interna Pi de um molde P, que foi aquecido a uma temperatura determinada e está sendo girado. Neste momento, a suspensão aquosa para faceamento de molde C6 é aplicada de tal maneira que uma camada da suspensão aquosa C6 (camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7) de espessura uniforme se forma em toda a superfície circunferencial interna Pi.

(0076) Nesta versão, uma possível faixa para a espessura da camada suspensão aquosa para faceamento de molde C7 é ajustada como segue.

(0077) A espessura da camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7: 0,5 a 1,5 mm

(0078) A Fig. 7 mostra um exemplo da ordem dos passos para formar um orifício com uma contração na camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7.

(0079) Como mostrado na Fig. 7, o surfactante C5 age em uma bolha D1 na

camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7, de forma que uma reentrância D2 é formada de maneira a se estenderem em direção à circunferência interna da camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7. A reentrância D2 atinge a superfície circunferencial interna Pi do molde P de maneira que um orifício D3 com um feitio contraído se forma na camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7.

(0080) Passo D

(0081) Depois que a camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7 está seca, o metal derretido Cl de ferro fundido é derramado no molde P, que está sendo girado. Assim também, o corpo de camisa de cilindro 12a é fundido. Neste momento, as projeções, cada uma tendo um feitio que corresponde ao feitio do orifício D3 da camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7, são transferidas para o corpo de camisa de cilindro 12a de forma que as projeções 17 (ver Fig. 4), cada uma com uma contração, são formadas na superfície circunferencial externa 16.

(0082) Passo E

(0083) Após o metal derretido Cl ter sido endurecido e a camisa de cilindro 12a ter sido formada, a camisa de cilindro 12a é retirada do molde P com a camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7.

(0084) Passo F

(0085) Usando um dispositivo de rajada Ma, a suspensão aquosa para faceamento de molde C7 é removida da superfície circunferencial externa 16.

(0086) Passo G

(0087) Usando um dispositivo de asperezamento (um dispositivo de rajada como um dispositivo de rajada Ma ou um dispositivo de jato de água), a superfície

circunferencial externa 16 é tornada áspera.

(0088) Passo H

(0089) Usando um dispositivo de pulverização a frio Mb, a superfície circunferencial externa 16 é revestida com um pó de um material metálico de alta condução térmica como na primeira versão. Isso forma a camada de revestimento metálico 18 na superfície circunferencial externa 16 para cobrir as projeções 17.

(0090) A camisa de cilindro 12 mostrada na Fig. 4 é assim concluída.

(0091) Proporção de Área das Projeções 17

(0092) Nesta versão, as faixas possíveis para uma primeira proporção de área S1 e uma segunda proporção de área S2 das projeções 17 do corpo de camisa de cilindro 12a são ajustadas como segue:

(0093) Primeira proporção de área S1: não menos do que 10%

(0094) Segunda proporção de área S2: não menos do que 55%

(0095) Alternativamente, os seguintes ajustes podem ser aplicados.

(0096) Primeira proporção de área S1: 10 a 50%

(0097) Segunda proporção de área S2: 20 a 55%.

(0098) A primeira proporção de área S1 corresponde a uma área de corte transversal das projeções 17 por área de unidade em um plano cuja altura é 0,4 mm desde a superfície de base 17e (a distância na direção da altura com referência à superfície de base 17e).

(0099) A segunda proporção de área S2 corresponde a uma área de corte transversal das projeções 17 por área de unidade em um plano cuja altura é 0,2 mm desde a superfície de base 17e (a distância na direção da altura com referência à superfície de base 17e).

(00100) As proporções de área S1 e S2 são obtidas de mapas de contorno

(Figs. 11 e 12, discutidas abaixo) da projeção 17 obtida pelo uso de um dispositivo de medição laser tridimensional.

(00101) A altura e a densidade de distribuição da projeção 17 são determinadas pela profundidade e densidade de distribuição dos orifícios D3 na camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7 formada no passo C. Especificamente, a camada de suspensão aquosa para faceamento de molde C7 é formada de maneira que a altura das projeções 17 é de 0,5 mm a 1,5 mm e a densidade de distribuição das projeções 17 ou o número de projeções 17 por cm<sup>2</sup> da superfície circunferencial externa seja de cinco a sessenta.

(00102) Produção do Bloco de Cilindro

(00103) O bloco de cilindro é produzido colocando-se a camisa de cilindro 12 mostrada na Fig. 4 em um molde e derramando metal derretido 20 de um material de bloco dentro do molde de forma que a superfície circunferencial externa 16 é envolvida no metal derretido 20. O material de bloco é o mesmo que é descrito na primeira versão 1, e a mesma liga leve é utilizada.

(00104) No bloco de cilindro de acordo com a segunda versão produzida no procedimento desta forma, o metal derretido 20 é solidificado enquanto adere de forma suficiente à camada de revestimento metálico 18 através do mecanismo explicado na primeira versão.

(00105) A segunda versão tem as seguintes vantagens.

(00106) Além das vantagens da primeira versão, a camada de revestimento metálico 18 e o corpo de camisa de cilindro 12a são ligados um ao outro não apenas por pulverização a frio mas também pelas projeções 17 cada uma tendo um feitio contraído. Assim, a força de ligação entre o corpo de camisa de cilindro 12a e a camada de revestimento metálico 18 e a força de ligação entre o corpo de

camisa de cilindro 12a e o bloco de cilindro com a camada de revestimento metálico 18 é aumentada ainda mais. Assim também, um alto nível de redondeza é mantido no diâmetro interno de cilindro 12b.

(00107) Além disso, as projeções 17 com um feitio contraído aumentam ainda mais a condução térmica desde o corpo de camisa de cilindro 12a até o bloco de cilindro, o que melhora o desempenho de resfriamento do diâmetro interno de cilindro 12b.

(00108) Terceira Versão

(00109) Na terceira versão, é usado um corpo de camisa de cilindro 22a, que é igual ao corpo de camisa de cilindro da primeira versão. Uma camada de revestimento metálico 28 é formada no corpo de camisa de cilindro 22a com um material de pó metálico de baixo ponto de fusão usando um aparelho de pulverização a frio, assim produzindo uma camisa de cilindro 22.

(00110) O material metálico de baixo ponto de fusão pode ser zinco, uma liga de zinco, estanho, uma liga de estanho, chumbo, uma liga de chumbo, antimônio ou uma liga de antimônio.

(00111) Como a camada de revestimento metálico da primeira versão, a camada de revestimento metálico 28 formada por pulverização a frio contém poucas películas de óxido e camadas de óxido na superfície e no interior.

(00112) Como mostrado na Fig. 10, a camisa de cilindro 22 é envolvida em um metal derretido 30 de um material de bloco como na primeira versão, desta forma fundindo um bloco de cilindro. Durante a fundição, como a camada de revestimento metálico 28 tem um ponto de fusão mais baixo do que o do material de bloco (alumínio ou uma liga de alumínio), formando o metal derretido 30, o metal derretido 30 se derrete e se funde com a superfície da camada de revestimento

metálico 28, de maneira que uma camada metálica 28a fundida se forma como mostrado nos desenhos. A fundição do bloco de cilindro é concluída quando o metal derretido 30 e a camada metálica derretida 28a são solidificados. Neste momento, a camada metálica derretida 28a é fortemente ligada e adere ao bloco de cilindro e à camada de revestimento metálico 28.

(00113) A terceira versão tem as seguintes vantagens.

(00114) Como é usado um material metálico de baixo ponto de fusão para a camada de revestimento metálico 28, a superfície da camada de revestimento metálico 28, na qual poucas películas de óxido de formam, é derretida ao entrar em contato com o metal derretido 30 e é fundida com o metal derretido 30. Isso aumenta a condução térmica entre a camada de revestimento metálico 28 e o bloco de cilindro após a fundição da camada de revestimento metálico 28 e a vantagem (i) da primeira versão é assim mais notável.

(00115) Como a pulverização a frio não derrete metal, o uso de um material metálico de baixo ponto de fusão não causa entupimento do aparelho de pulverização a frio por excesso de derretimento. Assim, a usinabilidade da formação de película não é degradada. Além disso, conforme o tipo de material, evita-se a sublimação. Assim, a eficiência da formação da película é aumentada.

(00116) Quarta Versão

(00117) Uma camisa de cilindro de acordo com uma quarta versão tem o mesmo corpo de camisa de cilindro 12a de acordo com a segunda versão, que tem as projeções 17 formadas na superfície circunferencial externa 16; Uma camada de revestimento metálico de acordo com a quarta versão é formada de um material metálico de baixo ponto de fusão como a camada de revestimento metálico 28 da terceira versão.

(00118) A camisa de cilindro, que é formada combinando o corpo de camisa de cilindro 12a de uma segunda versão e a camada de revestimento metálico 28 da terceira versão é envolvida em um material de bloco (alumínio ou uma liga de alumínio) através de inserto por fundição. A fundição do bloco de cilindro é assim concluída.

(00119) A quarta versão descrita acima tem as seguintes vantagens.

(00120) São obtidas as mesmas vantagens da segunda e da terceira versão.

(00121) Descrição das Linhas de Contorno de Projeções

(00122) Os diagramas de contorno das projeções 17 da segunda versão, que são obtidos pelo uso de um dispositivo de medição laser tridimensional, serão descritos agora.

(00123) Diagrama de Contorno da Projeção 17

(00124) Com referência às Figuras 11A e 11B, a medição das linhas de contorno da projeção 17 da segunda versão mostrada na Fig. 4 será descrita agora. Ao elaborar o diagrama de contorno, uma peça de teste para medição das linhas de contorno é colocada em uma bancada de teste de forma que a superfície de base 17e fique de frente a um dispositivo de medição laser tridimensional sem contato. A medição é executada irradiando a superfície de base 17e com o facho de laser a um ângulo substancialmente perpendicular à superfície de base 17e. Os resultados da medição são enviados a um dispositivo de processamento de imagens para obter um diagrama de contorno da projeção 17 como mostrado na Fig. 11A.

(00125) A Fig. 11B mostra o relacionamento entre a superfície de base 17e as linhas de contorno h (h0 a h10). Conforme ilustrado, as linhas de contorno h são exibidas a um intervalo predeterminado da superfície de base 17e e ao longo da

altura da projeção 17 (direção da seta Y). Doravante, a distância ao longo da seta Y com referência à superfície de base 17e será referida como altura de medida.

(00126) Embora as Figuras 11A e 11B mostre um diagrama em que as linhas de contorno h são mostradas a um intervalo de 0,2 mm, a distância entre as linhas de contorno h pode ser mudada como necessário.

(00127) [a] Primeira Proporção de Área S1 da Projeção 17:

(00128) A Fig. 12A é um diagrama de contorno em que as linhas de contorno h com menos de 0,4 mm de altura de medida não são mostradas

(00129) (primeiro diagrama de contorno). A área do diagrama de contorno como mostrada ( $W1 \times W2$ ) é uma área de unidade para medir a primeira proporção de área S1.

(00130) No primeiro diagrama de contorno, a área da região R4 cercada pela linha de contorno h4 (a área da seção hachurada SR4 do desenho) corresponde à área de corte transversal de uma projeção que se localiza no plano de uma altura de medida de 0,4 mm (a primeira área de corte transversal da projeção 17). O número das regiões R4 no primeiro diagrama de contorno (o número das regiões N4) corresponde ao número de projeções 17 no primeiro diagrama de contorno.

(00131) A primeira proporção de área S1 é calculada como a proporção da área total da região R4 ( $SR4 \times N4$ ) ocupando a área do diagrama de contorno ( $W1 \times W2$ ). Isto é, a primeira proporção de área S1 corresponde ao total da primeira área de corte transversal na área de unidade no plano a uma altura de medição de 0,4 mm. Em um diagrama de contorno das projeções, isto é, em um diagrama de contorno da superfície circunferencial externa do corpo de camisa de cilindro, a primeira proporção de área S1 é igual à proporção da área total nas primeiras áreas de corte transversal de todo o diagrama de contorno.

- (00132) A primeira proporção de área S1 é calculada pela seguinte equação
- (00133)  $S1 = (SR4 \times N4)/(W1 \times W2) \times 100 [\%]$
- (00134) [b] Segunda proporção de área S2 da projeção 17
- (00135) A Fig. 12B é um diagrama de contorno em que as linhas de contorno h com menos de 0,2 mm de altura de medida não são mostradas (segundo diagrama de contorno). A área do mapa de contorno ( $W1 \times W2$ ) é a área de unidade para medir a segunda proporção de área S2.
- (00136) No segundo diagrama de contorno, a área da região R2 cercada pela linha de contorno h2 (a área da seção hachurada SR2 do desenho) corresponde à área de corte transversal de uma projeção que se localiza no plano de uma altura de medida de 0,2 mm (a segunda área de corte transversal da projeção 17). O número das regiões R2 no segundo diagrama de contorno (o número das regiões N2) corresponde ao número de projeções 17 no segundo diagrama de contorno. Como a área do segundo diagrama de contorno é igual à área do primeiro diagrama de contorno, o número de projeções 17 é igual ao número de projeções N1.
- (00137) A segunda proporção de área S2 é calculada como a proporção da área total das Regiões R2 ( $SR2 \times N2$ ) em relação à área do diagrama de contorno ( $W1 \times W2$ ). Isto é, a segunda proporção de área S2 corresponde ao total da primeira área de corte transversal na área de unidade no plano a uma altura de medição de 0,2 mm. Em um diagrama de contorno das projeções, isto é, em um diagrama de contorno da superfície circunferencial externa do corpo de camisa de cilindro, a primeira proporção de área S2 é igual à proporção da área total nas segundas áreas de corte transversal de todo o diagrama de contorno.
- (00138) A segunda proporção de área S2 é calculada pela seguinte equação

- (00139)  $S2 = (SR2 \times N2) / (W1 \times W2) \times 100 [\%]$
- (00140) [c] Primeira e Segunda Área de Corte Transversal de Projeção
- (00141) A primeira área de corte transversal da projeção 17 é calculada como uma área de corte transversal de uma projeção que se posiciona em um plano da altura de medida de 0,4 mm com base nos diagramas de contorno. A segunda área de corte transversal da projeção 17 é calculada como uma área de corte transversal de uma projeção que se posiciona em um plano da altura de medida de 0,2 mm com base nos diagramas de contorno. Por exemplo, através do processamento de imagens dos diagramas de contorno, a primeira área de corte transversal das projeções 17 é obtida calculando a área da região R4 no primeiro diagrama de contorno [Fig. 12A]. Ainda, através do processamento de imagens dos diagramas de contorno, a segunda área de corte transversal das projeções 17 é obtida calculando a área da região R2 no segundo diagrama de contorno [Fig. 12B].
- (00142) [d] Número de Projeções
- (00143) O número de projeções N1 é calculado como o número de projeções 17 formado por área de unidade ( $1 \text{ cm}^2$ ) na superfície circunferencial externa 16 da camisa de cilindro com base nos diagramas de contorno. Por exemplo, através do processamento de imagens dos diagramas de contorno, o número de projeções N1 é obtido calculando o número de regiões R4 no primeiro diagrama de contorno [Fig. 12A].
- (00144) Uma camisa de cilindro da qual a primeira proporção de área S1 era não menos do que 10% e uma camisa de cilindro da qual a primeira proporção de área S1 era menor do que 10% foram aplicadas aos blocos de cilindro e a quantidade de deformação desses diâmetros internos de cilindro foi comparada. A

quantidade de deformação da última foi confirmada como sendo maior do que três vezes a da primeira.

(00145) Quando a segunda proporção de área S2 é maior do que 55%, os vazios aumentam significativamente. Os vazios se referem a uma proporção de área vazia formada no limite entre a camisa de cilindro e o bloco de cilindro em relação à seção de corte transversal limite.

(00146) Esses resultados confirmaram que a aplicação de uma camisa de cilindro da qual a primeira proporção de área S1 não seja menor do que 10% e a segunda proporção de área S2 não seja menor do que 55% a um bloco de cilindro melhora favoravelmente a força de ligação e a aderência entre o material de bloco e a camisa de cilindro.

(00147) Ao ajustar o limite superior da primeira proporção de área S1 em 50%, a segunda proporção de área S2 é ajustada em não mais do que 55%. Ajustando o limite inferior da segunda proporção de área S2 em 20%, a primeira proporção de área S1 é ajustada em não menos do que 10%.

(00148) Outras Versões

(00149) Na segunda e quarta versão, a superfície circunferencial externa é tornada áspera. No entanto, como as projeções que possuem um feitio contraído proporcionam uma força de ligação suficiente com a camada de revestimento metálico e o bloco de cilindro, a superfície circunferencial externa não necessariamente tem que ser tornada áspera.

(00150) As projeções na segunda e quarta versão satisfazem todas as seguintes condições (a) a (d):

(00151) a altura das projeções é de 0,5 mm a 1,5 mm;

(00152) o número de projeções é de cinco a sessenta por cm<sup>2</sup> na superfície

circunferencial externa.

(00153) a primeira proporção de área S1 de uma região que é circulada por uma linha de contorno de uma altura de 0,4 mm não é menor do que 10% em um diagrama de contorno das projeções, o diagrama sendo obtido através da medição da superfície circunferencial externa ao longo da altura das projeções com um dispositivo de medição laser tridimensional; e

(00154) a segunda proporção de área S2 de uma região que é circulada por uma linha de contorno de uma altura de 0,2 mm não é maior do que 55% em um diagrama de contorno das projeções, o diagrama sendo obtido através da medição da superfície circunferencial externa ao longo da altura das projeções com um dispositivo de medição laser tridimensional; e

(00155) Alternativamente, as projeções na segunda e quarta versão podem satisfazer a todas as seguintes condições (a) a (d'):

(00156) a altura das projeções é de 0,5 mm a 1,5;

(00157) o número de projeções é de cinco a sessenta por  $\text{cm}^2$  na superfície circunferencial externa.

(00158) (c') a proporção S1 da área de uma região que é circulada por uma linha de contorno de uma altura de 0,4 mm é de 10 a 50% em um diagrama de contorno das projeções, o diagrama sendo obtido através da medição da superfície circunferencial externa ao longo da altura das projeções com um dispositivo de medição laser tridimensional; e

(00159) (d') a proporção S2 da área de uma região que é circulada por uma linha de contorno de uma altura de 0,2 mm é de 20 a 55% em um diagrama de contorno das projeções, o diagrama sendo obtido através da medição da superfície circunferencial externa ao longo da altura das projeções com um dispositivo de

medição laser tridimensional.

(00160) Além disso, as projeções na segunda e quarta versão podem satisfazer a pelo menos uma das seguintes condições (a) e (b):

(00161) a altura das projeções é de 0,5 mm a 1,5 mm;

(00162) o número de projeções é de cinco a sessenta por  $\text{cm}^2$  na superfície circunferencial externa.

(00163) Neste caso, uma força de ligação suficiente entre a camisa de cilindro e o bloco de cilindro é produzida, e a aderência é melhorada.

(00164) Podem ser adotadas projeções que atendam às condições (c) e (d), e pelo menos uma das condições (a) e (b) ou condições (c') e (d') e pelo menos uma das condições (a) e (b).

(00165) Neste caso, uma força de ligação suficiente entre a camisa de cilindro e o bloco de cilindro é produzida, e a aderência é melhorada.

(00166) (3) As projeções 17 podem ser formadas de maneira que as regiões R4, cada uma cercada por uma linha de contorno h4 nos diagramas de contorno mostrados nas Figuras 11 e 12 sejam independentes um do outro (isto é, as projeções 17 podem ser independentes uma da outra em uma posição de uma altura de medida de 0,4 mm). Esta configuração aumenta ainda mais a força de ligação entre o bloco de cilindro e a camisa de cilindro.

(00167) Além disso, se a uma altura de medida de 0,4 mm a área de cada projeção 17 for ajustada de  $0,2 \text{ mm}^2$  a  $3,0 \text{ mm}^2$ , a quebra e a redução na força de ligação das projeções 17 são suprimidas durante o processo de produção.

## REIVINDICAÇÕES

1. **“CAMISA DE CILINDRO”**, ligada a um bloco de cilindro de um motor de combustão interna, o cilindro compreendendo:

um corpo de camisa de cilindro tendo uma superfície circunferencial externa que é envolvida, através de inserção por fundição, em um metal de fundição para formar o bloco de cilindro,

**caracterizada por** uma camada metálica ser formada na superfície circunferencial externa através de um método de pulverização a frio, e onde a superfície circunferencial externa do corpo da camisa de cilindro tem uma pluralidade de projeções, cada projeção tendo uma porção média mais estreita do que uma extremidade proximal e uma extremidade distal da projeção e sendo coberta pela camada metálica onde as projeções são formadas contendo pelo menos uma das seguintes condições (a) e (b):

- (a) a altura das projeções sendo 0,5 a 1,5mm; e
- (b) o número de projeções sendo de cinco a sessenta por  $\text{cm}^2$  da superfície circunferencial externa.

2. **“CAMISA DE CILINDRO”**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pela** camada de revestimento metálico ser formada de um material metálico contendo maior condutividade térmica do que o corpo do cilindro.

3. **“CAMISA DE CILINDRO”**, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado pelo** material metálico ser qualquer um de alumínio, uma liga de alumínio, cobre e uma liga de cobre.

4. **“CAMISA DE CILINDRO”**, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pela** camada de revestimento metálico ser formada de um material metálico contendo ponto de fusão mais baixo do que o do metal de fundição.

5. “CAMISA DE CILINDRO”, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo** material metálico ser qualquer um entre zinco, liga de zinco, estanho, liga de estanho, chumbo, liga de chumbo, antimônio e liga de antimônio.

6. “CAMISA DE CILINDRO”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelas** projeções serem formadas com as seguintes condições (c) e (d):

(c) em um diagrama de contorno da superfície circunferencial externa da camisa de cilindro obtido pelo dispositivo de medição laser tridimensional, a proporção da área total de regiões, cada uma cercada por uma linha de contorno representando uma altura de 0,4 mm em relação à área de todo o diagrama de contorno, é igual ou maior do que 10%; e

(c) a proporção da área total de regiões, cada uma cercada por uma linha de contorno representando uma altura de 0,2 mm em relação à área de todo o diagrama de contorno, ser igual ou menor do que 55%.

7. “CAMISA DE CILINDRO”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelas** projeções serem formadas com as seguintes condições (c') e (d'):

(c') em um diagrama de contorno da superfície circunferencial externa da camisa de cilindro obtido pelo dispositivo de medição laser tridimensional, a proporção da área total de regiões, cada uma cercada por uma linha de contorno representando uma altura de 0,4 mm em relação à área de todo o diagrama de contorno, ser de 10 a 50%; e

(d') a proporção da área total de regiões, cada uma cercada por uma linha de contorno de uma altura de 0,2 mm em relação à área de todo o diagrama de contorno, ser de 20 a 55%.

8. “CAMISA DE CILINDRO”, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelas** projeções serem formadas com todas seguintes condições (e) e (f):

(e) em um diagrama de contorno da superfície circunferencial externa da camisa de cilindro obtido pelo dispositivo de medição laser tridimensional, as regiões, cada uma cercada por uma linha de contorno de uma altura de 0,4 mm, são independentes uma da outra; e

(f) a área total das regiões, cada uma cercada por uma linha de contorno de uma altura de 0,4 mm, é de 0,2 mm<sup>2</sup> a 3,0 mm<sup>2</sup>.

**9.** “**BLOCO DE CILINDRO**”, de motor de combustão interna, formado pela fundição de um metal, **caracterizado pela** camisa de cilindro, tal como definida nas reivindicações de 1 a 8, ser envolvida em um metal através de inserto por fundição de forma que a camisa de cilindro seja ligada ao bloco de cilindro.

**10.** “**BLOCO DE CILINDRO**” de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo** metal ser alumínio ou uma liga de alumínio.

**11.** “**MÉTODO PARA FABRICAÇÃO DE UMA CAMISA DE CILINDRO**”, tal como definido na reivindicação 1, o método compreendendo:

preparação de um corpo de camisa de cilindro cilíndrico; e  
formação de uma camada de revestimento de metal sobre uma superfície circunferencial externa do corpo do forro do cilindro através de um método de pulverização a frio,

**caracterizado pela** superfície circunferencial externa do corpo da camisa de cilindro ter uma pluralidade de projeções, cada projeção tendo uma porção média mais estreita do que uma extremidade proximal e uma extremidade distal da projeção e sendo coberta por camada metálica de revestimento, onde as projeções são formadas contendo pelo menos uma das condições seguintes (a) e (b):

(a) a altura das projeções sendo 0,5 a 1,5mm; e

(b) o número de projeções sendo de cinco a sessenta por cm<sup>2</sup> da superfície circunferencial externa.

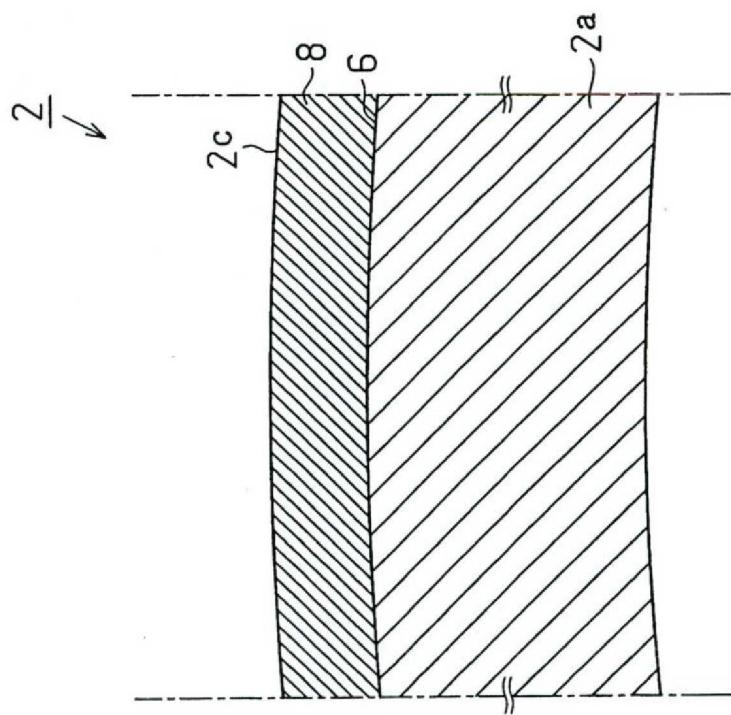
12. “MÉTODO”, de fabricação de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pela** formação de uma camada de revestimento metálico incluir a formação, na superfície circunferencial externa, do corpo da camisa de cilindro, uma camada de revestimento metálico feita de um material metálico contendo maior condutividade térmica do que o corpo do cilindro.

13. “MÉTODO”, de fabricação de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pela** formação de uma camada de revestimento metálico incluir a formação, na superfície circunferencial externa, de um corpo de camisa de cilindro, uma camada de revestimento metálico que seja qualquer um entre alumínio, liga de alumínio, cobre e liga de cobre.

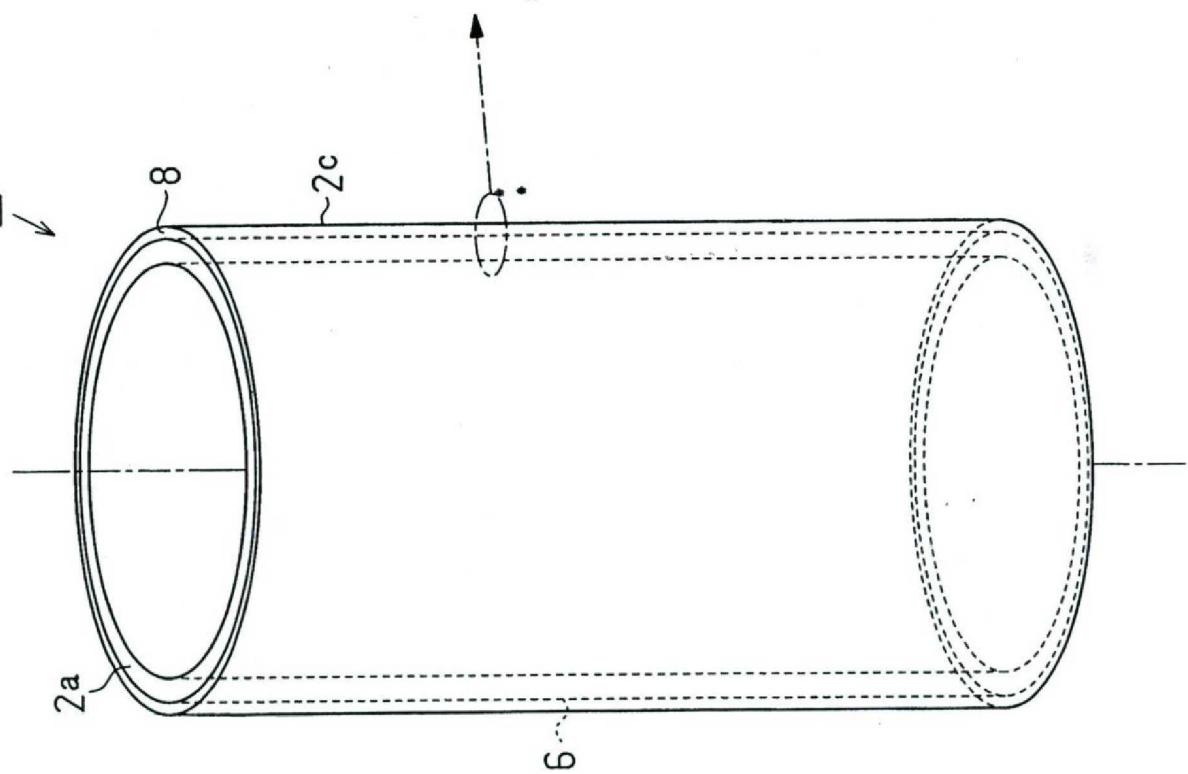
14. “MÉTODO”, de fabricação de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pela** formação da camada de revestimento metálico incluir a formação, na superfície circunferencial externa, de um corpo de camisa de cilindro, uma camada de revestimento metálico feita de material metálico com um ponto de fusão menor do que o do material de bloco.

15. “MÉTODO”, de fabricação de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pela** formação da camada de revestimento metálico incluir a formação, na superfície circunferencial externa, de um corpo de camisa de cilindro, uma camada de revestimento metálico feita de material metálico que pode ser zinco, liga de zinco, estanho, liga de estanho, chumbo, liga de chumbo, antimônio, e uma liga de antimônio.

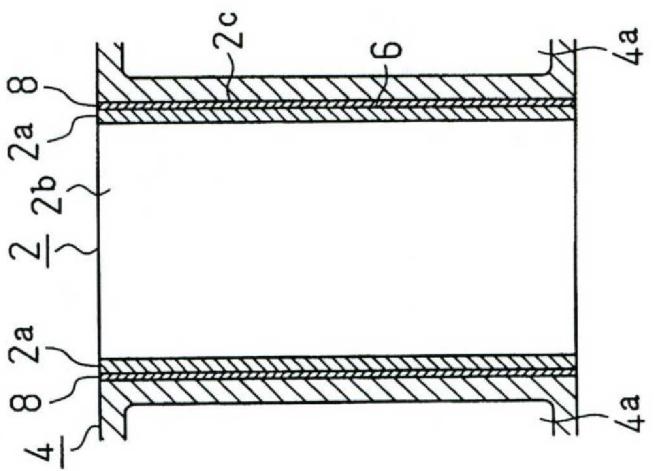
**Fig. 1 B**



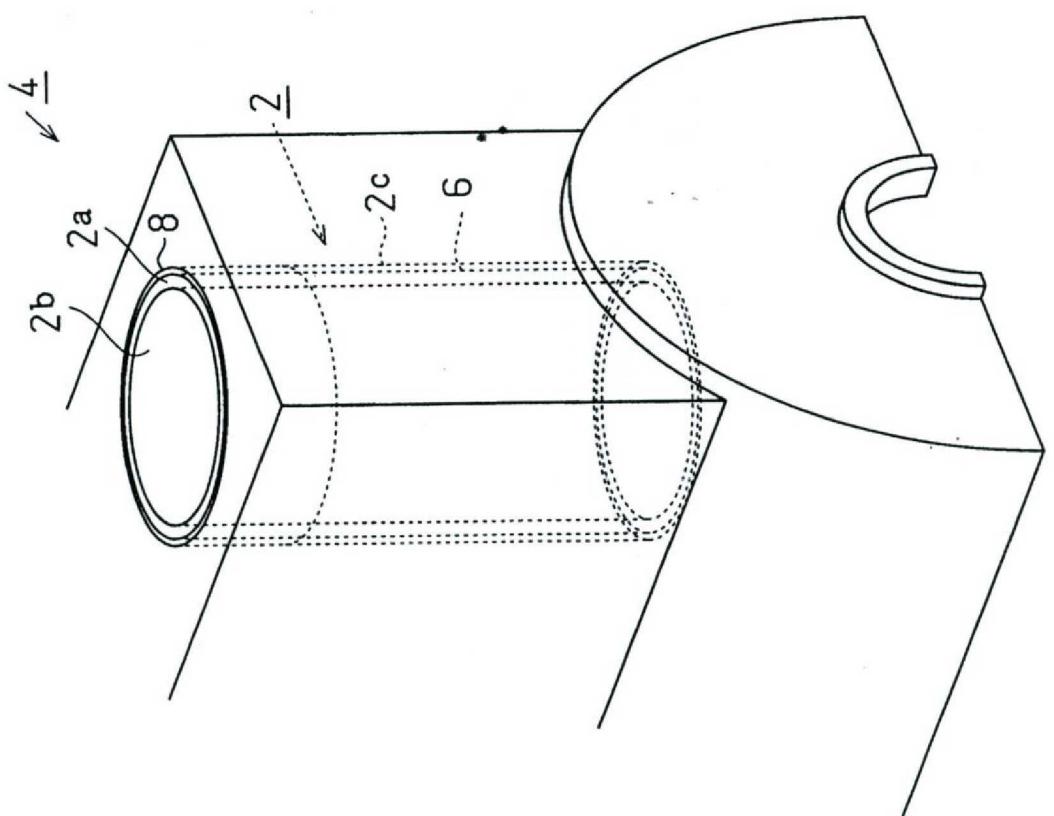
**Fig. 1 A**



**Fig. 2B**

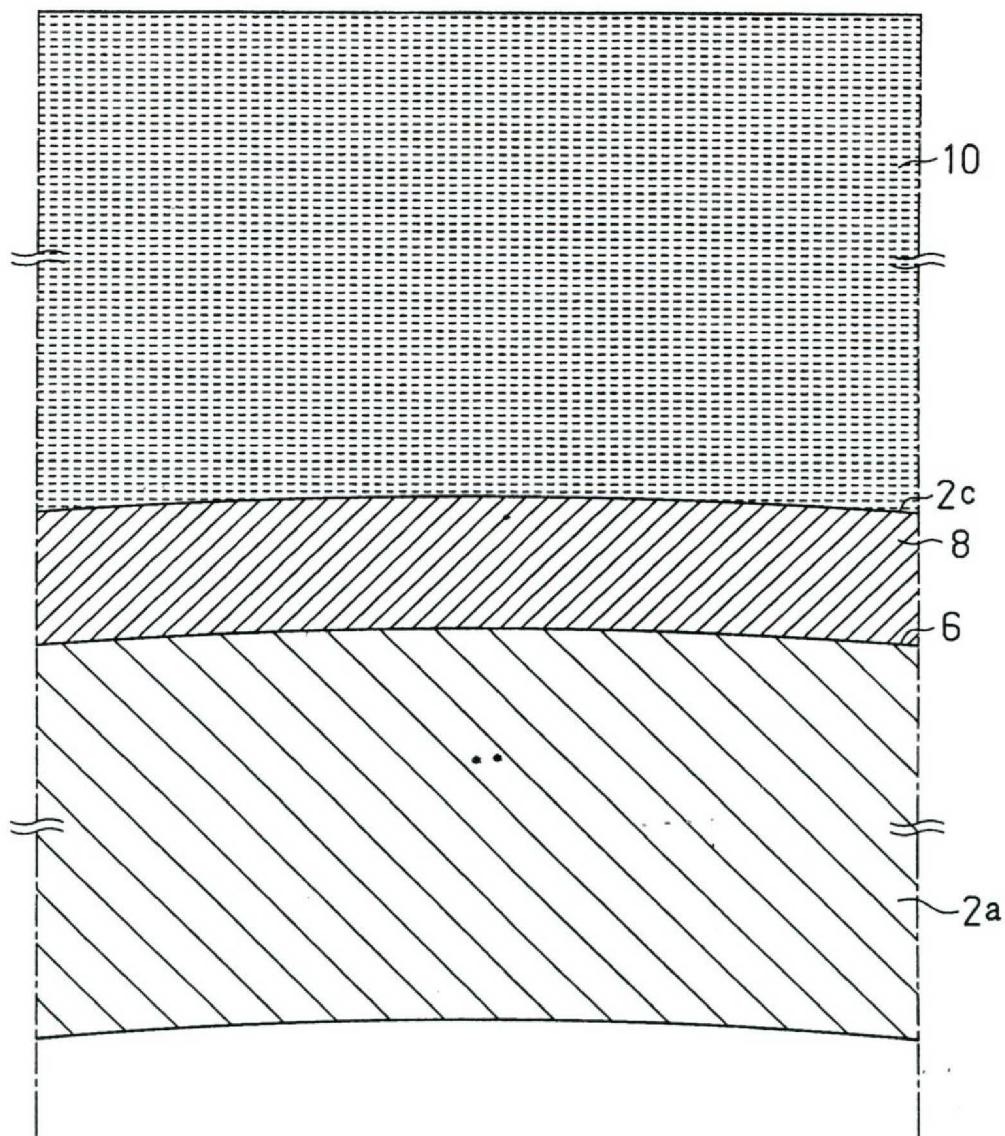


**Fig. 2A**



**Fig. 3**

70



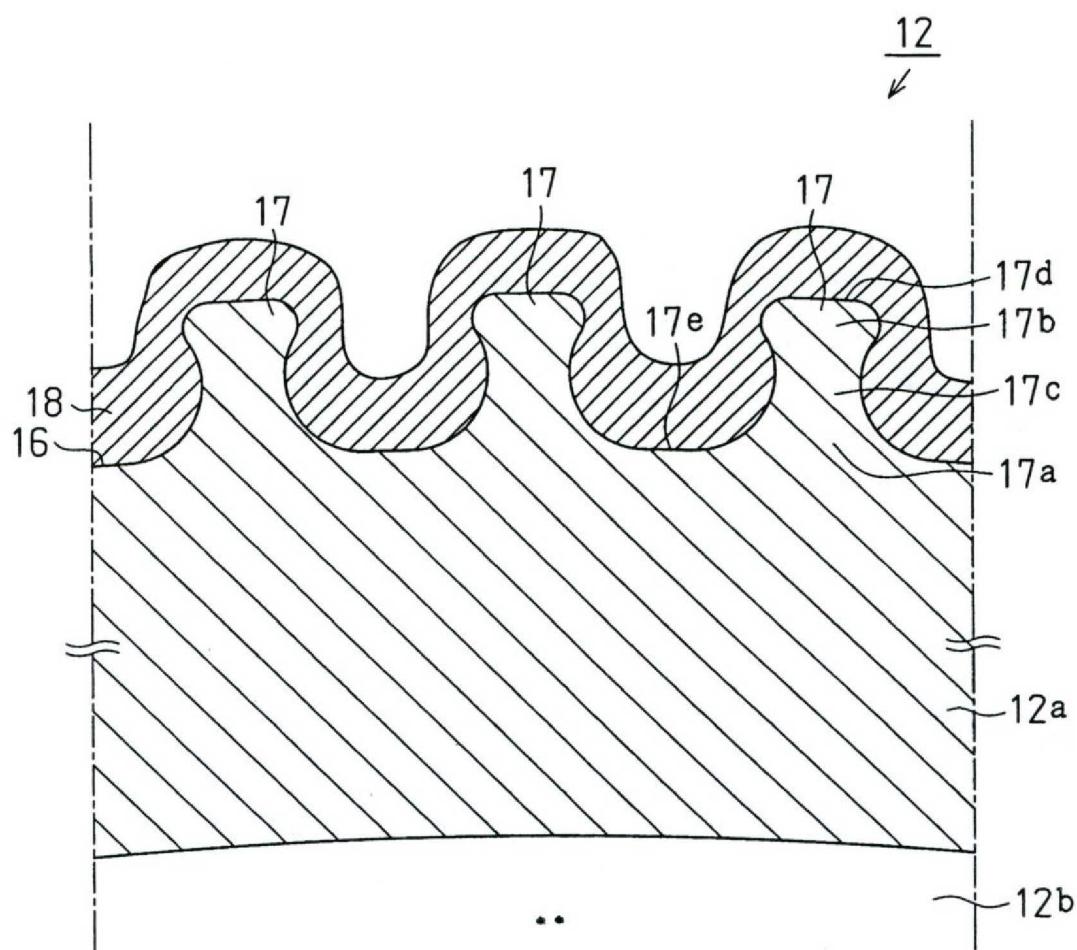
**Fig. 4**

Fig. 5

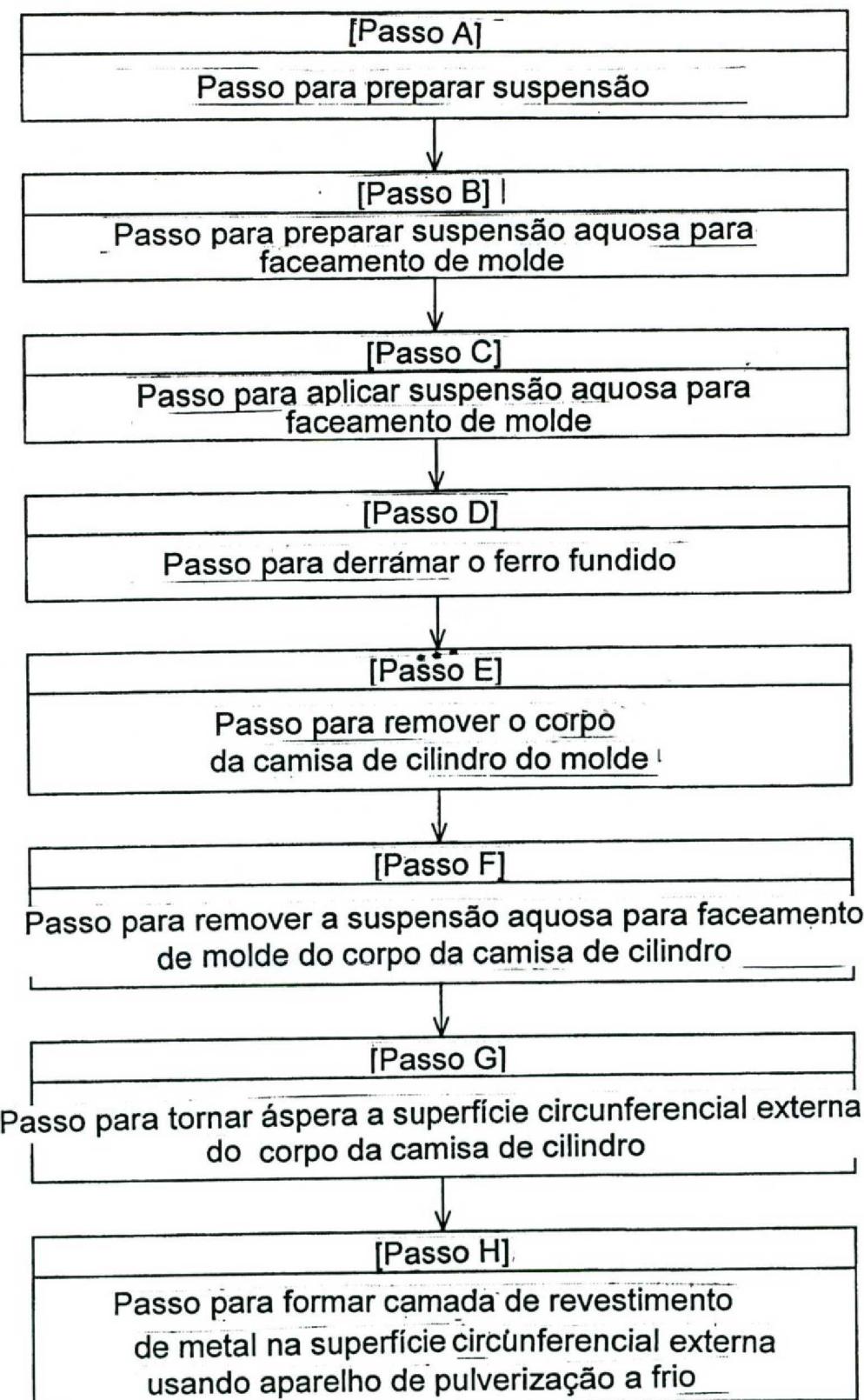
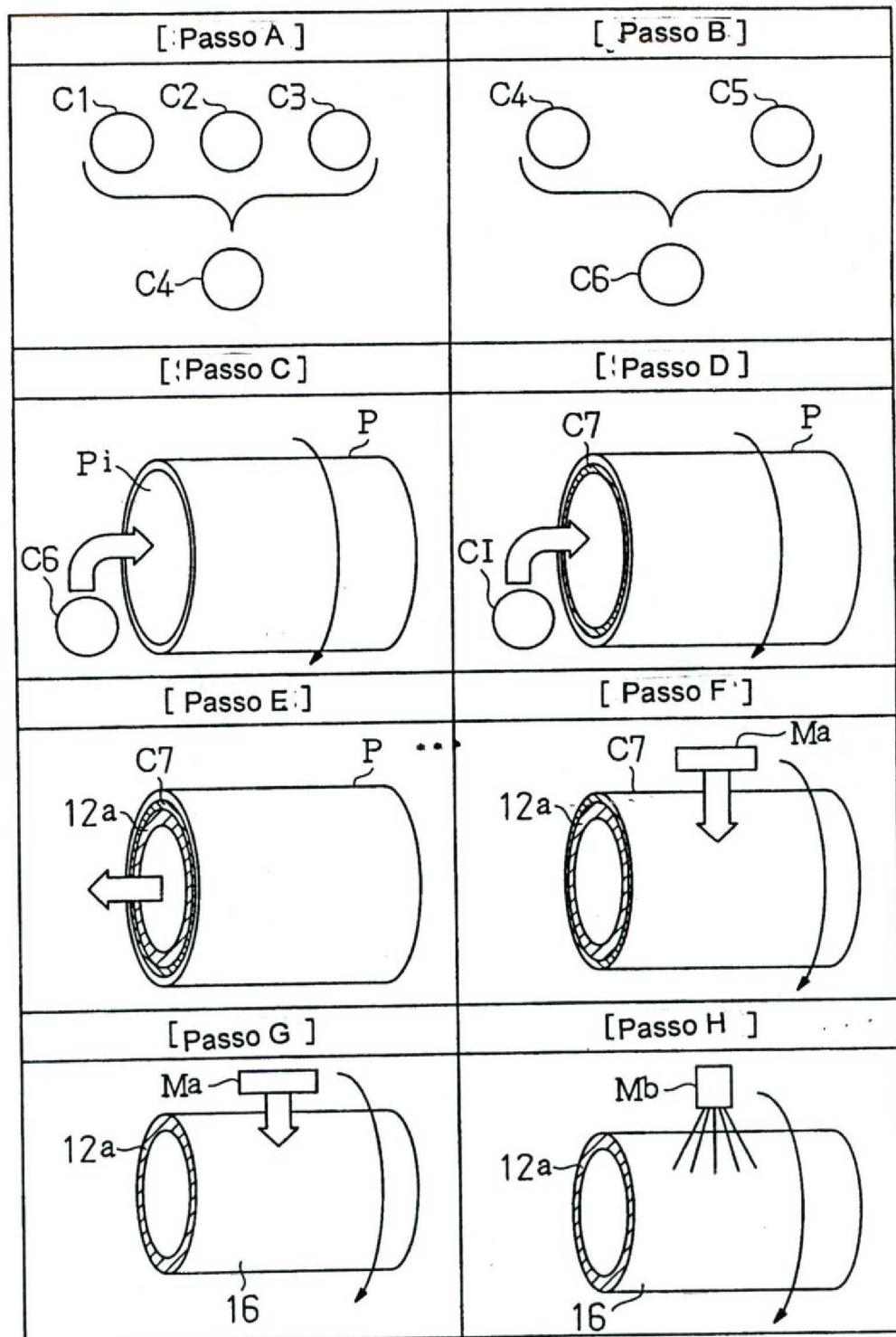
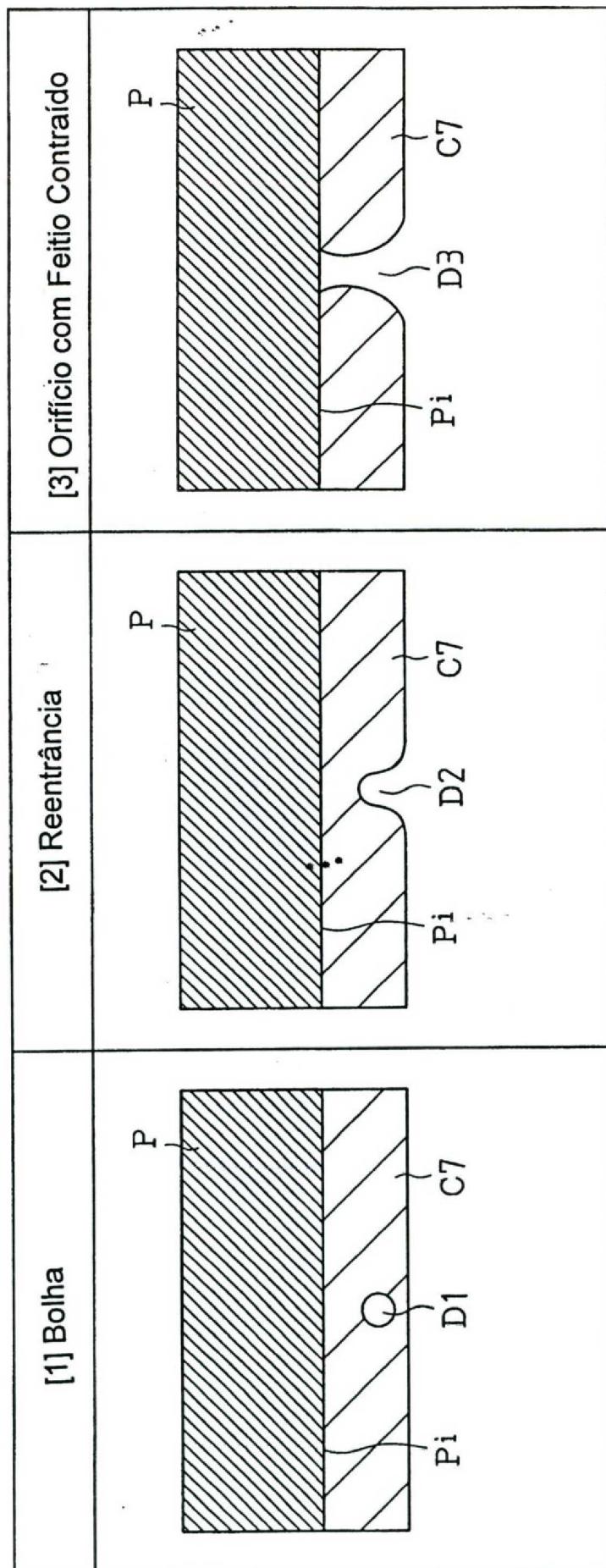
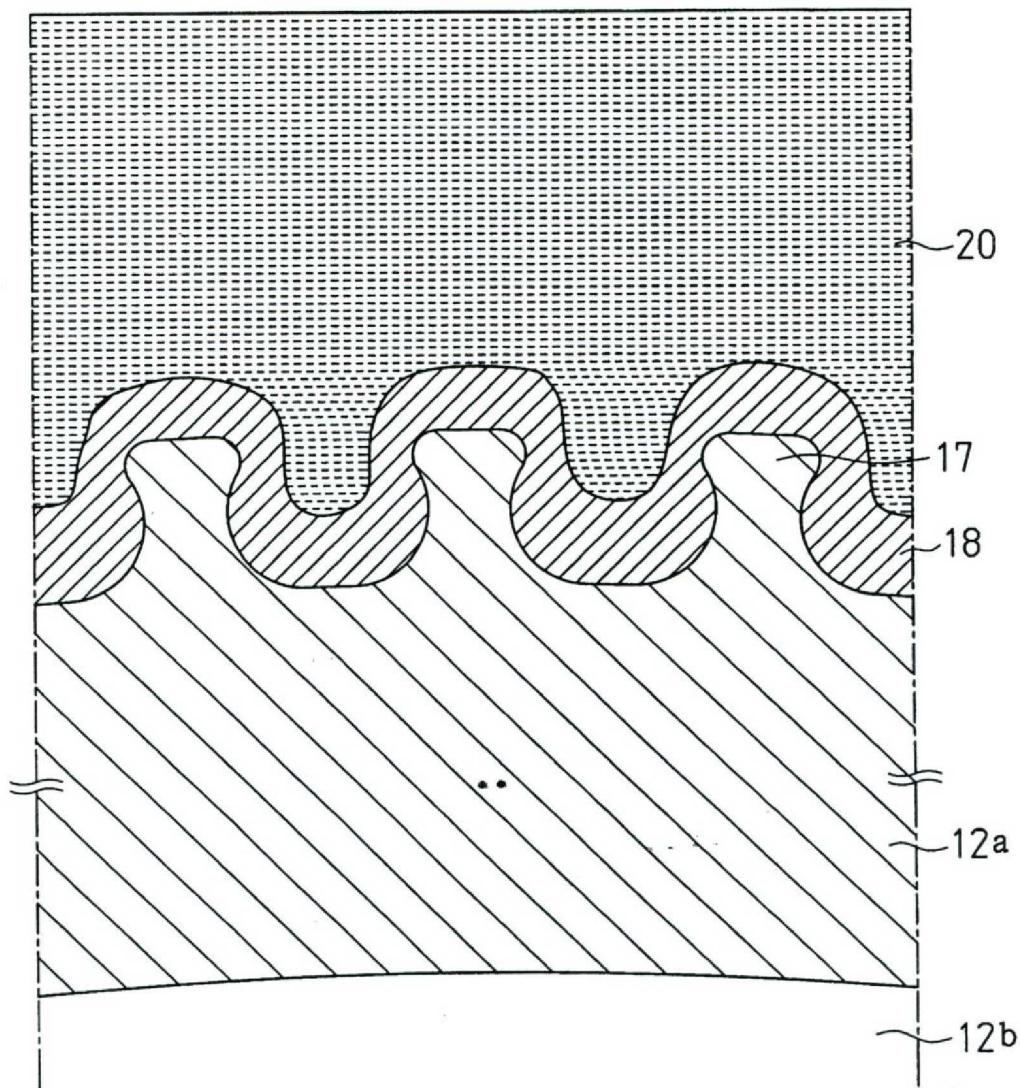


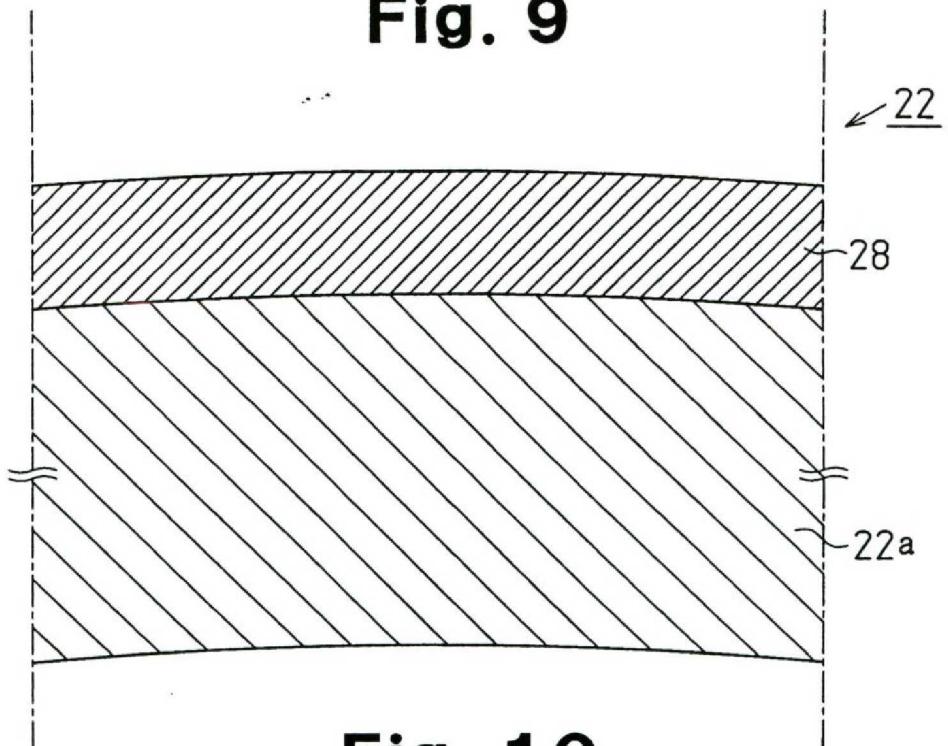
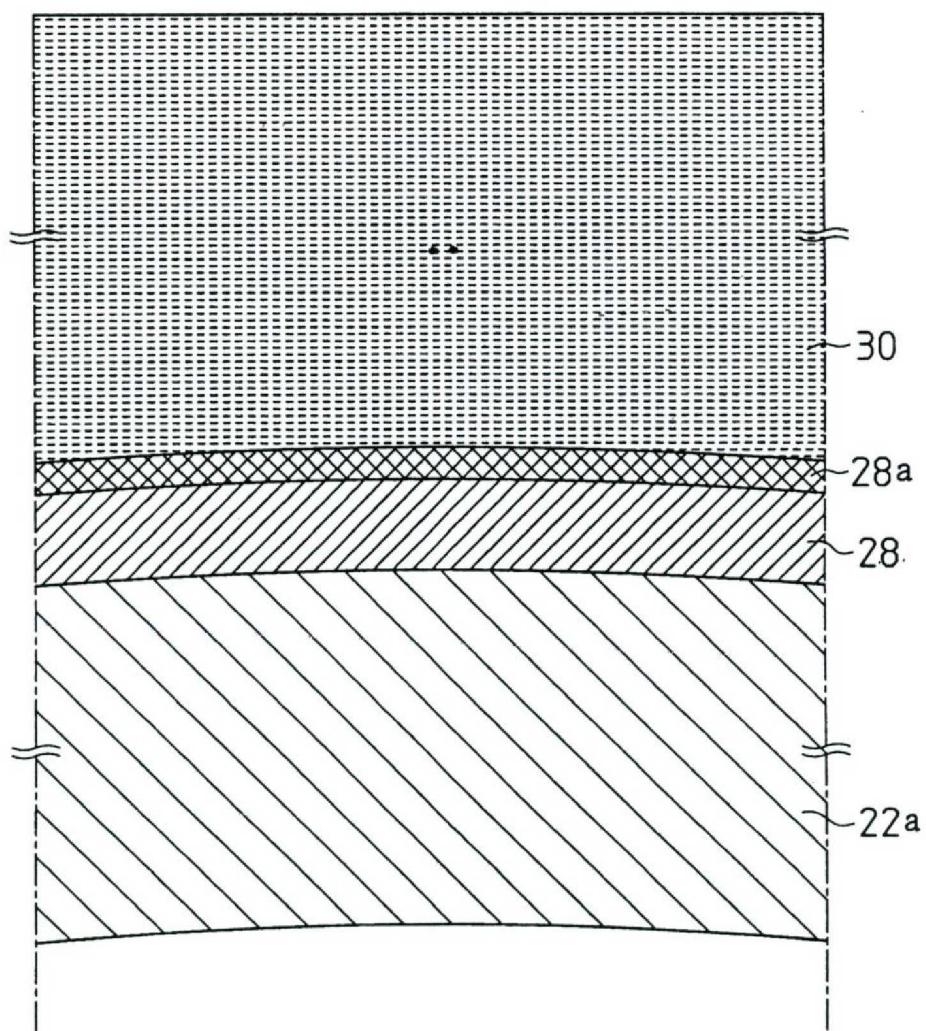
Fig. 6

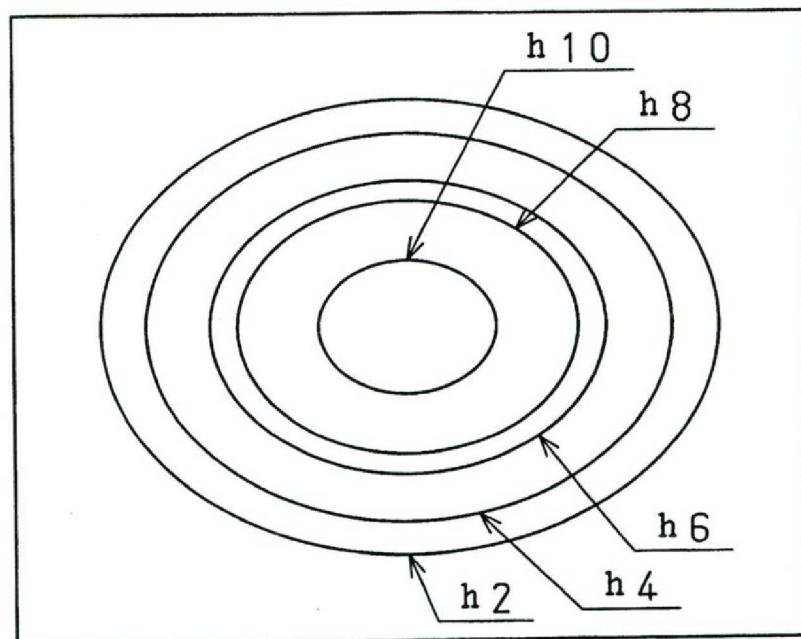
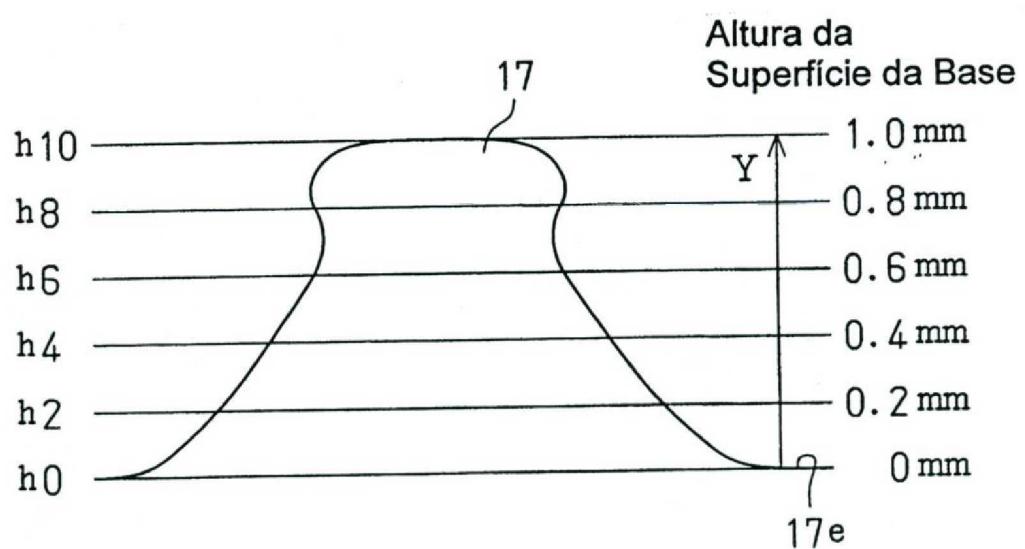


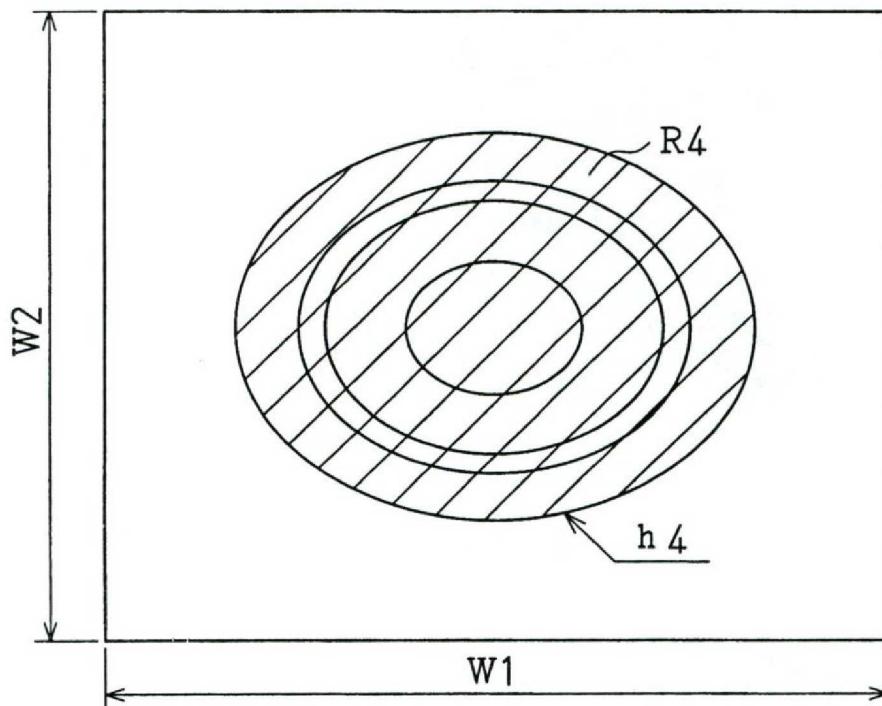
**Fig. 7**



**Fig. 8**

**Fig. 9****Fig. 10**

**Fig. 11A****Fig. 11B**

**Fig. 12A****Fig. 12B**