



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

(11) BR 112014010039-0 B1



(22) Data do Depósito: 17/10/2012

(45) Data de Concessão: 01/09/2020

(54) Título: MANDRIL DE IMPREGNAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DE CÁRTERES DE TURBINA A GÁS EM MATERIAL COMPÓSITO, MÁQUINA DE ENROLAMENTO DE UMA TEXTURA FIBROSA EM UM MANDRIL DE IMPREGNAÇÃO E MÉTODO DE IMPREGNAÇÃO DE UMA TEXTURA FIBROSA PARA A REALIZAÇÃO DE CÁRTERES DE TURBINA A GÁS EM MATERIAL COMPÓSITO

(51) Int.Cl.: B29C 70/32; B29C 70/54; B29C 53/56; B29C 53/80; F01D 25/24.

(30) Prioridade Unionista: 26/10/2011 US 61/551,539.

(73) Titular(es): SNECMA.

(72) Inventor(es): OLIVIER PATRIGEON; RICHARD MATHON.

(86) Pedido PCT: PCT FR2012052366 de 17/10/2012

(87) Publicação PCT: WO 2013/060965 de 02/05/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/04/2014

(57) Resumo: MANDRIL DE IMPREGNAÇÃO A SER MANTIDO POR PINÇAMENTO PARA A REALIZAÇÃO DE CÁRTERES DE TURBINA A GÁS EM MATERIAL COMPÓSITO. Trata-se de um mandril de impregnação (100) para a realização de cárteres de turbina a gás em material compósito, em que o mandril compreende uma parede anular (102) cujo perfil da superfície externa corresponde àquele da superfície interna do cárter a ser realizado, dois flanges laterais (104) cujos perfis correspondem àqueles de rebordos externos do cárter a ser realizado, e um dispositivo removível (106) de manutenção por pinçamento de uma camada de textura fibrosa enrolada no mandril.

“MANDRIL DE IMPREGNAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DE CÁRTERES DE TURBINA A GÁS EM MATERIAL COMPÓSITO, MÁQUINA DE ENROLAMENTO DE UMA TEXTURA FIBROSA EM UM MANDRIL DE IMPREGNAÇÃO E MÉTODO DE IMPREGNAÇÃO DE UMA TEXTURA FIBROSA PARA A REALIZAÇÃO DE CÁRTERES DE TURBINA A GÁS EM MATERIAL COMPÓSITO”

Fundamentos da Invenção

[0001] A presente invenção refere-se ao domínio geral de cárteres de turbina a gás e, mais particularmente, a cárteres de retenção para ventilador de turbina a gás para motores aeronáuticos.

[0002] Em um motor aeronáutico com turbina a gás, um cárter de ventilador cumpre diversas funções. O mesmo define a corrente de entrada de ar no motor, suporta um material abrasível em relação ao topo das pás do ventilador, suporta uma estrutura eventual de absorção de ondas sonoras para o tratamento acústico na entrada do motor e incorpora ou suporta um escudo de retenção. Esse último constitui uma armadilha que retém os resíduos, como objetos ingeridos ou fragmentos de pás danificadas, projetados pela centrifugação, a fim de evitar que os mesmos não atravessem o cárter e atinjam outras partes da aeronave.

[0003] A realização de um cárter de retenção de ventilador em material compósito já foi proposta. Será possível, por exemplo, se referir ao documento EP 1.961.923 que descreve a fabricação de um cárter em material compósito com espessura evolutiva que compreende a formação de um reforço fibroso por camadas sobrepostas de uma textura fibrosa e a densificação do reforço fibroso por uma matriz. De acordo com essa invenção, a textura fibrosa é realizada por tecelagem tridimensional com espessura evolutiva e é enrolada em diversas camadas sobrepostas em um mandril de perfil que corresponde àquele do cárter a ser fabricado. A pré-forma fibrosa assim obtida é mantida no mandril e uma impregnação por resina é realizada antes da polimerização. O enrolamento em um mandril de uma textura tecida de espessura evolutiva, conforme descrito neste documento, permite dispor diretamente de uma pré-forma tubular que tem o perfil desejado com espessura variável.

[0004] Na prática, a implantação desse método apresenta o problema da manutenção da pré-forma fibrosa no momento de seu enrolamento no mandril. No momento desse enrolamento, convém de fato exercer um esforço de tração suficiente em cada camada de textura fibrosa para garantir uma compactação eficaz da mesma. Para isso é necessário, em particular, que a primeira camada de textura fibrosa que é enrolada no mandril seja corretamente carregada no mesmo antes de enrolar as camadas seguintes.

[0005] Para esse fim, é conhecido do documento FR 2.945.573 um mandril de impregnação no qual o engate da primeira camada de textura fibrosa é realizado por uma placa removível dotada de pontas que vão penetrar na camada de textura fibrosa. Embora eficaz, esse tipo de engate pode apresentar o risco de vir as pontas da placa a danificar a pré-forma fibrosa se uma tensão de enrolamento muito forte for aplicada sobre a mesma.

Objetivo e descrição resumida da invenção

[0006] A presente invenção tem, portanto, como objetivo principal solucionar tais inconvenientes ao propor um engate mecânico da primeira camada de textura fibrosa que permite aplicar uma forte tensão de enrolamento sem risco de danificar a pré-forma fibrosa.

[0007] Esse objetivo é alcançado graças a um mandril de impregnação para a realização de cárteres de turbina a gás em material compósito, em que o mandril compreende uma parede anular cujo perfil da superfície externa corresponde àquele da superfície interna do cárter a ser realizado, e dois flanges laterais cujos perfis correspondem àqueles de rebordos externos do cárter a ser realizado, em que o mandril compreende, além disso, conforme a invenção, um dispositivo removível de manutenção por pinçamento de uma camada de textura fibrosa enrolada no mandril.

[0008] A manutenção por pinçamento (“clamping”) da extremidade livre da camada de textura fibrosa enrolada no mandril evita qualquer risco de deterioração da pré-forma, seja qual for a tensão de enrolamento aplicada à mesma. Além disso, esse dispositivo de manutenção por pinçamento é removível de modo que o mesmo possa ser retirado antes da impregnação por resina, a fim de evitar qualquer risco de

degradação da pré-forma no momento da operação de polimerização a quente. Enfim, a manutenção da primeira camada de textura fibrosa no mandril é mecânica (e não química), o que garante à mesma uma total inocuidade sobre a pré-forma antes da impregnação por resina.

[0009] De maneira vantajosa, o dispositivo de manutenção por pinçamento compreende uma placa removível que se destina a ser posicionada em um entalhe que corresponde praticado através da parede do mandril, em que a dita placa compreende uma superfície externa cujo perfil é apto para reconstituir o perfil da superfície externa do mandril e uma fenda que se estende em posição entre os flanges laterais do mandril e que se destina a receber uma extremidade livre da camada de textura fibrosa enrolada no mandril.

[0010] De preferência, o dispositivo de manutenção por pinçamento compreende, além disso, uma cunha de prensão apta para vir a exercer um esforço de pinçamento na extremidade livre da camada de textura fibrosa enrolada no mandril pelo intermédio de parafuso de prensão. Os parafusos de prensão são vantajosamente acessíveis pelo interior do mandril.

[0011] A placa do dispositivo de manutenção por pinçamento pode compreender rebordos de fixação que se destinam na posição a serem fixados na parede anular do mandril pelo intermédio de parafuso de fixação.

[0012] Além disso, a placa do dispositivo de manutenção por pinçamento pode compreender uma pega acessível desde o interior do mandril quando a placa de manutenção por pinçamento está em posição.

[0013] A invenção tem igualmente como objetivo uma máquina de enrolamento de uma textura fibrosa em um mandril de impregnação, que compreende um mandril de chamada no qual se destina a ser armazenada uma textura fibrosa obtida por tecelagem tridimensional, em que o mandril de chamada tem um eixo geométrico de rotação sensivelmente horizontal, um mandril de impregnação tal como definido anteriormente e no qual é que se destina a ser enrolada em camadas sobrepostas a textura fibrosa armazenada no mandril de chamada, em que o mandril de impregnação tem um eixo geométrico de rotação sensivelmente horizontal e paralelo

ao eixo geométrico de rotação do mandril de chamada, motores elétricos para acionar em rotação os mandris ao redor de seu eixo geométrico de rotação respectivo, e uma unidade de comando de motores elétricos de acionamento de rotação de mandris.

[0014] A invenção tem ainda como objetivo um método de impregnação de uma textura fibrosa para a realização de cárteres de turbina a gás em material compósito que compreende o enrolamento de uma primeira camada de textura fibrosa em um mandril de impregnação tal como definido anteriormente, a manutenção no mandril de impregnação de uma extremidade livre da primeira camada de textura fibrosa pelo intermédio do dispositivo de manutenção por pinçamento, o enrolamento de outras camadas de textura fibrosa no mandril de impregnação, a retirada do dispositivo de manutenção por pinçamento e sua substituição por um obturador estanque, e a impregnação da textura fibrosa enrolada no mandril por injeção de uma resina.

Breve descrição dos desenhos

[0015] Outras características e vantagens da presente invenção serão aparentes a partir da descrição feita abaixo, em referência aos desenhos anexos que ilustram um exemplo de realização desprovido de qualquer caráter limitante. Nas Figuras:

A Figura 1 é uma vista esquemática e lateral de uma máquina de enrolamento de uma textura fibrosa em um mandril de impregnação conforme a invenção;

A Figura 2 é uma vista em perspectiva do mandril de impregnação da Figura 1;

A Figura 3 é uma vista em corte de acordo com III-III da Figura 2; e

A Figura 4 é uma vista que corresponde à Figura 3 que mostra o mandril de impregnação em fim de enrolamento.

Descrição detalhada da invenção

[0016] A invenção será descrita abaixo no âmbito de sua aplicação na fabricação de um cárter de ventilador de motor aeronáutico com turbina a gás.

[0017] Um exemplo de método de fabricação de tal cárter de ventilador é

descrito no documento EP 1.961.923 ao qual será possível se referir.

[0018] O cárter é realizado em material compósito com reforço fibroso densificado por uma matriz. O reforço é em fibras, por exemplo, de carbono, vidro, aramida ou cerâmica e a matriz é em polímero, por exemplo, epóxido, bismaleimida ou poliimida.

[0019] Resumidamente, o método de fabricação descrito nesse documento consiste em ser realizada uma textura fibrosa por tecelagem tridimensional com chamada em cadeia em um tambor (denominado abaixo mandril de chamada) que tem um perfil determinado em função do perfil do cárter a ser fabricado.

[0020] A textura fibrosa assim realizada é em seguida transferida no mandril de um molde de injeção de resina (abaixo denominado mandril de impregnação) cujo perfil externo corresponde ao perfil interno do cárter a ser fabricado.

[0021] Sendo a pré-forma mantida no mandril de impregnação, uma impregnação é então realizada por uma resina. Para esse fim, um envoltório é aplicado na pré-forma e a resina é injetada no molde assim constituído. A impregnação pode ser assistida por estabelecimento de uma diferença de pressão entre o interior e o exterior do molde no qual se encontra a pré-forma. Após a impregnação, uma etapa de polimerização da resina é realizada.

[0022] A invenção se aplica a qualquer tipo de máquina de enrolamento que tem por função permitir uma transferência automatizada da textura fibrosa armazenada no mandril de chamada para o mandril de impregnação do molde de injeção de resina, tal como representado na Figura 1.

[0023] Será possível se referir ao pedido de patente FR 11 53212 (não publicado até hoje) que descreve em detalhes a estrutura e o funcionamento de tal máquina.

[0024] Resumidamente, a máquina de enrolamento 10 compreende uma armação 12 que sustenta notadamente um mandril de chamada 14 e um mandril de impregnação 100, conforme a invenção. Esses mandris são removíveis, isto é, podem ser desmontados da armação.

[0025] O mandril de chamada 14 recebe a textura fibrosa 16 obtida, por exemplo, por tecelagem tridimensional. O mesmo é portado por um eixo geométrico horizontal

18 cuja uma extremidade é montada de maneira giratória na armação 12 da máquina de enrolamento e a outra extremidade é acoplada à árvore de saída de um motor elétrico 20, por exemplo, um motorreductor elétrico com corrente alternada.

[0026] O conjunto constituído pelo mandril de chamada 14, seu eixo geométrico 18 e seu motor elétrico 20 pode transladar em relação à armação ao longo do eixo geométrico de rotação do mandril de chamada. Esse grau de liberdade em translação do mandril de chamada permite realizar um alinhamento desse mandril no mandril de impregnação previamente ao enrolamento da textura fibrosa no mandril de impregnação.

[0027] O mandril de impregnação 100 da máquina de enrolamento se destina a receber em camadas sobrepostas a textura fibrosa armazenada no mandril de chamada. De maneira conhecida por si mesma, o mesmo apresenta uma parede anular 102 cujo perfil da superfície externa corresponde àquele da superfície interna do cárter a ser realizado e dois flanges laterais 104 cujos perfis correspondem àqueles de rebordos externos do cárter em suas extremidades a montante e a jusante, a fim de permitir sua montagem e sua ligação com outros elementos.

[0028] O mandril de impregnação é portado por um eixo geométrico horizontal 22 que é paralelo ao eixo geométrico de rotação 18 do mandril de chamada, e cuja uma extremidade é montada de maneira giratória na armação 12 da máquina de enrolamento e a outra extremidade é acoplada à árvore de saída de um motor elétrico 24, por exemplo, um motorreductor elétrico com corrente alternada.

[0029] Uma unidade de comando 26 é conectada aos motores elétricos 20, 24 de dois mandris e permite comandar e controlar a velocidade de rotação de cada mandril. De maneira mais geral, essa unidade de comando permite pilotar o conjunto de parâmetros de funcionamento da máquina de enrolamento, e notadamente o deslocamento em translação do mandril de chamada quando o mesmo é motorizado.

[0030] Com tal máquina, o enrolamento da textura fibrosa no mandril de impregnação se efetua da maneira a seguir: a extremidade livre da textura fibrosa do mandril de chamada é primeiramente fixada no mandril de impregnação por meio de

um dispositivo de manutenção por pinçamento descrito abaixo, e então os motores de acionamento em rotação de mandris são ativados e pilotados pela unidade de comando de maneira a aplicar uma tensão de enrolamento adequada à textura fibrosa.

[0031] O enrolamento da textura fibrosa no mandril de impregnação pode então começar e se efetua de acordo com o sentido de rotação denotado pela seta F na Figura 1. A título de exemplo, poderá ser necessário realizar 4 voltas de 1/8 para obter uma pré-forma de cárter que tem uma espessura conforme as especificações.

[0032] De acordo com a invenção, o mandril de impregnação 100 compreende um dispositivo removível de manutenção por pinçamento da extremidade livre 28 da primeira camada 16a de textura fibrosa que é enrolada no mandril de impregnação.

[0033] Mais precisamente, conforme representado na Figura 2, esse dispositivo compreende notadamente uma placa 106 que permite garantir uma manutenção por pinçamento dessa extremidade livre da primeira camada de textura fibrosa.

[0034] Essa placa 106 é removível e se destina a ser posicionada no início da operação de enrolamento em um entalhe 108 correspondente praticado através da parede anular 102 do mandril. A placa do dispositivo de manutenção por pinçamento compreende, para esse fim, dois rebordos de fixação 110 opostos que são fixados na parede anular do mandril pelo intermédio de parafuso de fixação 112, juntas de vedação 114 que podem ser igualmente inseridas entre os rebordos e a parede anular do mandril.

[0035] A placa 106 pode compreender igualmente uma pega 116 que facilita sua preensão. Será observado que essa pega e os parafusos de fixação 112 são acessíveis desde o interior do mandril de impregnação.

[0036] A superfície externa 118 da placa 106 do dispositivo de manutenção por pinçamento é perfilada de maneira a reconstituir o perfil da superfície externa da parede anular 102 do mandril de impregnação quando a mesma é montada nesse.

[0037] A placa 106 do dispositivo de manutenção por pinçamento apresenta, além disso, uma fenda 120 que se estende transversalmente entre os dois flanges laterais 104 do mandril, sendo essa fenda dimensionada para receber a extremidade

livre 28 da primeira camada 16a de textura fibrosa enrolada no mandril para manter a mesma por pinçamento.

[0038] Além disso, uma cunha de prensão 122 é alojada no interior da placa no nível da fenda 120, sendo essa cunha apta para ser apertada contra a extremidade livre 28 da primeira camada 16a de textura fibrosa por meio de parafusos de prensão 124 acessíveis desde o interior do mandril (Figura 3). Assim, uma vez que a extremidade da primeira camada de textura fibrosa seja inserida na fenda da placa por pinçamento, os parafusos de prensão 124 são aparafusados de modo a exercer um esforço de pinçamento dessa extremidade de camada de textura fibrosa entre a cunha de prensão 122 e a parede anular 102 da placa 106.

[0039] Será observado que apenas a parte 28a da extremidade 28 da primeira camada 16a de textura fibrosa que se destina a reconstituir a superfície interna do cárter a ser realizado é mantida por pinçamento no mandril de impregnação (as partes dessa extremidade da primeira camada de textura fibrosa que se destinam a reconstituir os rebordos externos do cárter a ser realizado não o são). De fato, nenhuma tensão de enrolamento é aplicada no nível de suas partes da textura fibrosa no momento de seu enrolamento no mandril de impregnação, de modo que não é necessário prever uma manutenção das mesmas. Além disso, essa solução apresenta a vantagem de simplificar o dispositivo de manutenção.

[0040] Adicionalmente, para que apenas a parte 28a da extremidade 28 da primeira camada de textura fibrosa que é destinada a reconstituir a superfície interna do cárter a ser realizado seja inserida na fenda 120 da placa 106 para ser mantida por pinçamento, é necessário realizar previamente um corte dessa extremidade livre 28 conforme esquematizado na Figura 1, notadamente no nível das partes 28b que irão reconstituir os rebordos externos do cárter.

[0041] Uma vez que o conjunto de camadas de textura fibrosa enroladas no mandril de impregnação seja feito, o dispositivo de manutenção por pinçamento é retirado antes da operação de impregnação pela resina. Para esse fim, os parafusos de prensão 124 da cunha de prensão, assim como os parafusos fixação 112 da placa 106 são desaparafusados de modo a poder liberar a placa de seu alojamento

108 no mandril de impregnação.

[0042] Uma vez que a placa 106 tenha sido retirada, a extremidade livre da primeira camada 16a de textura fibrosa que se projeta para o interior do mandril pode ser cortada, por exemplo, com a ajuda de uma lâmina de corte. Alternativamente, essa extremidade livre pode ser deixada no lugar, o que necessita adaptar, como consequência, a geometria do obturador estanque descrito abaixo de maneira a integrar a sobre-espessura ligada a essa camada.

[0043] Um obturador estanque 200 tal como aquele representado na Figura 4 é então posicionado no alojamento 108 do mandril de impregnação no lugar da placa 106 do dispositivo de manutenção por pinçamento. Tal obturador é em qualquer ponto idêntico à placa, exceto que o mesmo não apresenta fenda e nem cunha de prensão. Notadamente, o mesmo apresenta uma superfície externa 204 que reconstitui o perfil da superfície externa da parede anular do mandril e pode ser fixado sobre o mesmo pelo intermédio de rebordos de fixação 208 e de parafusos 210 (juntas de vedação 212 podem ser igualmente inseridas). O obturador compreende igualmente uma pega 214 acessível desde o interior do mandril. Uma vez que o obturador 200 esteja no lugar e fixado no mandril de impregnação, a operação de impregnação pela resina pode então começar.

REIVINDICAÇÕES

1. Mandril de impregnação (100) para a realização de cárteres de turbina a gás em material compósito, em que o mandril compreende uma parede anular (102) cujo perfil da superfície externa corresponde àquele da superfície interna do cárter a ser realizado, e dois flanges laterais (104) cujos perfis correspondem àqueles de rebordos externos do cárter a ser realizado, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente um dispositivo removível (106) de manutenção por pinçamento para manter por pinçamento uma camada de textura fibrosa enrolada no mandril entre duas superfícies do dispositivo removível de manutenção por pinçamento, em que o dispositivo compreende uma placa removível (106) que se destina a ser posicionada em um entalhe (108) correspondente feito através da parede do mandril, e em que a placa (106) do dispositivo de manutenção por pinçamento compreende uma superfície externa cujo perfil é apto a reconstituir o perfil da superfície externa do mandril e uma fenda (120) que se estende em posição entre os flanges laterais do mandril e que se destina a receber uma extremidade livre (28) da camada de textura fibrosa enrolada no mandril.

2. Mandril, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de manutenção por pinçamento compreende adicionalmente uma cunha de prensão (122) apta para vir a exercer um esforço de pinçamento na extremidade livre da camada de textura fibrosa enrolada no mandril por intermédio de parafusos de prensão (124).

3. Mandril, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os parafusos de prensão (124) são acessíveis pelo interior do mandril.

4. Mandril, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a placa (106) do dispositivo de manutenção por pinçamento compreende rebordos de fixação (110) que se destinam em posição a serem fixados na parede anular do mandril por intermédio de parafusos de fixação (122).

5. Mandril, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a placa (106) do dispositivo de manutenção por

pinçamento compreende uma pega (116) acessível do interior do mandril quando a placa de manutenção por pinçamento está em posição.

6. Máquina de enrolamento (10) de uma textura fibrosa em um mandril de impregnação caracterizada pelo fato de que compreende:

um mandril de chamada (14) no qual se destina a ser armazenada uma textura fibrosa (16) obtida por tecelagem tridimensional, em que o mandril de chamada tem um eixo geométrico de rotação (18) sensivelmente horizontal;

um mandril de impregnação (100), conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5, no qual se destina a ser enrolada em camadas sobrepostas a textura fibrosa armazenada no mandril de chamada, em que o mandril de impregnação tem um eixo geométrico de rotação (22) sensivelmente horizontal e paralelo ao eixo geométrico de rotação do mandril de chamada;

motores elétricos (20, 24) para acionar em rotação os mandris em torno de seu eixo geométrico de rotação respectivo; e

uma unidade de comando (26) dos motores elétricos de acionamento em rotação dos mandris.

7. Método de impregnação de uma textura fibrosa para a realização de cárteres de turbina a gás em material compósito caracterizado pelo fato de que compreende:

- o enrolamento de uma primeira camada (16a) de textura fibrosa em um mandril de impregnação conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5;

- a manutenção no mandril de impregnação de uma extremidade livre (28) da primeira camada de textura fibrosa por intermédio do dispositivo de manutenção por pinçamento;

- o enrolamento de outras camadas de textura fibrosa no mandril de impregnação;

- a retirada do dispositivo de manutenção por pinçamento e sua substituição por um obturador estanque (200); e

- a impregnação da textura fibrosa enrolada no mandril por injeção de uma

resina.

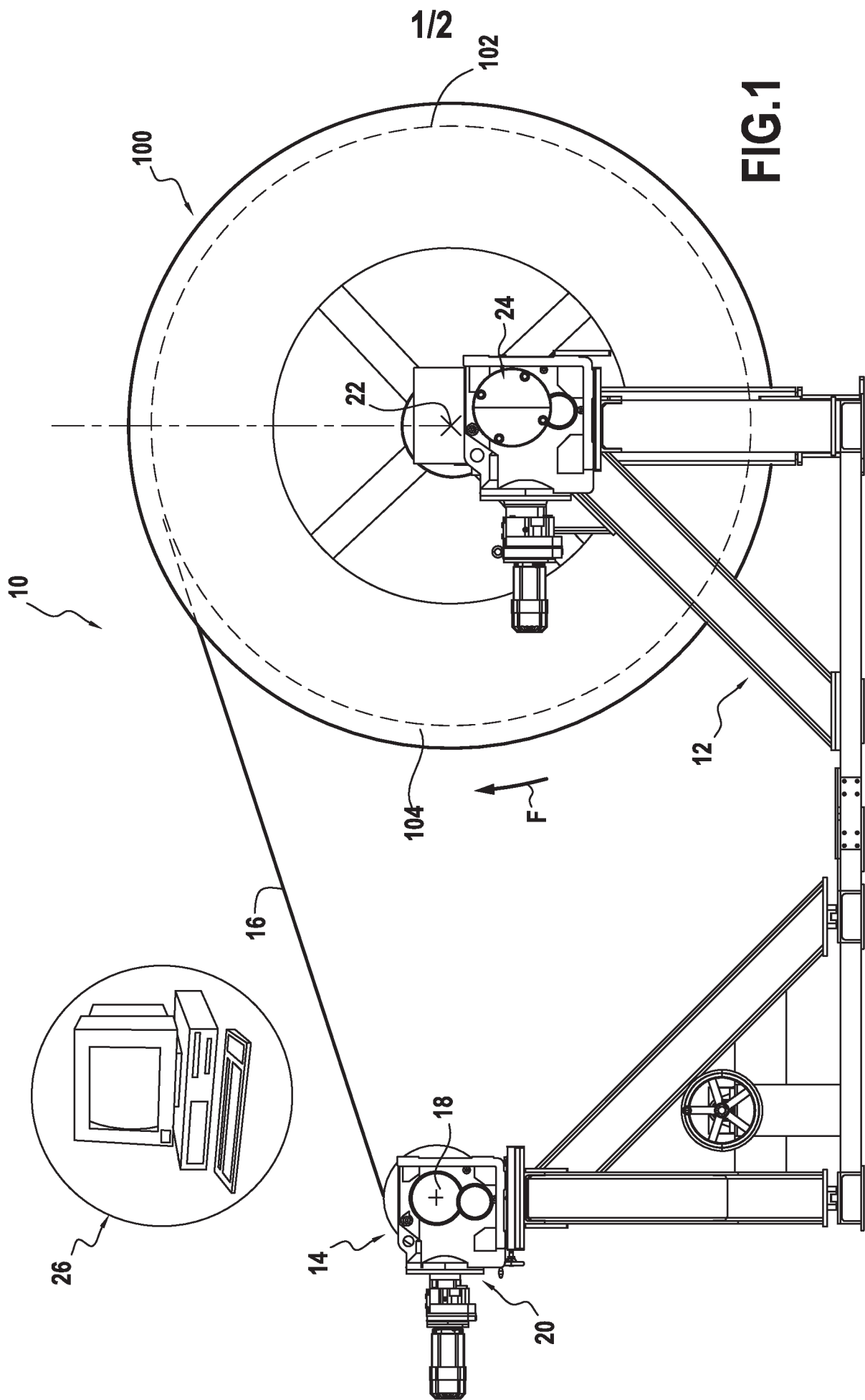


FIG. 1

