



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0815755-3 B1



(22) Data do Depósito: 25/08/2008

(45) Data de Concessão: 10/03/2020

(54) Título: MANCAL LISO REFORÇADO POR METAL E MÉTODO PARA FORMAR UM MANCAL LISO

(51) Int.Cl.: F16C 17/02; F16C 33/04.

(30) Prioridade Unionista: 24/08/2007 US 60/935,678.

(73) Titular(es): GGB, INC..

(72) Inventor(es): ADRIAN HARDGRAVE; RAPHAEL CHANTOSSEL.

(86) Pedido PCT: PCT US2008074254 de 25/08/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/029593 de 05/03/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/02/2010

(57) Resumo: MANCAL LISO REFORÇADO POR METAL E MÉTODO PARA FORMAR UM MANCAL LISO A presente invenção refere-se a um mancal, que compreende uma matriz de resina enchida com fluoropolímero, grafite, e outras partículas discretas de um material aditivo que é conectado a um material de reforço. A seleção específica e a mistura de enchimentos com a matriz de resina produzem a mistura desejada de propriedades de mancal, tais como resistência ao desgaste, fadiga e resistência à erosão e baixo atrito, enquanto mantêm flexibilidade suficiente para conformação a geometrias cilíndricas de flange sem detrimento para a aderência do revestimento ao reforço. Um método para fabricar um mancal compreende a deposição em um material de reforço de um material de mancal de polímero fluido compreendido de uma matriz de resina enchida com fluoropolímero, de vários enchimentos, e de partículas discretas de um aditivo para formar um material de mancal consolidado contínuo, e a cura do material de revestimento para aglutinar o material de revestimento no material de reforço.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MAN-
CAL LISO REFORÇADO POR METAL E MÉTODO PARA FORMAR
UM MANCAL LISO"**.

REFERÊNCIA CRUZADA AOS PEDIDOS RELACIONADOS

[001] Este pedido reivindica o benefício de prioridade do Pedido de Patente Provisório Norte-americano N°. 60/935.678, intitulado "MANCAL LISO REFORÇADO POR METAL", depositado em 24 de agosto de 2007, a descrição total do qual é incorporada aqui por referência.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

[002] A presente invenção refere-se, de modo geral, ao campo de mancais lisos e materiais para uso nos mesmos. Mais especificamente, a presente invenção refere-se a uma superfície com base de resina de baixo atrito aplicada a um reforço de metal para formar um mancal liso autolubrificado de alto desempenho.

Descrição da Técnica Relacionada

[003] Mancais lisos de polímero de metal convencionais com superfícies deslizantes com base de polímero são tipicamente compostos de estruturas de mancal compostas de duas camadas ou de três camadas. Ambas as formas contam com um reforço de metal para prover rigidez e permitir que o material seja moldado na forma apropriada, mais comumente, um cilindro. Os materiais de mancal de duas camadas de polímero de metal tipicamente contam com polímeros diretamente aplicados ou aderidos. O desenho do mancal de três camadas tipicamente conta com uma entrecamada metálica porosa ou adesiva para fixar o revestimento de mancal de polímero ao reforço de metal. Neste, a entrecamada metálica porosa é frequentemente uma parte crítica em prover as características tribológicas e de mancal de carga apropriadas bem como em funcionar como um ajuste mecânico.

[004] Cada um destes mancais pode ser útil em aplicações a seco, onde o uso de lubrificantes externamente supridos pode ser difícil ou indesejável.

[005] Figura 1A mostra uma seção transversal de um mancal de três camadas convencionalmente formado. Uma camada metálica porosa 100 é enchida com material de mancal de polímero 110 e aplicada a um material de reforço 120, tal como aço. O material de mancal de polímero 110 apresenta um polímero de base, tal como politetrafluoroetileno (PTFE), e partículas de enchimento. A camada metálica porosa 100 tipicamente apresenta partículas de bronze ou cobre sinterizadas no material de reforço.

[006] Figura 1B mostra um processo convencional para impregnar um material de mancal de polímero em uma camada metálica porosa em um reforço de metal que tipicamente inclui o borrifo de uma pasta ou um pó seco na camada metálica porosa, e a pasta ou o pó seco é compactado nos poros por laminação. A pasta ou o pó seco pode ser formado com a mistura de uma dispersão aquosa de PTFE com um material de enchimento, juntamente com um lubrificante orgânico, e com a coagulação da dispersão para formar uma "papa". Uma vez que o material de mancal de polímero é compactado na camada porosa, o material de reforço pode ser aquecido usando um forno para expelir qualquer resíduo de água e lubrificante no material de mancal de polímero.

[007] A camada de metal porosa convencional do material de mancal de três camadas é tipicamente necessária para conectar o material de mancal de polímero ao reforço de metal de tal modo a tornar o mancal útil em ambientes não lubrificados altamente carregados, absorventes e substancialmente secos. Sem a camada metálica porosa, o material de polímero não se fundirá diretamente com o reforço de metal de modo a prover resistência suficiente, aderência ou prover as

propriedades tribológicas necessárias, tais como resistência ao desgaste, resistência à fadiga, resistência à erosão, baixo atrito e autolubrificabilidade para uso em ambientes secos altamente carregados. Há necessidade de reduzir a dependência do bronze neste tipo de mancal a fim de aumentar sua resistência à corrosão e de assegurar uma taxa de desgaste e um nível de atrito mais constantes sobre a vida operacional. Como resultado, há necessidade de um método isento de metal de prender ou aplicar o material de mancal de polímero ao reforço de metal sem comprometer as propriedades tribológicas excepcionais (por exemplo, a resistência ao desgaste) normalmente conseguidas a partir da combinação de superfície de bronze/polímero.

SUMÁRIO

[008] Camadas de mancal liso convencionais contêm metais, tal como cobre, uma matéria-prima estratégica que é exigida para prover um ajuste mecânico e suporte enrijecido para a matriz de polímero do revestimento de mancal, que permitem uma operação prolongada em condições de operação em seco altamente carregadas. Uma entrecamada metálica de bronze e um reforço de aço podem ser suscetíveis à corrosão com o contato com alguns produtos químicos e umidade, mesmo quando coberturas anticorrosão comercialmente disponíveis, tal como lampejo de zinco-níquel ou estanho, forem aplicadas ao reforço de metal. Consequentemente, um mancal descrito aqui foi desenvolvido para eliminar a necessidade de uma entrecamada de bronze porosa enquanto mantém níveis similares de resistência de mancal, adesão de revestimento e propriedades de deslizamento autolubrificadas, como é normalmente esperado das estruturas de mancal de três camadas. Este desenho de mancal compreende uma matriz de resina enchida com fluoropolímero, grafite e outras partículas discretas de um material aditivo que pode ser conectado a um material de reforço.

[009] A seleção específica e a mistura de enchimentos com a

matriz de resina produzem a mistura desejada de propriedades de mancal, tais como resistência ao desgaste, fadiga e resistência à erosão e baixo atrito, enquanto mantêm flexibilidade suficiente para conformação a geometrias cilíndricas de flange sem detrimento para a aderência do revestimento ao reforço.

[0010] Um método para fabricar um mancal consiste em depositar um material de mancal de polímero fluido composto de uma matriz de resina enchida com fluoropolímero, de vários enchimentos, e de partículas discretas de um aditivo para formar uma camada de material de mancal consolidada contínua depois da cura.

[0011] Características e vantagens adicionais da invenção serão explicadas na descrição que se segue, e, em parte, se tornarão evidentes a partir da descrição, ou poderão ser aprendidas pela prática da invenção. Os objetivos e outras vantagens da invenção serão realizados e atingidos pela estrutura particularmente mostrada na descrição escrita e reivindicações da mesma, bem como nos desenhos anexos.

[0012] É entendido que tanto a descrição geral antecedente como a seguinte descrição detalhada são exemplificativas e explanatórias e se destinam a prover explanação adicional da invenção, conforme reivindicada.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0013] A presente invenção será mais claramente entendida a partir de uma leitura da seguinte descrição em conjunção com as figuras exemplificativas anexas, nas quais:

[0014] a figura 1A mostra uma seção transversal de um mancal formado com o uso de um método da técnica anterior;

[0015] a figura 1B mostra um processo de fabricação de mancal de acordo com uma concretização exemplificativa de um método da técnica anterior;

[0016] a figura 2 mostra um mancal liso de acordo com uma concretização exemplificativa da presente invenção;

[0017] as figuras 3A e 3B mostram um processo de fabricação de mancal de acordo com uma concretização exemplificativa da presente invenção; e

[0018] a figura 4 mostra uma seção transversal de um mancal plano de acordo com uma concretização exemplificativa da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0019] Agora, será feita referência em detalhes às concretizações da invenção, um ou mais exemplos das quais são ilustrados nos desenhos anexos. Cada exemplo é provido por meio de explanação da invenção, não como uma limitação da invenção. Tornar-se-á evidente àquele versado na técnica que várias modificações e variações podem ser feitas na presente invenção sem se afastar do escopo ou espírito da invenção. Por exemplo, características ilustradas ou descritas como parte de uma concretização da invenção podem ser usadas em outra concretização para produzir uma concretização adicional. Desse modo, pretende-se que a presente invenção cubra tais modificações e variações que estejam dentro do escopo da invenção.

[0020] A figura 2 mostra um mancal liso 200 apresentando uma camada de reforço de metal 210 e uma camada de material de mancal 220. A camada de material de mancal 220 pode ser uma estrutura consolidada contínua que compreende uma resina curável misturada com uma combinação de enchimentos e partículas discretas de materiais aditivos.

[0021] O tipo de resina usado pode compreender qualquer resina curável adequada para mistura com os enchimentos e aditivos. A resina usada pode ser curável pelo uso de ar, calor, reação química, ou radiação. Em uma concretização exemplificativa, a resina é uma resina

termocurada de epóxico.

[0022] Os enchimentos usados podem incluir fluoropolímeros, tais como politetrafluoroetileno (PTFE), monofluoroalcóxi, e etileno-propileno fluorado; termoplásticos, tais como polieteretercetona, polifenilenossulfeto, e poliamida; grafites ou carbonos, pó de diamante, negro de fumo irregular, e fulerenos; enchimentos de enrijecimento, tais como fluoreto de cálcio, sulfato de bário, microesferas de vidro, e pó de cerâmica; minerais lubrificantes, tais como dissulfeto de molibdênio e dissulfeto de tungstênio; fluidos lubrificantes, tais como óleos de silicone; fibras, tais como carbono, vidro, polímero, e PTFE; e tecidos ou malhas, tais como carbono, vidro, polímero, e PTFE. Em uma concretização, qualquer quantidade ou número de enchimentos pode ser incluído na camada de material de mancal 220, contanto que resina suficiente esteja presente para formar uma camada de mancal consolidada contínua 220.

[0023] O material aditivo pode compreender qualquer material adequado para incorporação na resina enchida, de tal modo que a camada de material de mancal resultante 220 seja disposta sobre o material de reforço e operável para suportar as temperaturas de processamento usadas para consolidar a camada de material de mancal e os carregamentos mecânicos da aplicação. O material aditivo pode incluir agentes de cura à base de amina, tais como, aminas, anidridos, copolímeros acrílicos (por exemplo, Disperbyk 2070) e ésteres de ácido bórico (por exemplo, Byk W909), mas não limitado a estes. Em uma concretização preferida, qualquer quantidade de material aditivo pode ser incluída na camada de material de mancal 220, contanto que resina suficiente esteja presente para formar uma camada consolidada contínua.

[0024] A camada de reforço de metal 210 pode compreender qualquer material operável para suportar a camada de material de

mancal 220 e suportar os processos de sinterização da camada de material de mancal 220. Em uma concretização, a camada de reforço de metal 210 do mancal pode compreender uma tira de metal, por exemplo, tira de aço de baixo teor de carbono. Ainda como uma alternativa, a camada de reforço de metal 210 pode compreender uma tira de metal sendo revestida de níquel ou cobre ou coberta com pó sinterizado de bronze na mesma para otimizar a adesão da camada de material de mancal 220, ou uma malha metálica.

[0025] As figuras 3A e 3B mostram um método exemplificativo para fabricar mancais lisos. Primeiro, um substrato de metal 300, tal como uma folha de aço na forma espiral, é nivelado por uma máquina de endireitamento 302 para formar o material de reforço 304.

[0026] Um revestimento de mancal viscoso exemplificativo 310 pode ser preparado com uma mistura de aproximadamente 70 a 90% em volume de uma resina termocurada de epóxido, aproximadamente de 5 a 20% em volume de pelo menos um fluoropolímero (por exemplo, aproximadamente 12% em volume de PTFE), e aproximadamente 1 a 8% de pelo menos outro enchimento (por exemplo, 2% em volume de grafite), juntamente com materiais aditivos de processamento acima mencionados. As propriedades da camada de material de mancal resultante podem ser configuradas para se adequarem às diferentes condições de operação com a mudança das quantidades e dos tipos de enchimentos, como conhecido daquele versado na técnica.

[0027] O substrato de metal nivelado 304 pode ser mantido liso com a colocação do mesmo em uma mesa de vácuo 350. Nesta posição, o material de mancal 310 é depositado sobre o substrato de metal 304 por gravidade e é espalhado usando uma lâmina raspadora 350, que é posicionada com precisão para conferir uma espessura constante. O substrato de metal nivelado 304, que é agora revestido pela camada de material de mancal 310, é conduzido por uma correia trans-

portadora 330 através de um forno 320 a fim de secar e cruzar a camada de material de mancal 310 e assegurar uma aglutinação suficiente da camada no substrato de metal 304. A camada de material de mancal 310 pode ser otimizada com o ajuste da espessura e/ou a temperatura durante a cura para alcançar propriedades desejadas.

[0028] A figura 4 mostra uma vista em seção transversal de um mancal liso. De acordo com o processo exemplificativo acima, uma camada de mancal viscosa 420 pode ser formada com a mistura de uma resina termocurada de epóxico 400 com um material de mancal 410 que inclui enchimentos apropriados e materiais aditivos. A camada de mancal 420 pode ser curada na camada de reforço 430 para formar um mancal liso.

[0029] As concretizações descritas acima se destinam a ser exemplificativas. Aquele versado na técnica reconhece que inúmeros componentes alternativos e concretizações podem ser substituídos pelos exemplos específicos descritos aqui e ainda estão dentro do escopo da invenção.

[0030] Para fins deste relatório descritivo, a menos que de outro modo indicado, todos os números expressando quantidades de ingredientes, condições de reação, etc., usados no relatório descritivo devem ser entendidos como sendo modificados em todos os exemplos pelo termo "aproximadamente". Consequentemente, a menos que indicado o contrário, os parâmetros numéricos explicados no seguinte relatório descritivo são aproximações que podem variar dependendo das propriedades desejadas buscadas pela presente invenção. No mínimo, e não como uma tentativa de limitar a aplicação da doutrina de equivalentes ao escopo das reivindicações, cada parâmetro numérico deve ser pelo menos construído à luz do número de dígitos significativos relatados e com a aplicação de técnicas de arredondamento comuns.

[0031] Embora as faixas e os parâmetros numéricos que explicam o amplo escopo da invenção sejam aproximações, os valores numéricos explicados nos exemplos específicos são relatados tão precisamente quanto possível. Qualquer valor numérico, contudo, contém inerentemente certos erros resultando necessariamente no desvio-padrão encontrado em suas respectivas medições de teste. Além disso, todas as faixas descritas aqui devem ser entendidas como abrangendo qualquer e todas as subfaixas subsomadas nas mesmas, e cada número entre os pontos finais. Por exemplo, uma faixa determinada de "1 a 10" deve ser considerada como incluindo qualquer e todas as subfaixas entre (e compreendendo) o valor mínimo de 1 e o valor máximo de 10; isto é, todas as subfaixas começando com um valor mínimo de 1 ou mais, por exemplo, de 1 a 8,3, e terminado com um valor máximo de 10 ou menos, por exemplo, 5,5 a 10, bem como todas as faixas começando e terminando dentro dos pontos finais, por exemplo, 2 a 9, 3 a 8, 4 a 7, e finalmente em cada número 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 contido dentro da faixa. Além disso, qualquer referência referida como sendo "incorporada aqui" deve ser entendida como sendo incorporada em sua totalidade.

[0032] Conforme usado neste relatório descritivo, é adicionalmente notado que as formas singulares "um", "uma", "o/a" incluem referentes plurais, a menos que expressa e inequivocamente limitadas a um referente.

REIVINDICAÇÕES

1. Mancal liso reforçado por metal (200, 400) caracterizado pelo fato de que compreende:

uma camada de reforço de metal de camada única (210, 430); e

uma camada de material de mancal não-metálico (220) acoplada diretamente à camada de reforço de metal de camada única, a dita a camada de material de mancal não-metálico formada como uma estrutura consolidada contínua compreendendo uma resina curável misturada com uma combinação de enchimentos e partículas discretas de materiais aditivos.

2. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a resina curável é uma resina termocurada de epóxido (400).

3. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais fluoropolímero, termoplástico, grafite ou carbono, e/ou materiais de enchimento de enrijecimento.

4. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais fluoropolímeros, selecionados do grupo que consiste em politetrafluoroetileno (PTFE), monofluoroalcóxi, e etileno-propileno fluorado.

5. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais termoplásticos selecionados do grupo que consiste em polietereftercetona, polifenilenossulfeto, e poliamida.

6. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais de pó de diamante, negro de fumo irregular, e fulere-

nos.

7. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais enchimentos de enrijecimento selecionados do grupo que consiste em fluoreto de cálcio, sulfato de bário, microesferas de vidro, e pó de cerâmica.

8. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais minerais lubrificantes selecionados do grupo que consiste em dissulfeto de molibdênio e dissulfeto de tungstênio.

9. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais fluidos lubrificantes.

10. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem uma ou mais fibras, selecionadas do grupo que consiste em fibras de carbono, fibras de vidro, fibras de polímero e PTFE.

11. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que os enchimentos compreendem um ou mais tecidos selecionados do grupo que consiste em tecido de carbono, tecido de vidro, tecido de polímero, e tecido PTFE.

12. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que partículas discretas do material aditivo compreendem agentes de cura à base de amina.

13. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada de reforço de metal (210, 430) compreende uma tira de metal.

14. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a tira de metal compreende uma tira de aço de baixo teor de carbono.

15. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a tira de metal compreende uma camada de adesão.

16. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a camada de adesão compreende pelo menos níquel, cobre ou bronze.

17. Mancal liso reforçado por metal, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a camada de adesão compreende uma malha metálica.

18. Método para formar um mancal liso caracterizado pelo fato de que compreende:

proporcionar um substrato de metal de camada única (300);

nivelar o substrato de metal de camada única (300) para formar um material de reforço (120);

preparar um material de revestimento de mancal (310) compreendendo uma mistura de aproximadamente 70 a 90% em volume de uma resina termocurada de epóxido (400), aproximadamente de 5 a 20% em volume de pelo menos um fluoropolímero, e aproximadamente 1 a 8% de pelo menos um outro enchimento;

depositar o material de revestimento de mancal (310) diretamente no substrato de metal de camada única (300, 304); e

secar o material de revestimento para aglutinar o material de revestimento diretamente no substrato de metal de camada única (300, 304) e para formar uma camada de material de revestimento de mancal com uma espessura constante; em que o material de revestimento de mancal depositado diretamente no substrato de metal de camada única é livre de solvente.

19. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o substrato de metal de camada única é uma folha de aço na forma espiral, e em que o nivelamento compreende o nive-

lamento com uma máquina de endireitamento para formar o material de reforço.

20. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o fluoropolímero compreende aproximadamente 12% em volume de PTFE.

21. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o pelo menos outro enchimento compreende aproximadamente 2% em volume de grafite.

22. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o pelo menos um fluoropolímero compreende PTFE.

23. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o pelo menos outro enchimento compreende grafite.

24. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o substrato de metal de camada única é colocado em uma mesa de vácuo após ser nivelado e antes de depositar nele o material de revestimento de mancal.

25. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

 nivelar o material de revestimento de mancal depois de depositar o material de revestimento de mancal no substrato de metal de camada única e antes de secar o material de revestimento de mancal.

26. Método, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que depositar o material de revestimento de mancal diretamente no substrato de metal de camada única compreende depositar o material de revestimento de mancal em uma quantidade tal que múltiplas camadas do pelo menos um fluoropolímero e do pelo menos um outro enchimento é proporcionado dentro do material de revestimento do mancal.

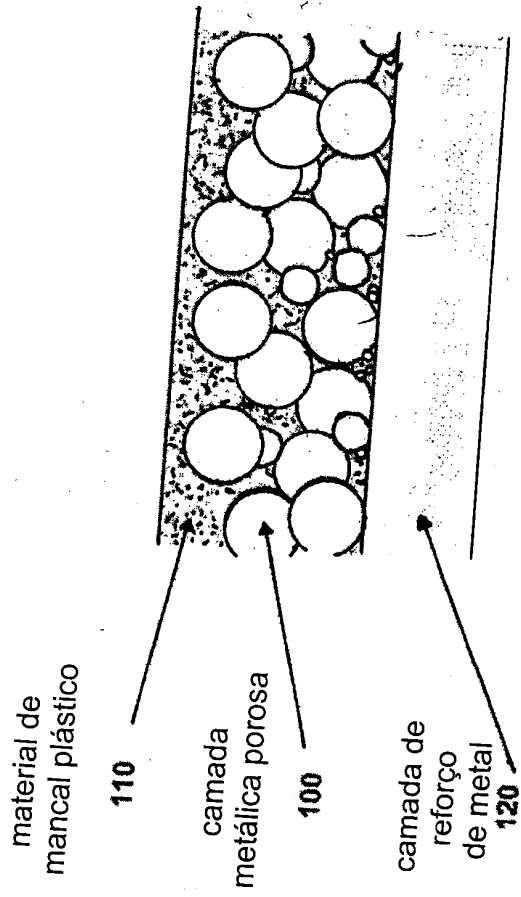


FIG. 1A

Técnica anterior

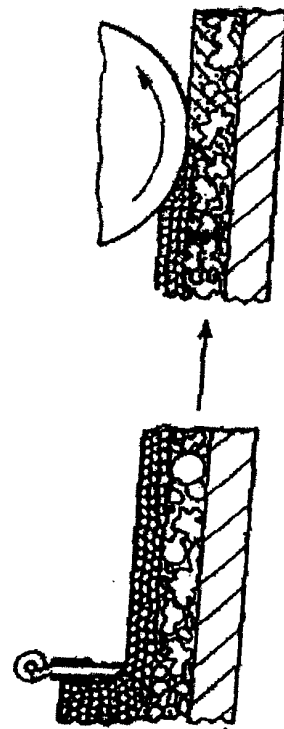


FIG. 1B
Processo de
Impregnação da
TÉCNICA ANTERIOR

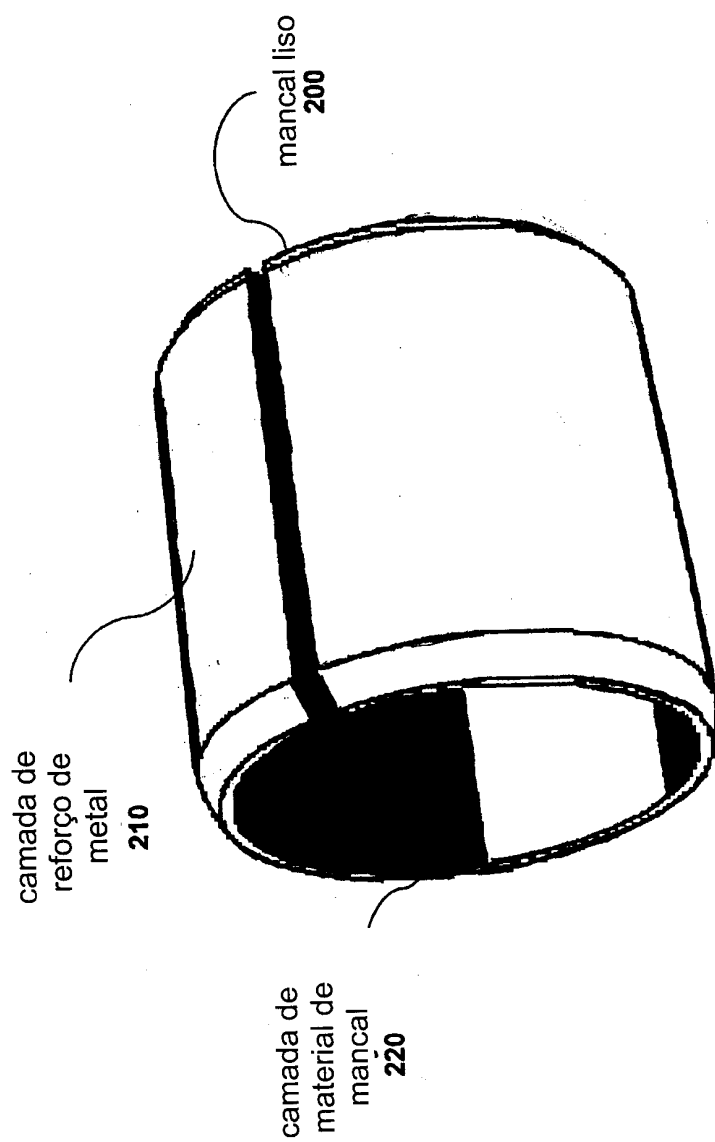


FIG. 2

FIG. 3A

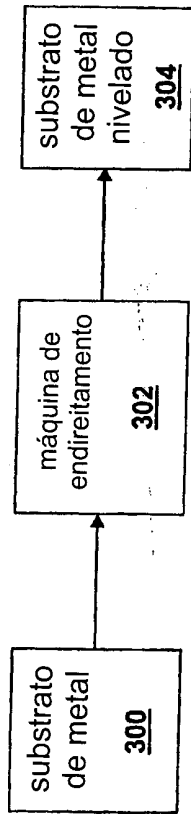
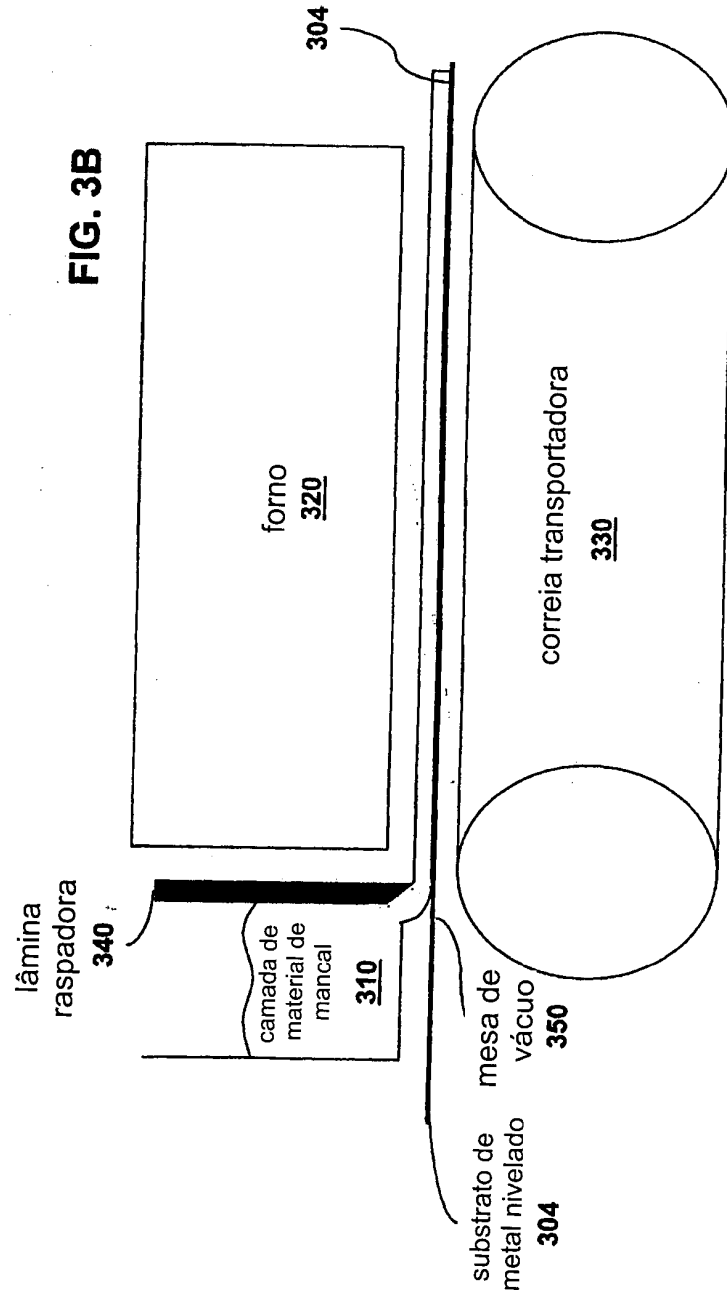


FIG. 3B



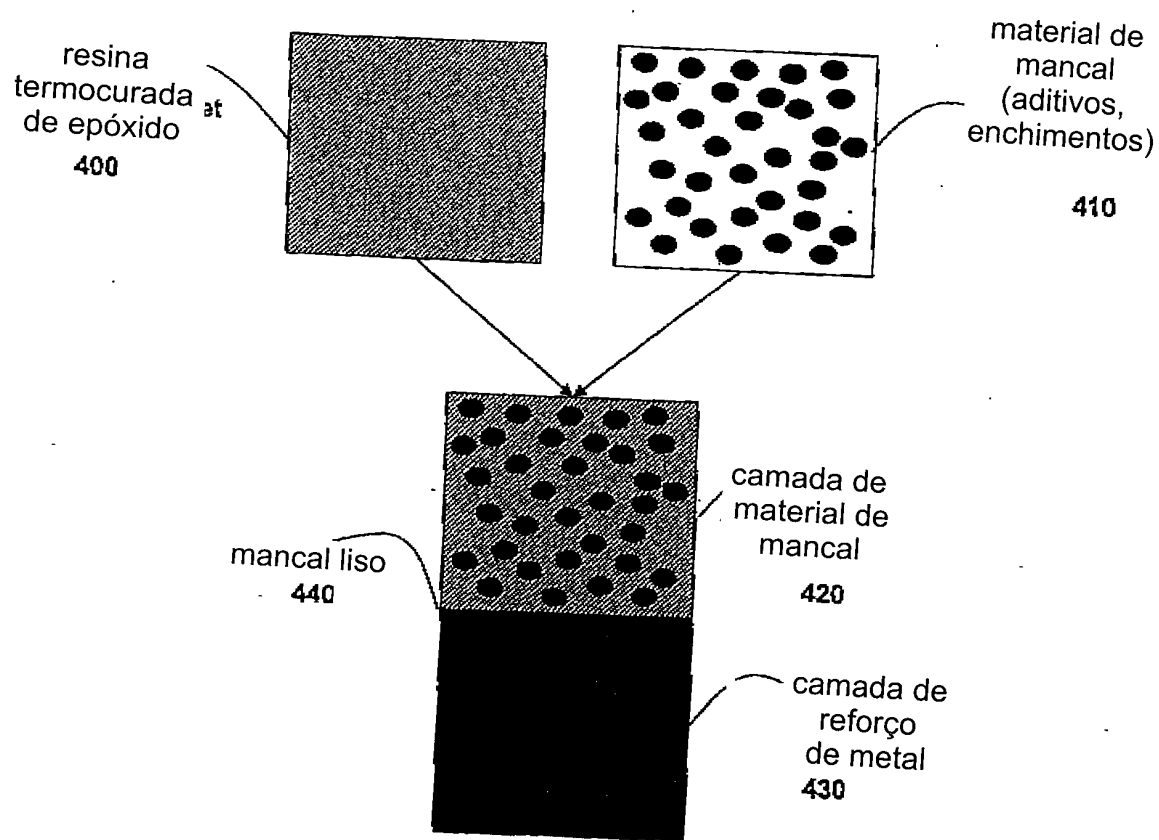


FIG. 4