



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

(11) PI 0921988-9 B1



(22) Data do Depósito: 18/11/2009

(45) Data de Concessão: 10/09/2019

(54) Título: MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UM MATERIAL COMPOSTO REFORÇADO COM FIBRA

(51) Int.Cl.: B29C 43/34; B29C 43/18; B29C 43/36; B29C 70/06; B29K 101/10; (...).

(30) Prioridade Unionista: 19/11/2008 JP 2008-296127.

(73) Titular(es): MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD..

(72) Inventor(es): HIDEKI HORIZONO; SHIGERU NISHIYAMA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2009069586 de 18/11/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/058803 de 27/05/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/05/2011

(57) Resumo: MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UM MATERIAL COMPOSTO REFORÇADO COM FIBRA Um método de fabricação e um aparelho de fabricação de um material composto reforçado com fibra são fornecidos, em que o material à base de fibra inteiro é impregnado com uma resina e uma moldagem pode ser realizada com alta precisão dimensional. Um método de fabricação de um material composto reforçado com fibra de acordo com a presente invenção inclui fixar um material à base de fibra tendo uma primeira superfície em um primeiro molde para fornecer uma abertura para a primeira superfície; ajustar um segundo molde tendo uma segunda superfície tal que a primeira superfície se volta para a segunda superfície através de um espaço; encher a resina dentro do espaço; e mover relativamente o segundo molde e o primeiro molde para colocar a segunda superfície mais perto da primeira superfície, tal que o material à base de fibra é impregnado com resina.

“MÉTODO DE FABRICAÇÃO DE UM MATERIAL COMPOSTO REFORÇADO COM FIBRA”

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção se refere a um método de fabricação de um material composto reforçado com fibra e um aparelho de fabricação de um material composto com fibra.

ANTECEDENTES DA TÉCNICA

Um material composto reforçado com fibra é conhecido como um tipo de material composto de material à base de fibra e resina. O material composto reforçado com fibra tem alta resistência bem como peso leve, e é usado como um material para aparelhos tais como um automóvel e uma aeronave.

Um método RTM (moldagem de Transferência de Resina) é conhecido como um método de fabricação do material composto reforçado com fibra. A Figura 1 é um diagrama mostrando esquematicamente um método de moldagem usando o método RTM. No método RTM, uma matriz de moldagem (um par de moldes fêmea e macho na Figura 1) é preparada. O material à base de fibra é colocado entre o molde fêmea e o molde macho. Os moldes fêmea e macho são dispostos de modo a entrar em contato estreito com ambas as superfícies do material à base de fibra. Os moldes fêmea e macho são fornecidos com uma linha de suprimento de resina e uma linha de ejeção de resina. Depois que os moldes fêmea e macho são presos, a resina é suprida no material à base de fibra através da linha de suprimento de resina. O material à base de fibra é impregnado com a resina suprida. Uma parte de excesso da resina é ejetada através da linha de ejeção de resina. Depois que o material à base de fibra é impregnado com a resina, a resina é curada. Assim, o material composto reforçado com fibra é fabricado.

A Literatura de Patente 1 (JP 2004-130598A) e a Literatura de Patente 2 (JP Showa 56-135025A) são conhecidas como técnicas relacionadas ao método RTM.

Como outro método de fabricação do material composto reforçado com fibra, um método RFI (Infusão de Película de Resina) é conhecido. A Figura 2 é um diagrama mostrando esquematicamente o método RFI. No método RFI, o material à base de fibra é colocado em uma matriz de moldagem e uma película de resina é colocada em uma superfície do material à base de fibra. O material à base de fibra fornecido com a película de resina é coberto com um elemento de saco. Então, uma pressão de um espaço coberto pelo elemento de saco é reduzida e a película de resina é curada por aquecimento e pressurização. Assim, o material composto reforçado com fibra é obtido. Neste momento, a película de resina infiltra em uma direção de espessura do material à base de fibra.

Lista de Citação:

Literatura de Patente 1: JP 2004-130598A

Literatura de Patente 2: JP Showa 56-135025A

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

De acordo com o método RTM mostrado na Figura 1, o material composto reforçado com fibra pode ser fabricado para ter uma dimensão de um espaço formado entre os moldes fêmea e macho. Portanto, o material composto reforçado com fibra pode ser obtido com boa precisão dimensional. Enquanto isto, o material à base de fibra tem uma resistência de fluxo contra a resina. A resina é suprida a partir de uma parte conectada com a linha de suprimento de resina para uma parte conectada com a linha de ejeção de resina de modo a impregnar o material à base de fibra. Devido à resistência de fluxo do material à base de fibra, existe um caso em que uma parte que não está completamente impregnada com a resina é gerada dependendo de uma dimensão do material à base de fibra.

No método RTM, para que o material à base de fibra seja impregnado inteiramente com a resina, poderia ser considerado fornecer várias linhas de suprimento de resina como mostrado na Figura 3. No entanto, em tal caso, a estrutura da matriz de moldagem se torna complicada. Neste momento, existem problemas tais como aumento de trabalho para limpar a matriz de moldagem depois que a moldagem está completa. Além disso, quando várias linhas de suprimento de resina são fornecidas, um controle de uma quantidade de fluxo da resina se torna complicada e um gerenciamento de processo se torna difícil.

Enquanto isto, em um caso de uso do método RFI, a resina pode estar disposta na superfície inteira do material à base de fibra. No entanto, é difícil obter alta precisão dimensional com respeito à espessura.

Portanto, um assunto da presente invenção é fornecer um método de fabricação e um aparelho de fabricação de um material composto reforçado com fibra, em que todo o material à base de fibra é impregnado com uma resina e uma moldagem pode ser realizada com alta precisão dimensional.

Um método de fabricação de um material composto reforçado com fibra de acordo com a presente invenção inclui fixar um material à base de fibra tendo uma primeira superfície em um primeiro molde para fornecer uma abertura para a primeira superfície; colocar um segundo molde tendo uma segunda superfície tal que a primeira superfície se volta para a segunda superfície através de um espaço; encher o espaço com resina; e pressionar o segundo molde na direção do primeiro molde para colocar a segunda superfície mais perto da primeira superfície, de modo que o material à base de fibra é impregnado com a resina.

De acordo com a presente invenção, a resina enchida no espaço é empurrada pela segunda superfície do segundo molde e desse modo infiltra no material à base de fibra. Na medida em que o material à base de fibra tem a face amplamente impregnada com a resina, a resina é facilmente espalhada sobre a parte inteira do material à base de fibra. Além do mais, um formato do material composto reforçado com fibra a ser moldado tem um formato que corresponde com os primeiro e segundo moldes. A espessura do material composto

reforçado com fibra é coincidente com uma distância final entre o primeiro molde e o segundo molde. Em outras palavras, uma moldagem pode ser realizada com boa precisão dimensional.

É preferível que o enchimento da resina inclua reduzir uma pressão do espaço; e
5 suprir a resina no espaço depois da redução de pressão. Reduzindo a pressão do espaço, as bolhas de ar podem ser impedidas de serem misturadas no material à base de fibra.

É preferível que a fixação do material à base de fibra no primeiro molde inclua colocar o primeiro molde, de modo que as partes terminais do material à base de fibra sejam intercaladas pelas superfícies do primeiro molde. De acordo com a presente invenção, o
10 material à base de fibra é fixado nas partes terminais por ambas as superfícies. Na medida em que o material à base de fibra é fixado com segurança, o material à base de fibra pode ser impedido de mover no momento de encher a resina. Assim, a precisão dimensional do material composto reforçado com fibra a ser moldado pode ser aperfeiçoada.

É preferível que o método de fabricação do material composto reforçado com fibra
15 mencionado acima ainda inclua curar a resina impregnada depois da impregnação com a resina.

É preferível que a cura da resina inclua curar a resina impregnada por pressurização.

É preferível que a cura da resina por pressurização inclua pressurizar a resina im-
20 pregnada por um acumulador de resina.

É preferível que a cura da resina mencionada acima inclua curar a mesma aquecendo a resina impregnada.

É assumido que o material à base de fibra inclui uma região central e regiões terminais em lados terminais da região central e que a primeira superfície é fornecida em cada
25 uma da região central e das regiões terminais. Neste momento, o segundo molde é de preferência fornecido em várias posições para se opor à região central e as regiões terminais, respectivamente. Então, é preferível que a depressão inclua pressionar a segunda superfície do segundo molde correspondendo com a região central para entrar em contato com a primeira superfície da região central; e pressionar a segunda superfície do segundo molde cor-
30 respondendo com cada uma das regiões terminais para entrar em contato com a primeira superfície da região terminal depois da etapa acima.

De acordo com a presente invenção, na impregnação da resina, a resina impregna da região central para a região terminal. Assim, as bolhas de ar contidas no material à base de fibra podem ser removidas seguramente. Como um resultado disto, um ponto seco (isto
35 é, uma parte que não está completamente impregnada com a resina) pode ser mais seguramente impedido de estar contido no material composto reforçado com fibra a ser moldado.

Neste momento, o material à base de fibra pode ser dobrado entre a região central

e as regiões terminais.

Um aparelho de fabricação de um material composto de fibra reforçada de acordo com a presente invenção inclui: um primeiro molde configurado para fixar um material à base de fibra tendo uma primeira superfície para fornecer uma abertura para a primeira superfície; um segundo molde tendo uma segunda superfície disposta de modo que a primeira superfície se volta para a segunda superfície através de um espaço; e um mecanismo de acionamento configurado para mover relativamente o segundo molde com respeito ao primeiro molde, de modo que a segunda superfície se aproxima da primeira superfície. Neste aparelho de fabricação, a segunda superfície é colocada em contato com a primeira superfície pelo mecanismo de acionamento sob a condição que uma resina é enchida no espaço, onde a resina impregna no material à base de fibra.

É preferível que o aparelho de fabricação do material composto reforçado por fibra mencionado acima inclui uma linha de suprimento de resina que é conectada ao espaço tal que a resina pode ser enchida dentro do espaço.

É preferível que a linha de suprimento de resina construída para ser capaz de pressurizar dentro do espaço.

É preferível que o aparelho de fabricação do material composto reforçado com fibra mencionado acima inclua uma linha de pressurização que é conectada ao espaço de modo que o espaço é pressurizado. A linha de pressurização é de preferência conectável com um acumulador de resina.

É preferível que o aparelho de fabricação do material composto reforçado com fibra mencionado acima ainda inclui um elemento de vedação para vedar o espaço.

O primeiro molde é de preferência formado para intercalar as partes terminais do material à base de fibra com as superfícies do primeiro molde.

É preferível que o aparelho de fabricação do material composto reforçado com fibra mencionado acima ainda inclua uma linha de ejeção de resina que é conectada ao espaço para ser capaz de ejetar a resina dentro do espaço.

É preferível que o aparelho de fabricação do material composto reforçado com fibra mencionado acima ainda inclua um mecanismo de batente para restringir um movimento do segundo molde a fim de que a segunda superfície não se mova para um lado do material à base de fibra mais longe que uma primeira posição predeterminada. De acordo com a presente invenção, uma posição relativa final do segundo molde com respeito ao primeiro molde pode ser precisamente controlada pelo mecanismo de batente. Assim, a precisão dimensional do material composto reforçado por fibra a ser moldado pode ser ainda aperfeiçoado.

É assumido que o material à base de fibra inclui a região central e a região terminal fornecida em um lado terminal da região central e que a primeira superfície é fornecida em cada uma da região central e região terminal. Neste momento, o segundo molde é de prefe-

rência fornecido com várias posições correspondendo respectivamente com a região central e a região terminal e é preferível que o mecanismo de acionamento possa mover vários segundos moldes, de modo independente, respectivamente.

De acordo com a presente invenção, se torna possível fornecer um método de fabricação e um aparelho de fabricação de um material composto reforçado com fibra capaz de impregnar uma parte inteira de um material base de resina com uma resina e realizar uma moldagem com alta precisão dimensional.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é um diagrama mostrando um método de fabricação de um material composto reforçado por fibra por um método RTM;

A Figura 2 é um diagrama mostrando o método de fabricação do material composto reforçado com fibra por um método RFI;

A Figura 3 é um diagrama mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra pelo método RTM;

A Figura 4 é um diagrama mostrando esquematicamente um aparelho de fabricação de um material composto reforçado com fibra de acordo com a primeira modalidade;

A Figura 5 é um fluxograma mostrando um método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a primeira modalidade;

A Figura 6 é um diagrama de processo mostrando um método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a primeira modalidade;

A Figura 7 é um diagrama de processo mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a primeira modalidade;

A Figura 8 é um diagrama de processo mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a primeira modalidade;

A Figura 9 é um diagrama mostrando esquematicamente o aparelho de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com um exemplo modificado da primeira modalidade;

A Figura 10 é um diagrama mostrando o aparelho de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com outro exemplo modificado da primeira modalidade;

A Figura 11 é um diagrama de processo mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com uma segunda modalidade;

A Figura 12 é um diagrama de processo mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a segunda modalidade;

A Figura 13 é um diagrama de processo mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a segunda modalidade;

A Figura 14 é um diagrama de processo mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a segunda modalidade; e

A Figura 15 é um diagrama de processo mostrando o método de fabricação do material composto reforçado por fibra de acordo com a segunda modalidade.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES

Primeira Modalidade

5 Uma primeira modalidade da presente invenção será descrita com referência aos desenhos anexos. A Figura 4 é um diagrama mostrando esquematicamente um aparelho de fabricação de um material composto reforçado com fibra de acordo com a presente modalidade. O aparelho de fabricação é um aparelho para impregnar um material baseado em fibra 2 com resina e curar a resina impregnada. O material composto reforçado com fibra é
10 obtido curando a resina impregnada

Um material à base de fibra de vidro e um material à base de fibra de carbono são exemplificados como o material à base de fibra 2 usado na modalidade presente.

Como mostrado na Figura 4, o aparelho de fabricação de material composto reforçado com fibra inclui um primeiro molde 10, um segundo molde 20, um mecanismo de acio-
15 namento 23, uma linha de suprimento de resina 21 e linhas de ejeção de resina 3.

O primeiro molde 10 e o segundo molda 20 são feitos de metais tais como ferro, alumínio, e invar.

O primeiro molde 10 inclui um primeiro elemento 11, um segundo elemento 12 e um terceiro elemento 13.

20 O primeiro elemento 11 tem uma superfície na qual é colocado o material baseado em fibra 2 a ser moldado.

O segundo elemento 12 está disposto para contatar uma superfície lateral do material à base de fibra 2. O segundo elemento 12 está disposto para circundar o material à base de fibra 2. O movimento do material à base de fibra 2 em uma direção de extensão do mate-
25 rial à base de fibra é restringido pelo segundo elemento 12.

O terceiro elemento 13 é colocado no segundo elemento 12. Uma parte do terceiro elemento 13 se estende no material à base de fibra 2. Assim, o material à base de fibra 2 é intercalado e fixado pelo primeiro molde 10 nas partes terminais. O terceiro elemento 13 é formado para ter um formato de armação correspondendo com um formato de uma parte
30 periférica externa do material à base de fibra 2. Portanto, uma parte de superfície superior do material à base de fibra 2 diferente da parte periférica externa não é coberta pelo terceiro elemento 13 e é livre. A parte de superfície superior livre do material à base de fibra 2 é definida como uma primeira superfície 18 daqui em diante.

O segundo molde 20 tem uma segunda superfície 19. O segundo molde 20 está
35 disposto de tal maneira que a segunda superfície 19 se volta para a primeira superfície 18 do material à base de fibra 2. O segundo molde 20 é relativamente móvel com respeito ao primeiro molde 10. Especificamente, o segundo molde 20 é construído de tal maneira que

uma distância entre a segunda superfície 19 e a primeira superfície 18 é variável. Quando a segunda superfície 19 é distanciada da primeira superfície 18, um espaço 1 é formado entre o primeiro molde 10 e o segundo molde 20. A parte lateral do segundo molde contata de modo deslizante o terceiro elemento 13 de modo que o espaço 1 se torna um espaço vedado.

Um elemento de vedação 5 é fixado em uma parte onde o primeiro molde 10 e o segundo molde 20 entram em contato um com o outro. A resina é enchida no espaço 1 no momento da moldagem. O vazamento de resina é impedido pelo elemento de vedação 5 no momento de encher o espaço 1 com resina.

O mecanismo de acionamento 23 é uma unidade para mover o segundo molde 20. O mecanismo de acionamento 23 é um atuador.

A linha de suprimento de resina 21 é uma trajetória de fluxo para suprir a resina no espaço 1. A linha de suprimento de resina 21 é fornecida no segundo molde 20 de modo que o espaço 1 é comunicado com o exterior. A linha de suprimento de resina 21 pode ser conectada a uma unidade de suprimento de resina (não mostrado). Adicionalmente, a linha de suprimento de resina 21 é construída para ser conectável com um atuador de resina (não mostrado na Figura 4).

Cada uma das linhas de ejeção de resina 3 é uma trajetória para ejetar a resina suprida. As linhas de ejeção de resina 3 são fornecidas no primeiro molde 10. As linhas de ejeção de resina 3 são fornecidas em tal maneira que a superfície lateral do material à base de fibra 2 é comunicada para uma unidade externa ou ambiente. Um tubo com uma válvula 4 é conectado em cada linha de ejeção de resina 3. Abrindo e fechando a válvula 4, um fluxo da resina através da linha de ejeção de resina 3 pode ser controlado. Adicionalmente, cada uma das linhas de ejeção de resina 3 é conectada a uma unidade de redução de pressão (não mostrada) através do tubo.

Subsequentemente, um método de fabricação de material composto reforçado com fibra de acordo com a modalidade presente será descrito. A Figura 5 é um fluxograma mostrando o método de fabricação de material composto reforçado com fibra.

Etapa S10: Colocação do Material à Base de Fibra

Inicialmente, o material à base de fibra 2 é colocado no primeiro elemento 11. Então, o segundo elemento 12 e o terceiro elemento 13 são colocados para as partes periféricas do material à base de fibra 2 a ser pressionado em ambas as superfícies do mesmo.

Etapa S20: Colocação do Segundo Molde

Adicionalmente, como mostrado na Figura 4, o segundo molde 20 é fixado. Neste momento, o segundo molde 20 é fixado de tal maneira que a segunda superfície 19 se volta para a primeira superfície 18 através do espaço 1.

Etapa S30: Enchimento de Resina

Subsequentemente, cada uma das linhas de ejeção de resina 3 é conectada na unidade de redução de pressão (não mostrada) e a pressão dentro do espaço 1 é reduzida pela unidade de redução de pressão (Etapa S31). A seguir, a unidade de suprimento de resina (não mostrada) é fixada na linha de suprimento de resina 21 e a resina 6 é suprida no espaço 1 através da linha de suprimento de resina 21 como mostrado na Figura 6 (Etapa S32). Neste momento, a resina 6 pode ser suprida no estado que a resina 6 é aquecida, a fim de aumentar a fluidez. A resina suprida 6 enche o espaço 1. Adicionalmente, uma quantidade excessiva de resina é infiltrada no material à base de fibra 2 e é ejetada através das linhas de ejeção de resina 3 a partir das partes laterais do material à base de fibra 2. Deve ser notado que quando o ar permanece dentro do espaço 1 e o material à base de fibra 2, a resina misturada com o ar é ejetada através das linhas de ejeção de resina 3. Portanto, observando se ou não bolhas de ar estão contidas na resina que flui através das linhas de ejeção de resina 3, pode ser verificado se ou não o enchimento da resina 6 é completado.

Etapa S40: Impregnação de Resina

Subsequentemente, como mostrado na Figura 7, um elemento de fechamento 22 é fixado na linha de suprimento de resina 21 para fechar a linha de suprimento de resina 21. Alternativamente, uma válvula da linha de suprimento de resina 21 pode ser fechada. Então, o segundo molde 20 é pressionado ou empurrado para o primeiro molde 10 pelo mecanismo de acionamento 23. O segundo molde 20 é pressionado em uma posição onde a segunda superfície 19 está em contato com a primeira superfície 18. Isto é, o segundo molde 20 é empurrado para baixo até que o espaço 1 desaparece. Assim, o material à base de fibra 2 é impregnado com a resina 6 enchida no espaço 1.

Nesta etapa, a resina 6 enchida no espaço 1 é empurrada com um plano (isto é, a segunda superfície 19) e desse modo o material à base de fibra 2 é impregnado com a resina 6. Também, uma parte onde a resina 6 infiltra no material à base de fibra 2 é um plano (isto é, a primeira superfície 18). Portanto, a resina 6 infiltra rapidamente no material à base de fibra 2 inteiro.

Etapa S50: Cura de Resina

Subsequentemente, cada uma das válvulas 4 é fechada e o elemento de fechamento 22 é destacado. Então, como mostrado na Figura 8, um acumulador de resina 7 é fixado na linha de suprimento de resina 21. A resina 6 impregnada no material à base de fibra 2 é pressurizada pelo acumulador de resina 7 (Etapa S51). Adicionalmente, o primeiro molde 10 e o segundo molde 20 são carregados dentro de uma unidade de aquecimento (não mostrada) tal como um forno, para ser aquecido (Etapa S52). Assim, a resina 6 é curada e o material composto reforçado com fibra é obtido. O material composto reforçado com fibra obtido é formado para ter um formato que corresponde com um espaço finalmente formado entre o primeiro molde 10 e o segundo molde 20.

Deve ser notado que não é sempre necessário usar o acumulador de resina 7 para o propósito de pressurizar a resina 6, e outra unidade de pressurização pode ser usada. No entanto, é preferível usar o acumulador de resina 7 de um ponto de vista que o acumulador de resina 7 pode pressurizar a resina 6 a uma pressão desejada, mesmo quando uma pressão suprida de uma fonte de pressão é baixa.

Além do mais, a resina 6 é meramente exigida ser aquecida, e não é sempre necessário preparar a unidade de aquecimento tal como o forno. Por exemplo, uma trajetória de fluxo pode ser fornecida para óleo aquecido fluir através do primeiro molde 10 ou o segundo molde 20. Neste caso, pelo óleo aquecido, o primeiro molde 10 ou o segundo molde 20 é aquecido e a resina 6 é aquecida.

Como descrito acima, de acordo com a presente modalidade, na medida em que a resina 6 é empurrada com o plano e infiltra no material à base de fibra 2 da superfície, a resina 6 pode infiltrar rapidamente.

Adicionalmente, quando a resina 6 é suprida enquanto é aquecida a fim de aumentar a fluidez, se leva tempo para a resina 6 infiltrar no material à base de fibra 2, pode ser um caso que a resina é curada. De acordo com a presente modalidade, na medida em que a resina 6 pode ser infiltrada em um curto tempo, a resina 6 pode ser impedida de ser curada antes que a resina 6 infiltra. Assim, a resina 6 pode ser seguramente infiltrada no material à base de fibra inteiro 2.

Em adição, na modalidade presente, o formato do material composto reforçado com fibra obtido é definido pelo primeiro molde 10 e o segundo molde 20. A espessura do material composto reforçado com fibra é definida por uma distância final entre o primeiro molde e o segundo molde. Na medida em que a dimensão do material composto reforçado com fibra é definida pelos formatos dos primeiro e segundo moldes 10 e 20 e a distância entre os primeiro e segundo moldes 10 e 20, o material composto reforçado com fibra pode ser moldado em alta precisão dimensional.

Além do mais, a presente modalidade é particularmente eficaz quando é usado o material à base de fibra tendo um lado maior que 300 mm. Tal material à base de fibra tem uma grande resistência de fluxo contra a resina e é usualmente difícil estender a resina sobre a superfície inteira do material à base de fibra. Além do mais, de acordo com a presente modalidade, mesmo no material à base de fibra tendo um lado mais longo que 300 mm, a resina pode ser estendida sobre a superfície inteira do material à base de fibra.

Também, a modalidade presente é particularmente eficaz quando é usado o material à base de fibra tendo o lado de 3 mm ou mais de espessura. Em tal material à base de fibra, é normalmente duro para a resina ser infiltrada em uma direção de espessura. No entanto, de acordo com a presente modalidade, mesmo no material à base de fibra tendo o lado de 3 mm ou mais de espessura, a resina pode ser uniformemente infiltrada na direção

de espessura.

Também, a modalidade presente é particularmente eficaz quando o material à base de fibra tendo o conteúdo de volume de fibra de 50 a 60% é usado. Quando o conteúdo de volume de fibra excede 50%, é normalmente extremamente difícil impregnar com resina. No entanto, de acordo com a presente modalidade, mesmo no material à base de fibra tendo o conteúdo de volume de fibra excedendo 50%, a resina pode impregnar facilmente. Enquanto isto, se o conteúdo de volume de fibra excede 60%, a resina tende a ser dura para infiltrar.

Também, a modalidade presente é particularmente eficaz quando a resina tendo a viscosidade de resina de 100 a 500 mPa (100 a 500 cp) é usada. Se a viscosidade da resina excede 500 cp, a resina tende a ser dura para impregnar.

Subsequentemente, um exemplo modificado da primeira modalidade será descrito.

A Figura 9 é um diagrama mostrando esquematicamente um aparelho de fabricação do material composto reforçado com fibra de acordo com o exemplo modificado presente. No aparelho de fabricação do material composto reforçado de fibra de acordo com este exemplo modificado, a linha de suprimento de resina 21 não é fornecida no segundo molde 20, mas fornecido no primeiro molde 10. Adicionalmente, uma linha de pressurização 8 é fornecida diferente da linha de suprimento de resina 21. No exemplo modificado presente, desde que a linha de suprimento de resina 21 é similar àquela da primeira modalidade, a explicação detalhada da mesma é omitida. A linha de pressurização 8 é fornecida no primeiro elemento 11. A linha de pressurização 8 é construída para ser conectada no acumulador de resina 7. No exemplo modificado presente, a linha de pressurização 8 é conectada no acumulador de resina 7 no tempo de pressurizar a resina 6 na Etapa S51.

Como mostrado no exemplo modificado presente, é possível fornecer separadamente uma linha no momento de suprir a resina e uma linha no momento de pressurização. A partir do ponto de vista de simplificação da configuração, no entanto, é preferível que a linha de suprimento de resina 21 e a linha de pressurização 87 são usadas em comum.

Adicionalmente, como mostrado no exemplo modificado presente, não é sempre necessário fornecer a linha de suprimento de resina 21 no segundo molde 20. O segundo molde 20 é uma parte que é movida pelo mecanismo de acionamento 23. Quando a linha de suprimento de resina 21 é fornecida no segundo molde 20, a unidade de suprimento de resina é ficada no segundo molde 20. Se tal unidade externa é fixada no segundo molde móvel, pode existir um receio de que se torne difícil mover o segundo molde 20. Fixando a linha de suprimento de resina 21 no primeiro molde, tal receio pode desaparecer.

Subsequentemente, outro exemplo modificado da presente modalidade será descrito.

A Figura 10 é um diagrama mostrando esquematicamente um aparelho de fabricação de um material composto reforçado com fibra de acordo com o exemplo modificado pre-

sente. No aparelho de fabricação do material composto reforçado com fibra de acordo com este exemplo modificado, um mecanismo de batente 9 é fornecido para o segundo molde 20. O mecanismo de batente 9 se estende de uma parte do segundo molde 20 em uma direção em paralelo ao material à base de fibra 2. O mecanismo de batente 9 entra em contato com o primeiro elemento 13 de modo que o segundo molde 20 tem movimento restringido para o primeiro molde 10 além de uma posição predeterminada (isto é, uma primeira posição 24).

Fornecendo o mecanismo de batente 9, uma dimensão de um espaço finalmente formado entre o primeiro molde 10 e o segundo molde 20 pode ser precisamente controlada. Consequentemente, o material composto reforçado com fibra pode ser formado em alta precisão dimensional.

Segunda Modalidade

Subsequentemente, uma segunda modalidade da presente invenção será descrita.

As Figuras 11 a 15 são diagramas de processo mostrando um método de fabricação do material composto reforçado com fibra de acordo com a presente modalidade. É notado que a explicação dos mesmos componentes que na primeira modalidade é apropriadamente omitida.

Na presente modalidade, o material à base de fibra 2 é curvado e dobrado, como mostrado na Figura 11. Uma parte central do material à base de fibra 2 é designada como uma região central 2-1 e ambas as partes terminais do material baseado em fibra são designadas como regiões terminais 2-2.

O primeiro molde 10 inclui um quarto elemento 14, um quinto elemento 15 e um sexto elemento 16.

O quarto elemento 14 é um elemento para montar o material à base de fibra dobrado 2 e é formado para ter um formato correspondente com o material à base de fibra 2.

O quinto elemento 15 está disposto para suportar a superfície terminal do material à base de fibra 2 pela superfície superior.

O sexto elemento 16 está disposto para intercalar a região terminal 2-2 entre o sexto elemento 16 e o quarto elemento 14. Uma parte de abertura é formada no sexto elemento 16 tal que o segundo molde 20 pode estar disposto. Além do mais, linhas de pressurização 8 são fornecidas no sexto elemento 16.

O segundo molde 20 é separado em várias seções correspondendo com a região central 2-1 e às regiões terminais 2-2, respectivamente. Especificamente, uma segunda seção de molde 20-1 é fornecida para a região central 2-1 e as segundas seções de molde 20-2 são fornecidas para as regiões terminais 2-2. As segundas seções de molde 20-1 e 20-2 são deslizadas ao longo das superfícies de parede das partes de abertura formadas no sexto elemento 16, respectivamente. Além do mais, um mecanismo de acionamento 23 é fixado

em cada uma das segundas seções de molde 20-1 e 20-2. Cada uma das segundas seções de molde (20-1, 20-2) é fornecida com linhas de suprimento de resina (21-1, 21-2).

Subsequentemente, um método de fabricação de um material composto reforçado com fibra de acordo com a presente invenção será descrito.

5 Inicialmente, como mostrado na Figura 11, o material à base de fibra dobrada 2 é fixado no primeiro molde 10 e as segundas seções de molde 20-1 e 20-2 são ajustadas. Neste momento, as segundas seções de molde 20-1 e 20-2 são ajustadas de tal maneira que os espaços 1-1 e 1-2 são formados respectivamente, de modo similar às modalidades já discutidas.

10 Subsequentemente, como mostrado na Figura 12, a resina 6 é suprida nos espaços 1 (1-1, 1-2) através das linhas de suprimento de resina 21 (21-1, 21-2).

Depois que os espaços 1 (1-1, 1-2) são enchidos com resina, as segundas seções de molde (20-1, 20-2) são pressionadas para o material à base de fibra 2 tal que o material à base de fibra 2 é impregnado com a resina 6. Neste momento, a segunda seção de molde
15 20-1 que corresponde com a região central 2-1 é pressionado primeiro para o material à base de fibra 2, como mostrado na Figura 13. Assim, a região central 2-1 é impregnada com a resina 6. Depois disto, as segundas seções de molde 20-2 que correspondem com as regiões terminais 2-2 são pressionadas para o material à base de fibra 2 como mostrado na Figura 14. Assim, as regiões terminais 2-2 são impregnadas com a resina 6.

20 Depois disto, de modo similar à primeira modalidade, a resina impregnada 6 é pressurizada e curada pelos acumuladores de resina 7 de modo que o material composto reforçado com fibra é obtido (mostrado na Figura 15).

Se a resina 6 é infiltrada na região central 2-1 e as regiões terminais 2-2 ao mesmo tempo, existem possivelmente partes que não são impregnadas com a resina 6, entre a região central e as regiões terminais 2-2. Particularmente, quando o material à base de fibra 2 é dobrado, é difícil impregnar a parte dobrada com a resina 6. Enquanto isto, na modalidade presente, a resina é primeiramente infiltrada na região central 2-1 do material à base de fibra 2 e depois disto infiltrada nas regiões terminais 2-2 do mesmo. Assim, é suprimida para formar regiões que não são impregnadas com a resina 6, entre a região central 2-1 e as regiões terminais 2-2, e, portanto a parte inteira do material à base de fibra 2 pode ser facilmente impregnada com a resina 6.
25
30

Como descrito acima, as primeira e segunda modalidades da presente invenção foram descritas. Deve ser notado que as modalidades e exemplos modificados como discutido acima podem ser usadas em combinação dentro de uma faixa sem contradição.

35 Deve ser notado que o presente pedido de patente reivindica uma prioridade baseado no Pedido de Patente Japonesa Nº. 2008-296127, e a descrição do mesmo é incorporado aqui por referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de fabricação de um material composto reforçado com fibra, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

fixar um material à base de fibra (2) em um primeiro molde (10), de tal modo que uma abertura é definida em uma primeira superfície (18) do material à base de fibra (2) e de tal modo que uma parte periférica do material à base de fibra (2) é sobreposto pelo primeiro molde (10) para restringir o movimento do material à base de fibra (2) em uma extensão de direção do mesmo;

fornecer um espaço vedado (1) para colocar um segundo molde (20) tendo uma segunda superfície (19) tal que a segunda superfície (19) está voltada para a primeira superfície (18) do material à base de fibra (2);

após fornecer o dito espaço vedado (1), encher o espaço vedado (1) com resina (6);

e

mover relativamente o segundo molde (20) na direção do primeiro molde (10) para colocar a segunda superfície (19) mais perto da primeira superfície (18), de modo que o material à base de fibra (2) seja impregnado com a resina (6) através da primeira superfície (18) do material à base de fibras (2),

em que o primeiro molde (10) compreende

um primeiro elemento (11) no qual o material à base de fibra (2) é colocado,

um segundo elemento (12) que envolve e faz contato diretamente com uma superfície lateral do material à base de fibra (2), e

um terceiro elemento (13) tendo um formato de armação correspondente a uma forma da parte periférica do material à base de fibra (2), estando uma parte do terceiro elemento (13) em contato direto com a parte periférica do material à base de fibra (2),

em que o dito fornecimento de um espaço vedado (1) para colocar um segundo molde (20) compreende proporcionar o espaço vedado (1) definido pela primeira superfície (18) do material à base de fibra (2), o terceiro elemento (13) e a segunda superfície (19) do segundo molde (20).

2. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito enchimento compreende:

reduzir uma pressão do espaço (1); e

suprir a resina (6) no espaço (1) depois da dita redução.

3. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que ainda compreende:

curar a resina impregnada depois da impregnação com a resina.

4. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita cura compreende:

curar a resina impregnada por pressurização e aquecimento.

5. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 4, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita cura compreende:

pressurizar a resina impregnada com um acumulador de resina (7).

5 6. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 3, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita cura compreende:

curar a resina impregnada aquecendo a resina impregnada.

7. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito material à base de fibra (2) compreende uma região central (2-1) e regiões
10 terminais (2-2) nos lados terminais da região central (2-1),

em que a primeira superfície (18) é fornecida para cada uma da região central (2-1) e as regiões terminais (2-2),

em que as segundas seções de molde (20-1, 20-2) do dito segundo molde (20) são fornecidas em várias posições para se opor à região central (2-1) e às regiões terminais (2-2), respectivamente, e
15

em que o movimento relativamente compreende:

pressionar uma central (20-1) das ditas segundas seções de molde se opondo à região central (2-1); e

pressionar uma (20-2) das ditas segundas seções de molde se opondo a cada uma das regiões terminais (2-2) depois de pressionar uma central (20-1) das ditas segundas seções de molde.
20

8. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 7, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito material à base de fibra (2) é dobrado entre a região central (2-1) e cada uma das regiões terminais (2-2).
25

9. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda a descompressão do espaço vedado (1) antes do dito enchimento da resina (6) no espaço vedado (1),
30

em que o dito enchimento da resina (6) no espaço selado (1) inclui o fornecimento da resina (6) ao espaço vedado (1), através de uma linha de fornecimento de resina (21), após a dita descompressão,
30

em que a dita linha de fornecimento de resina (21) é fechada durante o dito segundo movimento relativo do dito segundo molde (20) em direção ao dito primeiro molde (10) para pressurizar o espaço vedado (1),

em que a referida fixação do material à base de fibras (2) no primeiro molde (10) inclui dispor o terceiro elemento (13) de tal modo que a parte periférica do material à base de fibra (2) é sobreposta pelo primeiro elemento (11) e pelo terceiro elemento (13),
35

em que a primeira superfície (18) é uma área aberta em uma superfície superior do

material à base de fibra (2).

10. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o dito enchimento compreende:

reduzir uma pressão do espaço (1); e

5 fornecer a resina (6) no espaço (1), após a dita redução.

11. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 9, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

curar a resina impregnada após a impregnação com a resina.

10 12. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita cura compreende:

curar a resina impregnada por pressurização e aquecimento.

13. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 12, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita cura compreende:

pressurizar a resina impregnada com um acumulador de resina (7).

15 14. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 11, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a referida cura compreende:

curar a resina impregnada aquecendo a resina impregnada.

15. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que

20 o primeiro elemento (11), o segundo elemento (12) e o terceiro elemento (13) são elementos separados; e

o segundo elemento (12) é encostado contra o primeiro elemento (11) e o terceiro elemento (13) é encostado contra o segundo elemento (12).

25 16. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 15, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que uma primeira vedação (5) é disposta entre os primeiro e segundo elementos (11, 12), e uma segunda vedação (5) é disposta entre os segundo e terceiro elementos (12, 13).

17. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 15, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que

30 o segundo molde (20) é separado do primeiro, segundo e terceiro elementos (11, 12, 13) do primeiro molde (10); e

o segundo molde (20) é disposto dentro do formato de armação do terceiro elemento (13).

35 18. Método de fabricação, de acordo com a reivindicação 17, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que uma vedação (5) é disposta entre o segundo molde (20) e o terceiro elemento (13) do primeiro molde (10).

Fig. 1

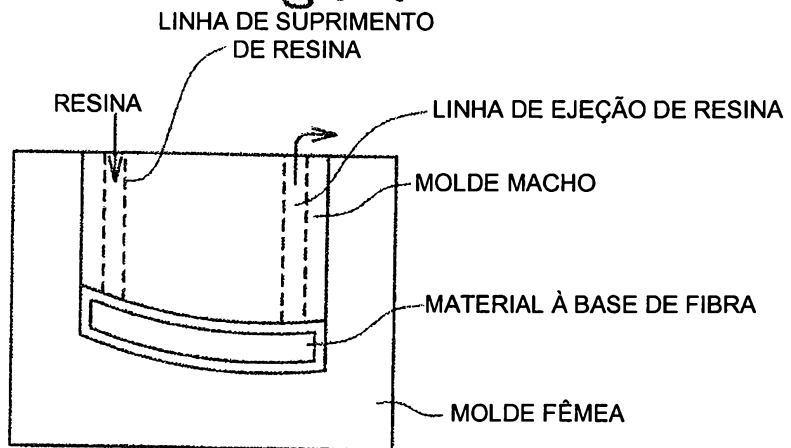


Fig. 2

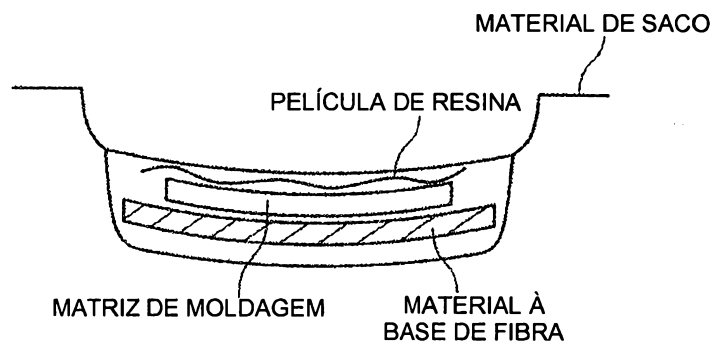


Fig. 3

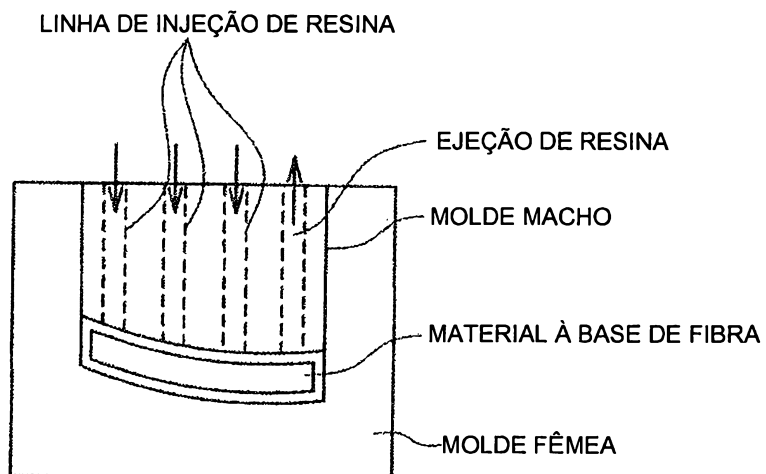


Fig. 4

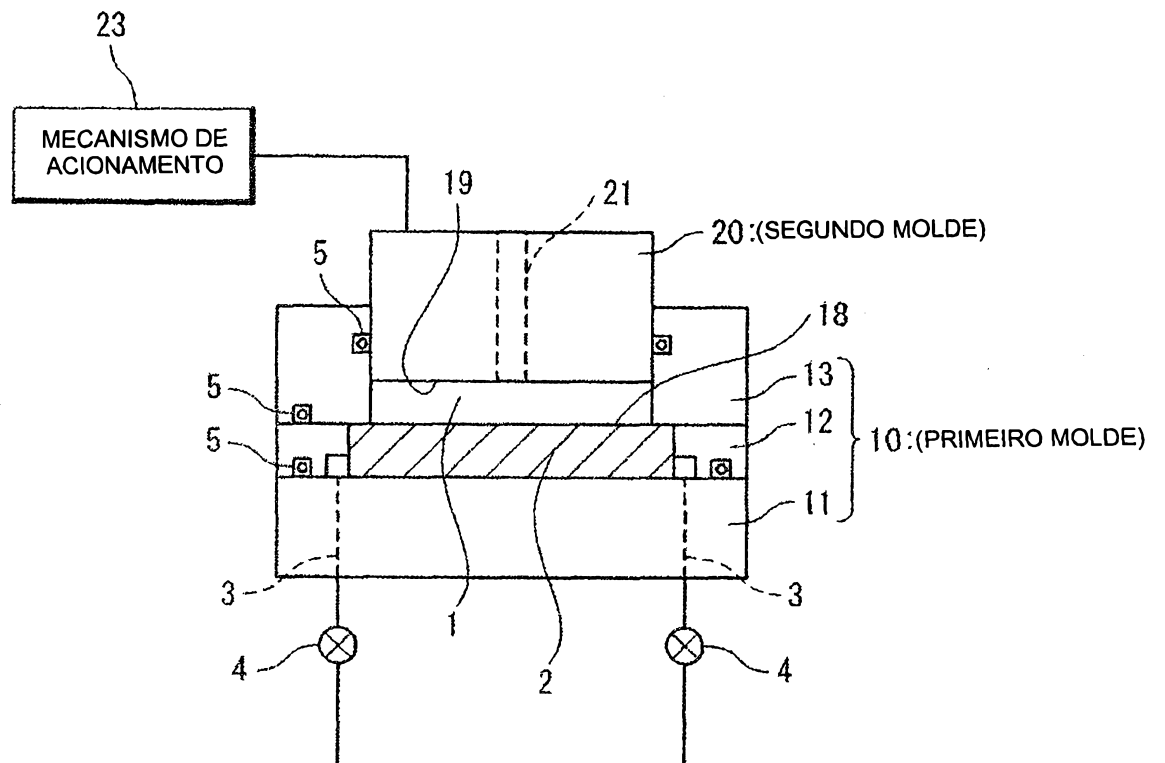


Fig. 5

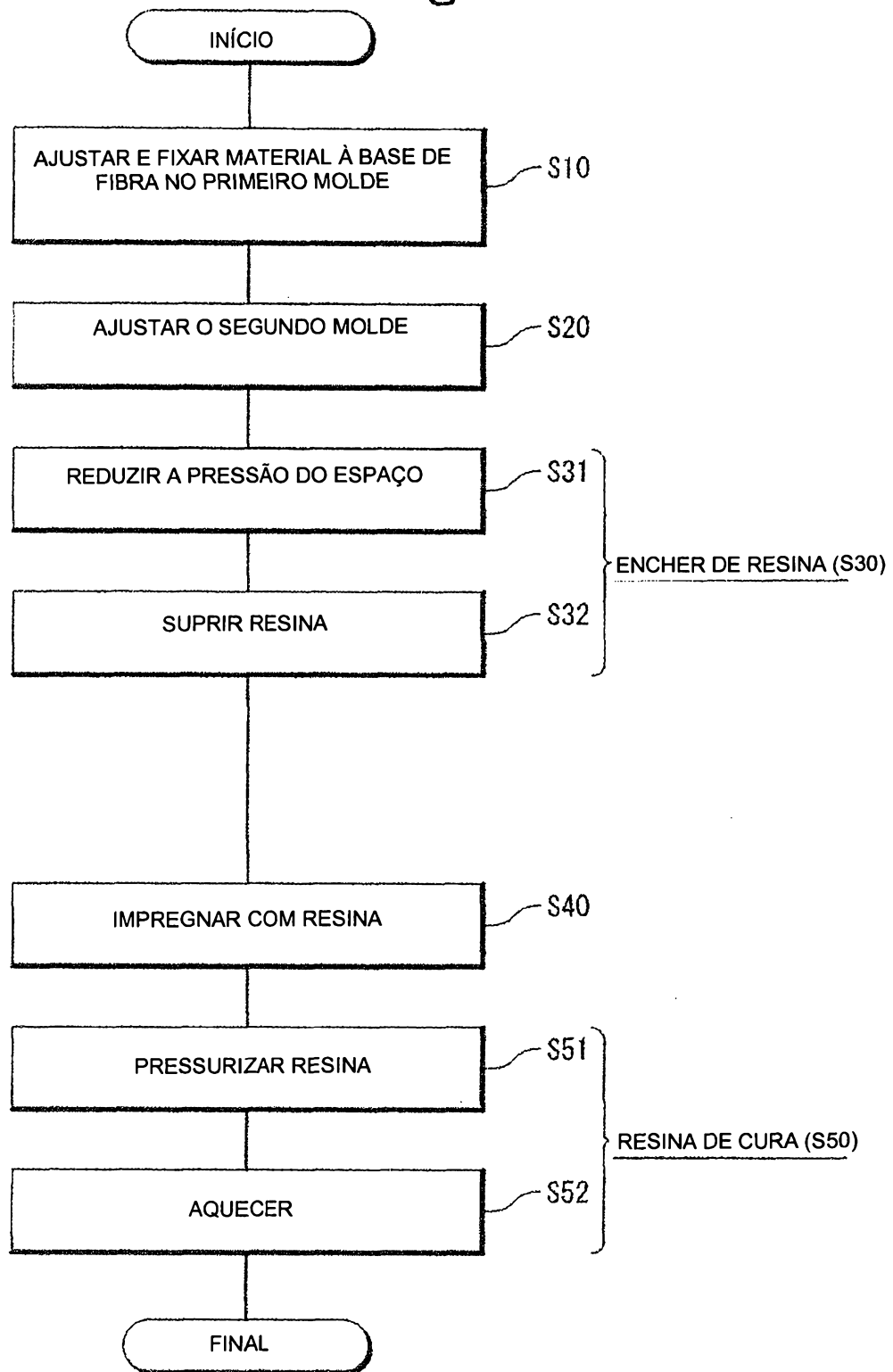


Fig. 6

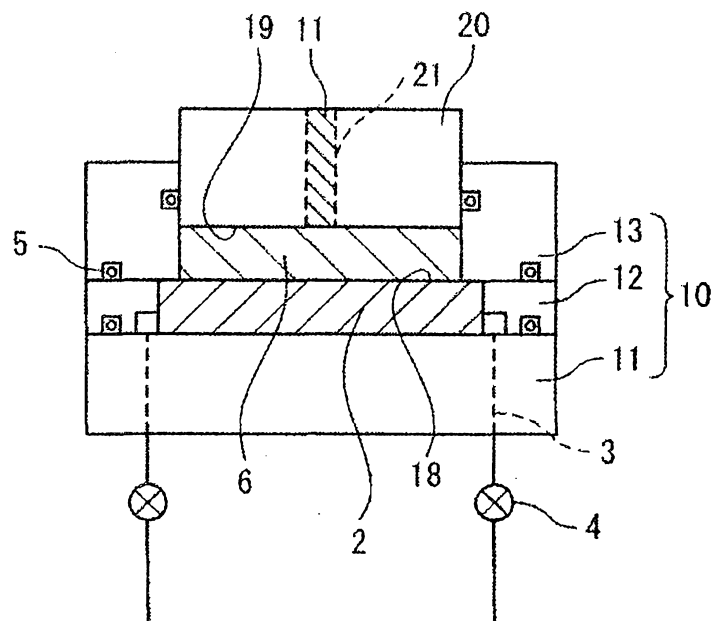


Fig. 7

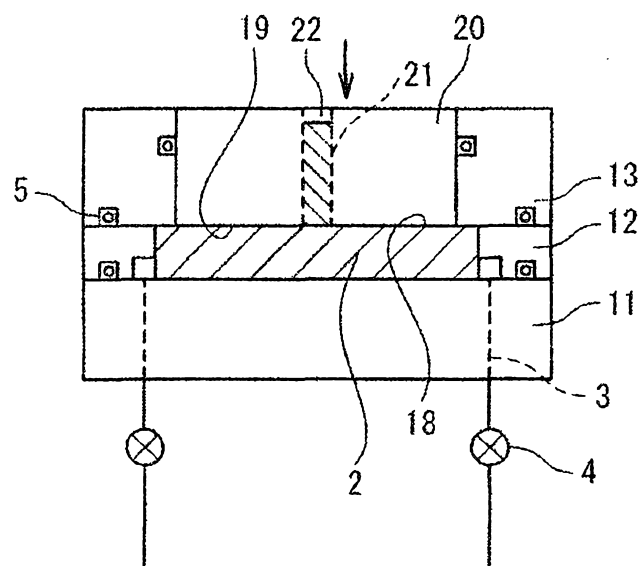


Fig. 8

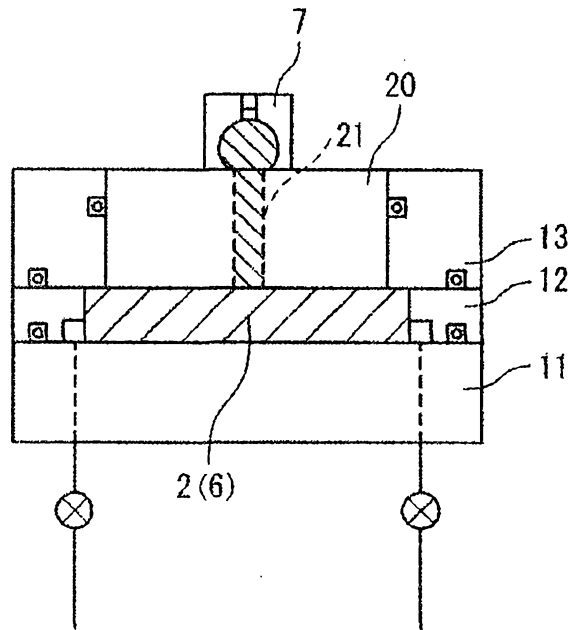


Fig. 9

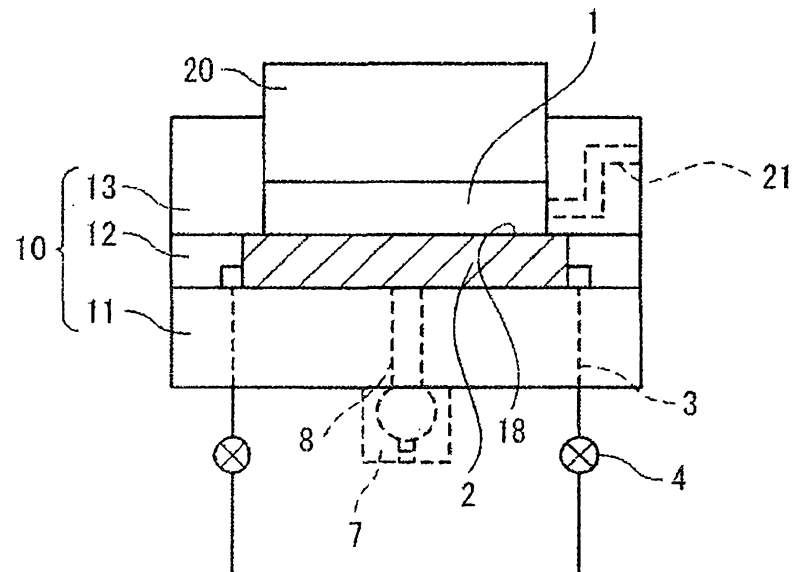


Fig. 10

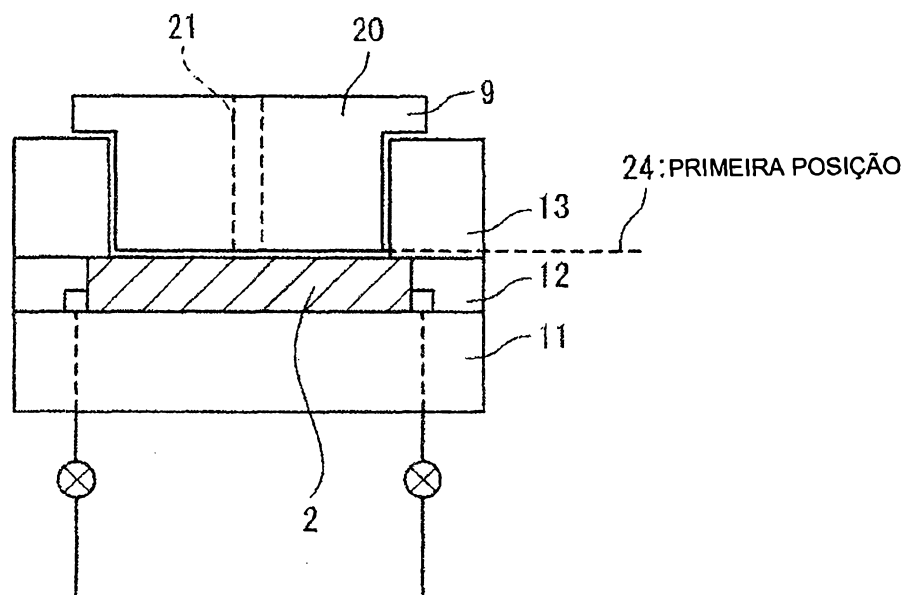
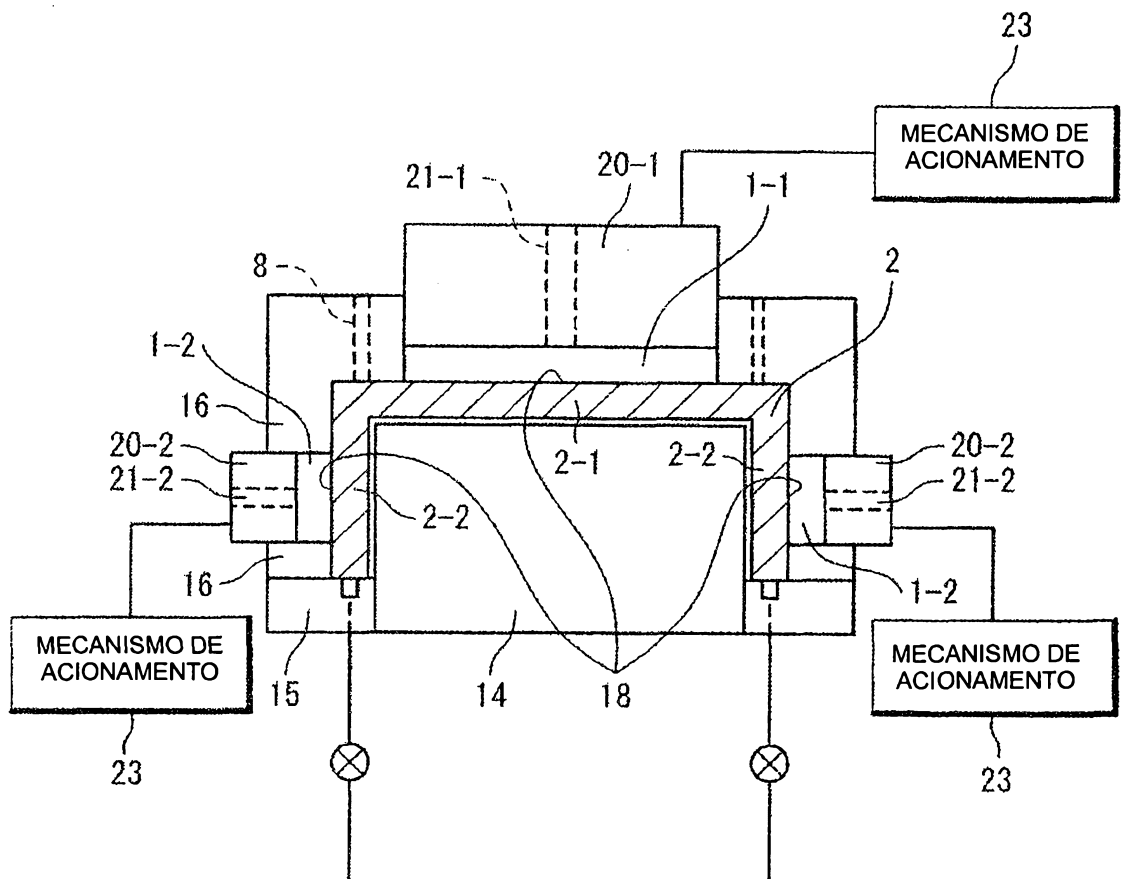


Fig. 11



—

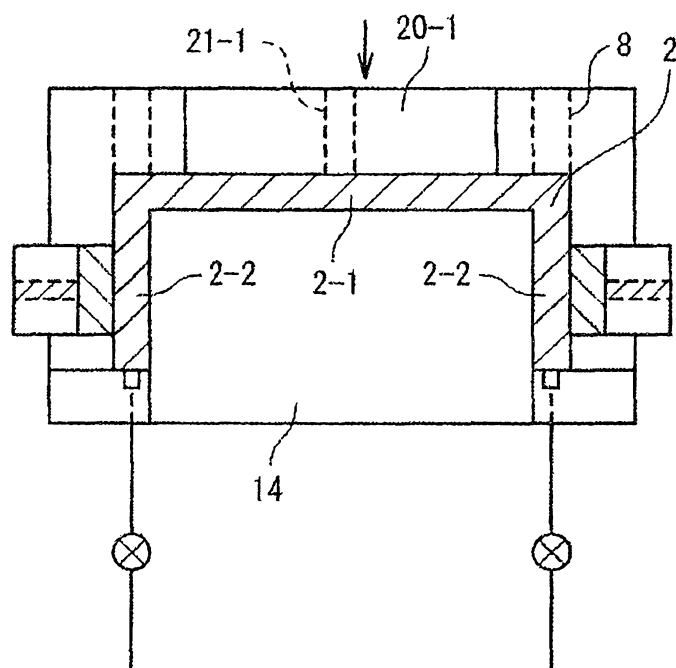
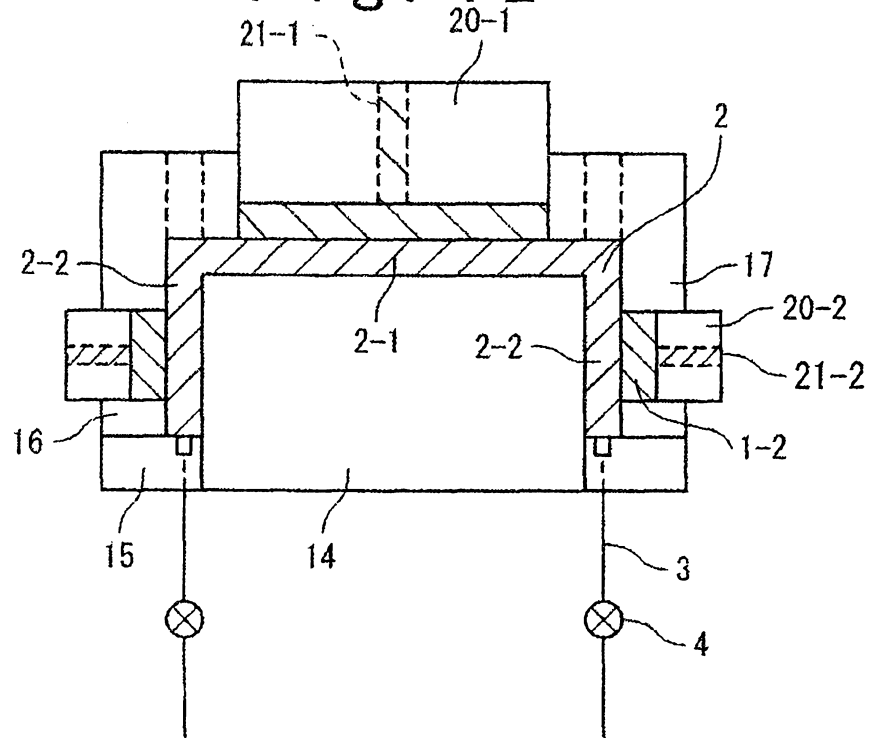


Fig. 14

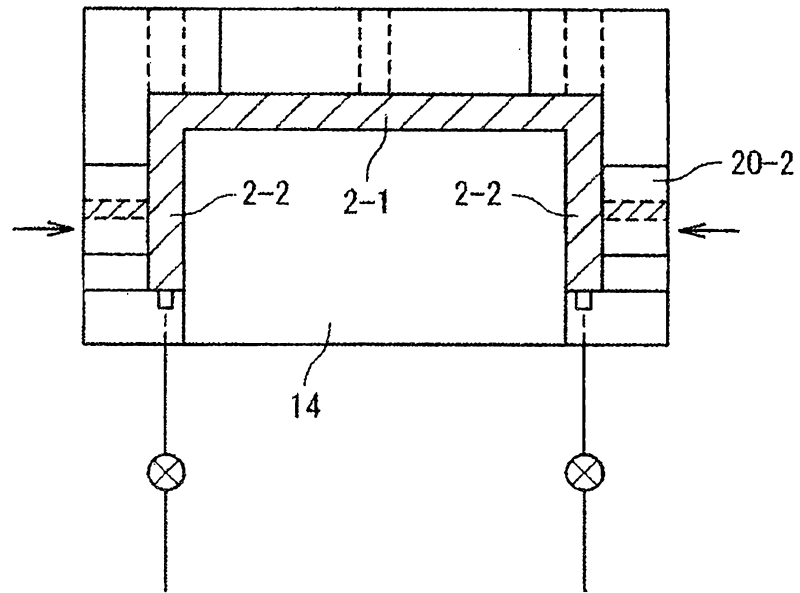


Fig. 15

