



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

(21) PI 1107041-2 A2

(22) Data do Depósito: 30/11/2011

(43) Data da Publicação: 22/09/2015

(RPI 2333)



**(54) Título:** DISPOSITIVO DE REGULAGEM DAS DEFORMAÇÕES DA CAMA DE UM MOLDE DE GEOMETRIA AERODINÂMICA E MÉTODO DE MOLDAGEM COM DITO DISPOSITIVO

**(51) Int. Cl.:** B29C 33/26; B29C 33/42; B29C 33/34; B29C 51/00; B29L 31/08

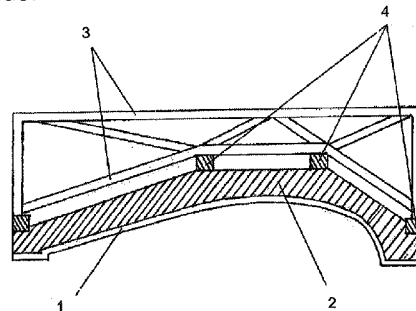
**(30) Prioridade Unionista:** 30/11/2010 ES P201001526

**(73) Titular(es):** GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY, S.L.

**(72) Inventor(es):** ENEKO SANZ PASCUAL, RAQUEL PAGOLA DIVASSON, JAVIER IRIARTE ELETA, JUAN JOSÉ FUERTES THOMAS, ION AROCENA DE LA RUA

**(74) Procurador(es):** MARIA PIA CARVALHO GUERRA

**(57) Resumo:** DISPOSITIVO DE REGULAGEM DAS DEFORMAÇÕES DA CAMA DE UM MOLDE DE GEOMETRIA AERODINÂMICA E MÉTODO DE MOLDAGEM COM DITO DISPOSITIVO. A invenção descreve um dispositivo de regulagem que se adapta ao perfil aerodinâmico de uma cama de um molde de material composto para compensar desvios geométricos originados na cama de molde. O dispositivo compreende umas costelas (20) de suporte que apóiam sobre a superfície da cama (10) de molde e que consta de uns atuadores (21) que modificam a curvatura da cama (10) de molde.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para: “**DISPOSITIVO DE REGULAGEM DAS DEFORMAÇÕES DA CAMA DE UM MOLDE DE GEOMETRIA AERODINÂMICA E MÉTODO DE MOLDAGEM COM DITO DISPOSITIVO**”.

#### OBJETIVO DA PATENTE

5           A presente invenção está relacionada com a fabricação de peças de material composto mediante moldes também de materiais compostos e mais concretamente com um dispositivo de regulação que permite corrigir as deformações que se produzem após um ciclo de cura na cama de um molde de material composto, minimizando os erros de perfil do produto obtido do molde. A presente invenção também está relacionada com o método de  
10 moldagem de peças com o dispositivo de regulação da presente invenção.

#### ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

          Durante a fabricação de um molde de material composto, o material se submete a uma pré-cura e a uma pós-cura final, constituindo ambos um ciclo térmico a alta temperatura que permite a polimerização da resina, alcançando as propriedades mecânicas requeridas  
15 no molde.

          Posteriormente, na fabricação de peças de material composto com o dito molde é característico sofrer os fenômenos derivados da dilatação e contração do material, os quais são conhecidos como: *Spring-back* (recuperação elástica do material) e *Chemical Shrinkage* (aumento da densidade do material durante a cura).

20           Estes efeitos provocados pelos ciclos térmicos originam deformações geométricas permanentes na dita cama dos moldes que posteriormente se transportam aos produtos fabricados sobre o molde.

          Tudo isso é mais pronunciado conforme aumenta a superfície e complexidade geométrica dos moldes (dupla curvatura e ângulos pronunciados).

25           A falta de reprodutibilidade no comportamento das peças de grandes dimensões torna inviável corrigir estas deformações mediante um fator geométrico aplicável a geometria do molde do qual se obtêm o molde, pelo qual se tenta reduzir este efeito por outras vias, cujo objetivo é evitar que o molde do molde altere a geometria da peça fabricada sobre o molde.

30           Algumas destas soluções se baseiam em laminar a cama do molde mediante uma laminação composta por telas de fibra de vidro entrelaçadas e pré-impregnadas com baixo conteúdo em resina e seguindo uma sequência de laminação equilibrada (em % de fibra) e simétrica em orientação da fibra. Igualmente, para reduzir estas deformações os moldes se fabricam sobre modelos de igual ou similar coeficiente de dilatação (CTE). Entretanto, estas  
35 soluções não são totalmente capazes de evitar os ditos desvios.

          Neste sentido se conhece a patente ES2208028, do mesmo solicitante da presente invenção, que descreve a fabricação de um molde de conchas de pá de aerogerador,

formado por duas partes; uma superior e outra inferior, unidas entre si mediante um mecanismo de giro que permite alcançar todas as posições necessárias para a fabricação de uma pá. Cada parte do molde, semi-molde, está composta por uma cama ou leito de material composto que descansa sobre uma estrutura apoiada por umas costelas distribuídas ao longo da cama.

5 A cama é a parte que fornece ao produto final sua geometria aerodinâmica e serve de base para sua fabricação. Na Patente citada, a dita cama está formada por uma estrutura sanduiche com peles de material composto (pré-impregnados) e um núcleo de ninho de abelha de alumínio que funciona como uma câmara térmica, mediante a introdução de ar

10 quente através de dutos colocados ao longo da cama.

Os dutos se acoplam a superfície da cama mediante umas costelas que, mediante uns patins unidos a um sistema de giro e umas articulações nos pés da estrutura de molde, tratam de absorver os desvios do molde.

Entretanto, uma vez que se tenha produzido as deformações na cama antes

15 mencionadas, estas não podem ser corrigidas com as costelas da presente patente e as deformações podem chegar a superar as tolerâncias superficiais requeridas na cama do molde, assim como no produto final obtido.

São conhecidas outras soluções do estado da técnica que tratam de resolver as deformações da cama do molde, concretamente a WO210103493. Descreve uma solução

20 de molde que incorpora um tubo laminado longitudinalmente junto com uns atuadores colocados em diversas seções em sentido perpendicular a superfície do molde. As ditas seções por sua vez estão reforçadas por uma costela que une a superfície do molde. As ditas seções por sua vez estão reforçadas por uma costela que une os diferentes atuadores em uma mesma seção. Entretanto, esta solução obtém uma elevada rigidez longitudinal e

25 uma pouca rigidez transversal, pela qual o ajuste ou correção da seção do molde se realiza na direção longitudinal. Por outro lado, não dispõe de um sistema de dilatação, pelo qual, não somente não soluciona os problemas anteriormente citados, senão que unicamente é aplicável em moldes de baixa temperatura para as pás de infusão.

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

30 A presente invenção está relacionada com um dispositivo de regulação que se adapta ao perfil aerodinâmico de uma cama de um molde de material composto compensando os desvios geométricos originados na cama do molde.

É um objetivo da presente invenção integrar em um mesmo elemento o dispositivo de regulação e as costelas de suporte do molde de material composto.

35 É outro objetivo da presente invenção que cada dispositivo de regulação atue sobre a rigidez transversal da costela, de maneira que as cargas sejam transmitidas pelas costelas curvando a seção da cama de molde segundo uma estratégia definida.

É outro objetivo da presente invenção que cada dispositivo regulador esteja composto por vários pontos de atuação acionados manualmente, sendo o número de pontos de atuação maior quanto maior seja a largura do molde, e permitindo abranger a totalidade da superfície da seção transversal da cama de molde.

5           É outro objetivo da presente invenção que as costelas determinem umas aberturas nas quais se integrem os pontos de atuação que aplicam forças em uma direção tangente a superfície da cama e que modifiquem a curvatura da própria costela e em consequência a curvatura da seção da cama do molde.

10           É outro objetivo da presente invenção que as costelas da invenção atuem por meio de articulações sobre a cama do molde.

É outro objetivo da presente invenção um método que, para a disposição das costelas de suporte, leve em conta não somente a estabilidade da própria cama senão o alcance de atuação do sistema de regulação das costelas de modo a reduzir o número de atuadores por seção de molde.

15           É outro objetivo da presente invenção um método de molde de uma peça em que as costelas atuem como elemento estrutural rígido e permanente, uma vez corrigidas as deformações da cama do molde e havendo fixado o sistema de regulação.

Estes e outros aspectos da invenção se descreverão de uma forma mais detalhada com ajuda das figuras que se descrevem em seguida.

#### 20           BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A figura 1 mostra uma seção esquemática de um molde de conchas equipada de uma costela convencional.

A figura 2 mostra de forma esquemática uma costela equipada de um sistema de regulação segundo a presente invenção.

25           A figura 3 é uma vista esquemática do sistema de regulação segundo a presente invenção.

A figura 4A e 4B mostram uma vista em perspectiva do atuador do sistema de regulação da presente invenção.

30           A figura 5 mostra uma vista em perspectiva do processo de colocação das costelas, segundo a presente invenção.

#### DESCRIÇÃO DE UMA MODALIDADE PREFERENCIAL

Na fabricação das pás de aerogeradores se empregam moldes de conchas formados por dois semi-moldes, superior e inferior, unidos mediante um mecanismo de giro que permite alcançar qualquer posição necessária para a fabricação da pá. Cada semi-  
35           molde compreende uma cama (1) ou leito de material composto que descansa sobre uma estrutura apoiada (3) e umas costelas (2) que se distribuem ao longo de toda a cama (1). As costelas (2) conferem rigidez transversal à cama (1) proporcionando sua estabilidade

geométrica e permitem introduzir no interior do molde os dutos (não representados) pelos quais circulam o ar que é introduzido a cama (1), percorrendo o perfil aerodinâmico da pá.

Na figura 1 é mostrada uma costela (2) de suporte convencional que segue a geometria da cama (1) de material composto de um semi-molde e se une a ele através de uma união adesiva e uma laminação úmida. Sobre a dita costela (2) convencional se apóia uma treliça (3) metálica que se une através de uns deslizadores (4).

Entretanto, as costelas (2) de suporte convencionais não fornecem a rigidez suficiente para evitar as deformações geométricas que, devido aos fenômenos derivados da dilatação e contração dos materiais, aparecem na cama (1) do molde e que se transferem a pá fabricada sobre a cama (1).

A presente invenção compreende um sistema de regulação que determina a distribuição ao longo da cama do semi-molde de uma série de costelas (20) de material metálico, completamente apoiadas sobre a superfície da cama do semi-molde onde se encontram laminadas e aderidas, e que integram uns atuadores (21), que permitem corrigir ou minimizar os desvios geométricos originados na cama (10) do semi-molde (ver figura 5).

Cada costela (20) está composta por vários atuadores (21) que se acionam manualmente e que se integram em umas divisões da costela (20) permitindo modificar o perfil da cama (10) do semi-molde através de uma mudança da curvatura (ver figura 3).

Para isso, se prevê a incorporação de tantos elementos (21) de atuação quantos sejam necessários, em função do perfil aerodinâmico do molde, ou seja, quanto maior seja a largura do molde, maior o número de atuadores (21) que se deveram colocar.

Tal e como mostrado na figura 2, cada atuador (21) gera uma força (F) entre as distintas partes da costela (20) nas quais se encontra integrado. A dita força (F) aplicada se combina em um momento (M) nas zonas de união da costela (20) a cama (10). O atuador (21) gera uma curvatura (c) na cama (10) proporcional ao momento (M) aplicado.

Para que a variação da curvatura (c) seja gradual e não se reflita na cama (10) do perfil, o recorte (22) realizado na costela (20) segue uma curvatura que permite o controle da curvatura da costela (20) e que os enfraquecimentos controlados na seção das costelas (20) atuem como articulações.

O atuador (21), tal e como se mostra nas figuras 4A e 4B, é do tipo tensor e está formado por uma conexão (23) em U que transmite as cargas entre as zonas de corte (22) das costelas (20).

Na presente modalidade, o atuador (21) apresenta dois parafusos (24) de atuação com rosca, à direita e esquerda, para maior controle da curvatura (c) das costelas (20), inseridos em uns orifícios posicionados nas zonas de corte (22) da costela (20) e fixados através de uns elementos de bloqueio exteriores (27), assim como arruelas para permitir a inclinação das paredes da costela (20). Cada um dos parafusos (24) dispõe de umas porcas

de bloqueio (25) e uma zona de atuação (26) para separar os elementos de bloqueio exterior (27) até uma distância desejada em função da relação de passo do parafuso de atuação (24).

5 A invenção compreende por sua vez, um método de modelagem que integra a incorporação do sistema de regulação e que compreende os passos de;

- colocar as costelas (20) equipadas com atuadores (21) ao longo de toda a cama do semi-molde em posição perpendicular a seção da cama (10) do semi-moldes com os atuadores tensionados, dotando rigidez ao conjunto;

10 - pegar ou laminar as costelas sobre a cama do molde e continuar com o processo de re-fabricação do molde;

- uma vez realizado a pós-cura do molde, medir a superfície do mesmo e obter os desvios da cama (10);

- acionar os atuadores (21) de cada costela (20) realizando movimentos de abertura ou fechamento para corrigir as deformações ou desvios detectados na cama (10);

15 - proceder a moldagem da pá.

A medição dos desvios da cama (10) se realiza por meios convencionais, como por exemplo, um *Lase tracker*, fazendo uma varredura das seções do molde ao longo de toda a superfície e mediante o método *Best fit*, obtendo os desvios existentes.

20 Mesmo que a presente invenção tenha sido descrita inteiramente em conexão com modalidades preferenciais, é evidente que se pode, introduzir aquelas modificações dentro do seu alcance, não considerando este como limitado pelas anteriores realizações, senão pelo conteúdo das reivindicações seguintes.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica composto por dois semi-moldes e que incorpora umas costelas de suporte distribuídas ao longo da cama de cada semi-molde, **caracterizado** pelo fato de que  
5 compreende ao menos uma costela (20) fixada sobre a superfície da cama (10) de um molde que integra ao menos um atuador (21) permitindo modificar o perfil da cama (10) do molde absorvendo os desvios existentes no mesmo derivados do processo de cura.

2. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada costela (20)  
10 se coloca em posição perpendicular a seção da cama (10) do semi-molde e se une mediante adesivo ou laminado úmido a superfície da cama de semi-molde.

3. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada costela (20) compreende ao menos um atuador (21) de acionamento manual integrado em ao menos  
15 uma zona de corte (22) de sua estrutura.

4. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que cada atuador (21), ao ser acionado, gera uma força (F) entre as distintas partes da costela (20) as que se encontra integradas que deveria em um momento (M) na superfície de união da costela (20)  
20 da cama e gera uma curvatura (c) na cama (10) proporcional ao momento (M) aplicado.

5. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o atuador (21) está formado por uma conexão (23) em U que transmite as cargas entre as zonas de corte (22) da costela (20).

6. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que cada atuador (21) apresenta dois parafusos (24) de atuação com rosca a direita e esquerda para maior controle da curvatura (c) da costela (20) e arruelas que permitem a inclinação das paredes da costela (20).  
25

7. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que cada parafuso (24) de atuação está inserido em uns orifícios praticados nas zonas de corte (22) da costela (20) e fixado mediante uns elementos de bloqueio exteriores (27).  
30

8. Dispositivo de regulagem das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 6, **caracterizado** pelo fato de que cada um dos parafusos (24) dispõe de umas nozes de bloqueio (25) e uma zona de atuação (26) para separar os elementos de um elemento de bloqueio exterior (27) a uma distância desejada  
35

dependendo da relação do passo do parafuso de atuação (24).

9. Dispositivo de regulação das deformações da cama de um molde de geometria aerodinâmica, segundo a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as costelas (20) são de material metálico.

5 10. Método de molde com um dispositivo de regulação como o descrito na primeira reivindicação, **caracterizado** pelo fato de que compreende os passos de:

- colocar as costelas (20) fornecidas de atuadores (21) ao longo de toda a cama do semi-molde em posição perpendicular a seção da cama (10) do semi-molde com os atuadores tensionados, dando rigidez ao conjunto;

10 - colar ou laminar as costelas (20) sobre a cama (10) do molde e continuar com o processo de fabricação do molde;

- uma vez realizado o pós-cura do molde, medir a superfície do mesmo e obter os desvios da cama (10);

15 - acionar os atuadores (21) de cada costela (20) realizando movimentos de abertura ou fechamento para corrigir as deformações ou desvios detectados na cama (10);

- proceder ao molde da pá.

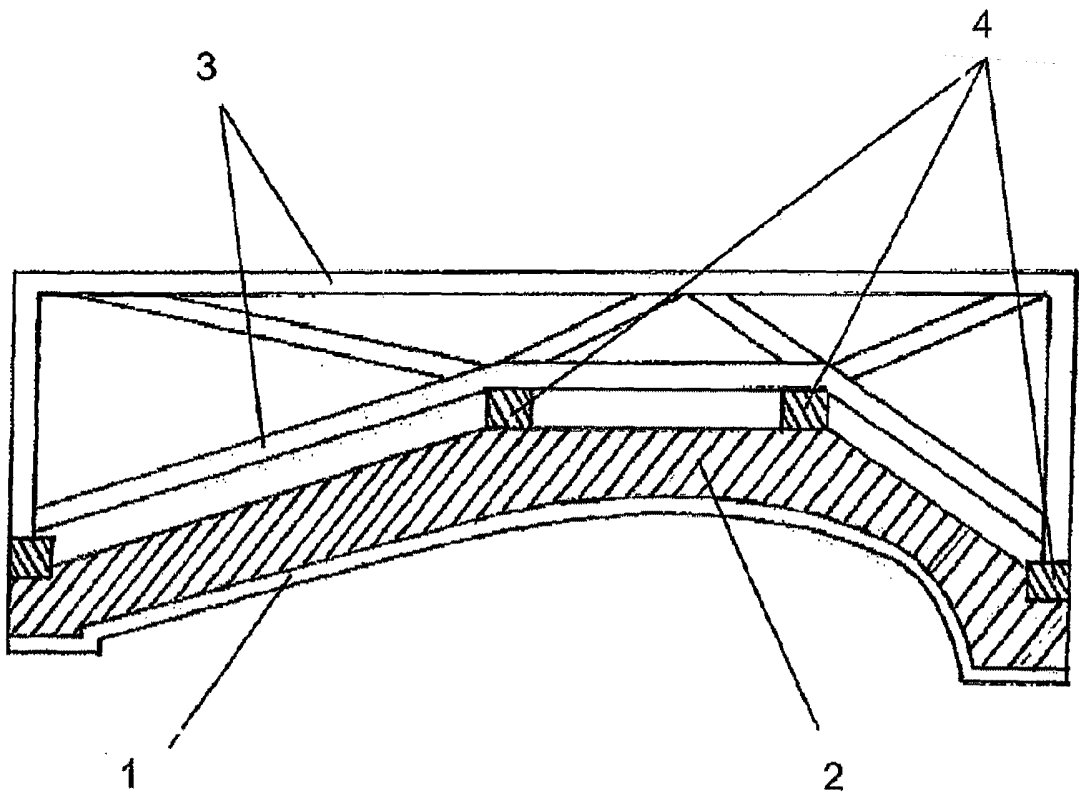


Fig. 1

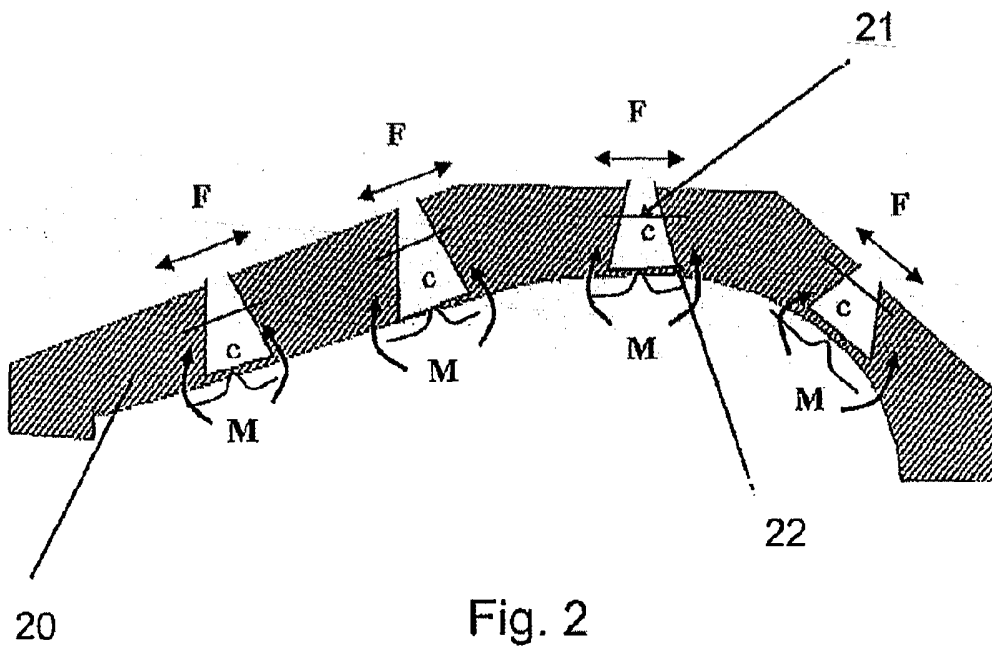
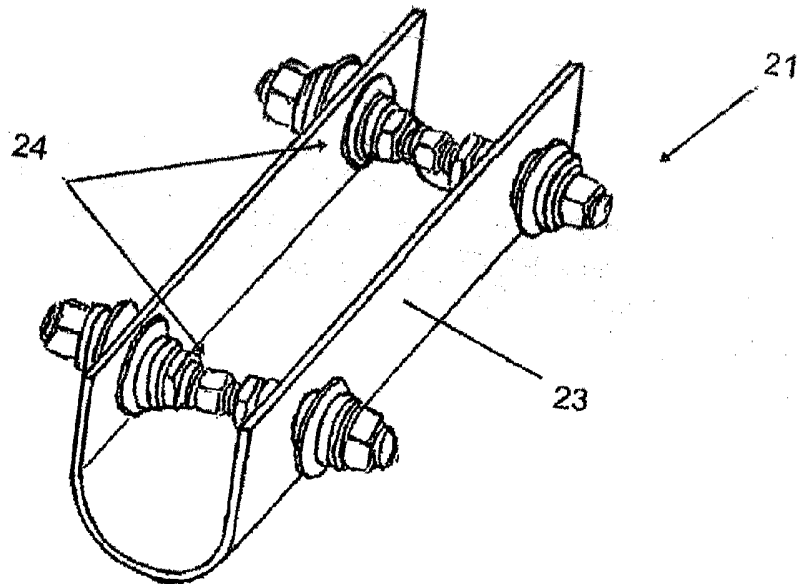
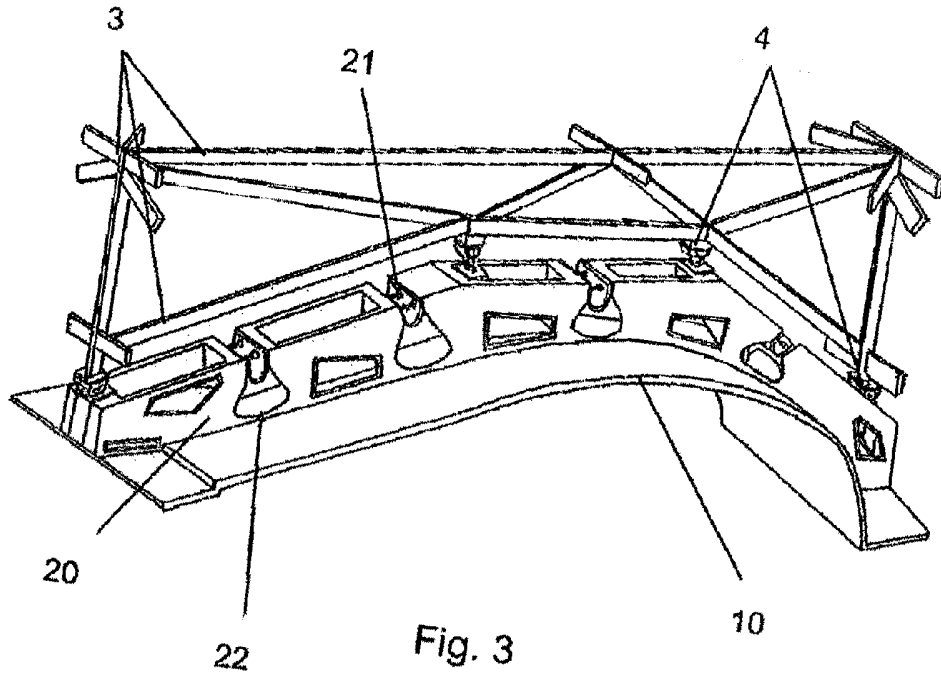


Fig. 2



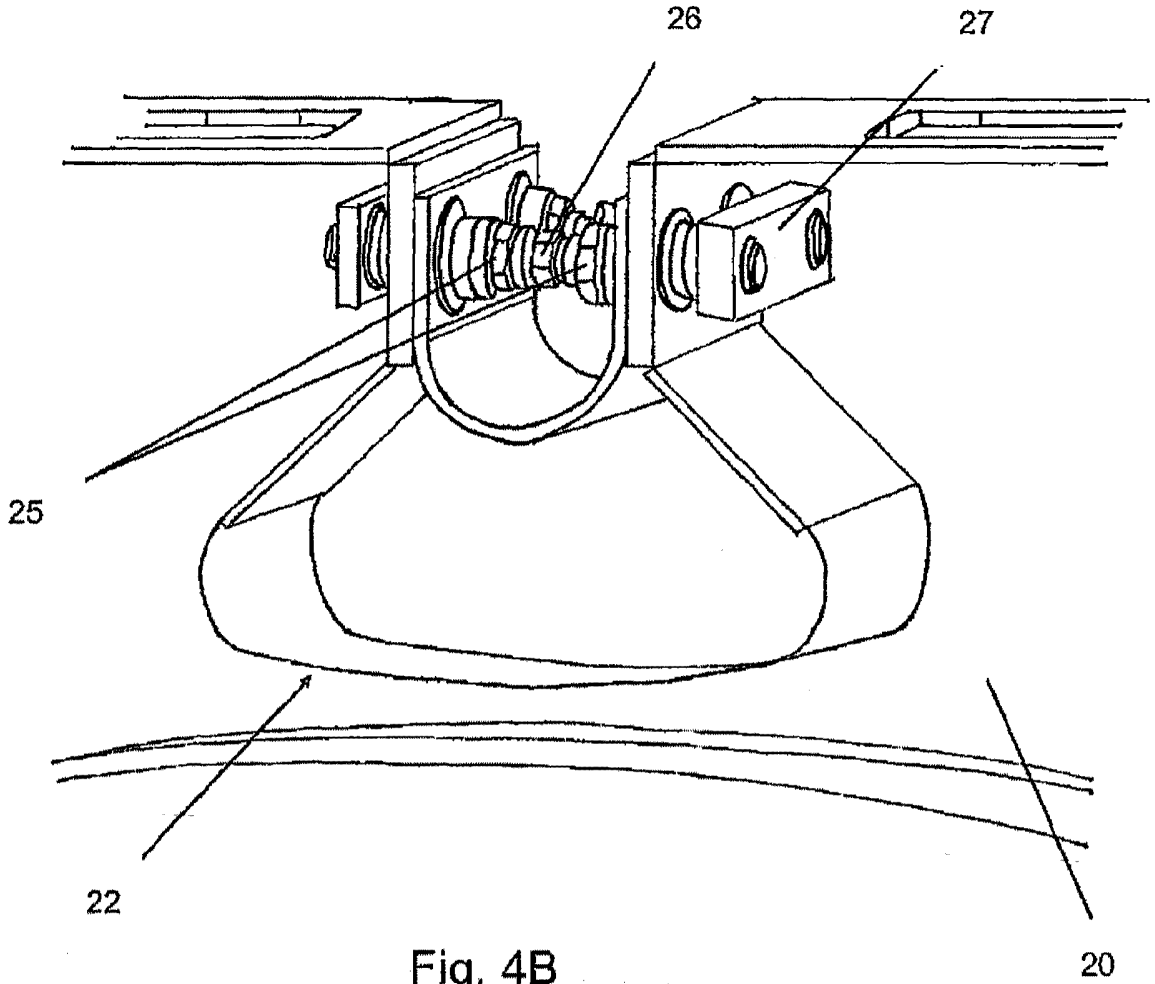


Fig. 4B

20

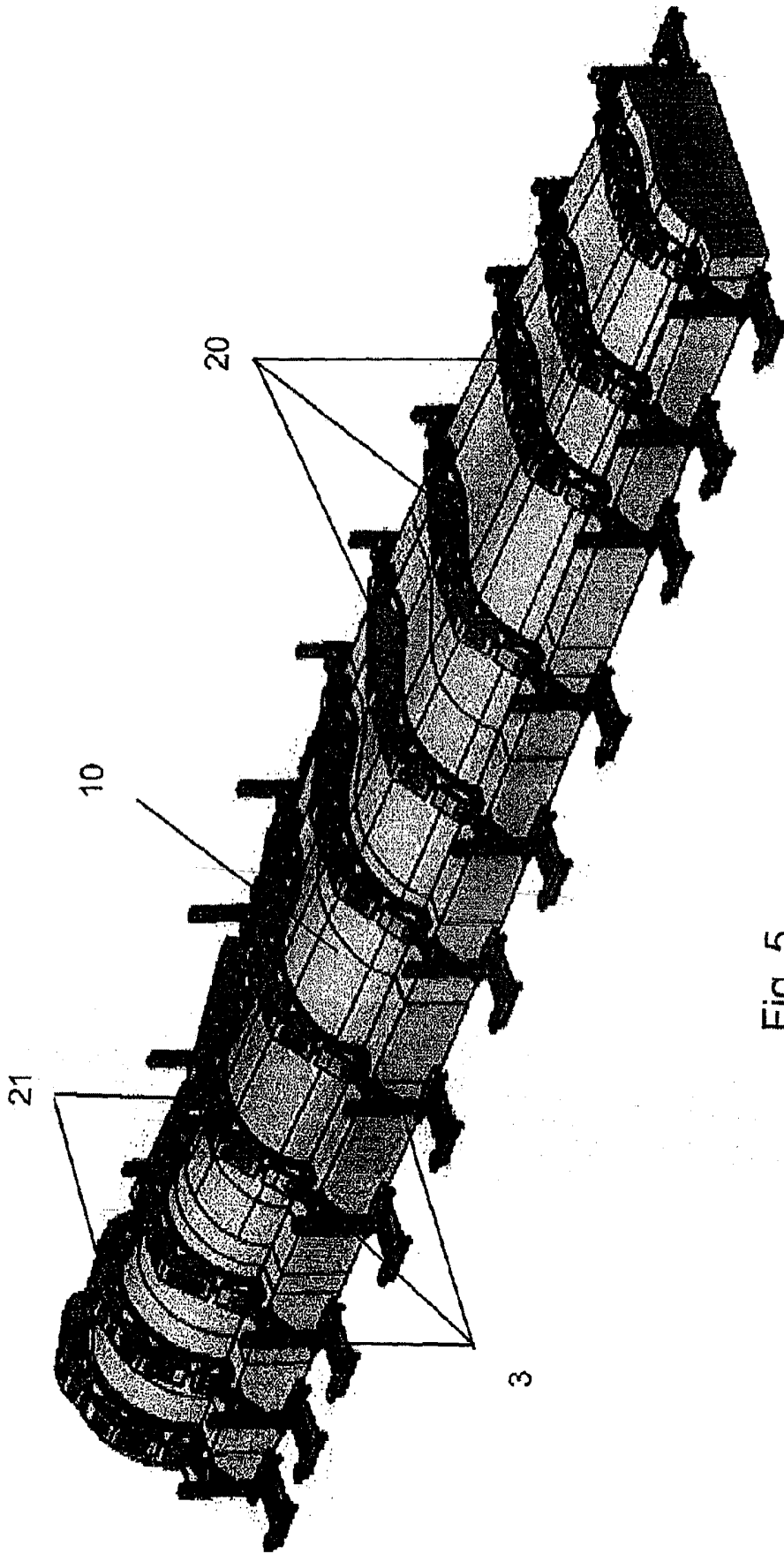


Fig. 5

Resumo da Patente de Invenção para: **“DISPOSITIVO DE REGULAGEM DAS DEFORMAÇÕES DA CAMA DE UM MOLDE DE GEOMETRIA AERODINÂMICA E MÉTODO DE MOLDAGEM COM DITO DISPOSITIVO”**

5 A invenção descreve um dispositivo de regulagem que se adapta ao perfil aerodinâmico de uma cama de um molde de material composto para compensar desvios geométricos originados na cama de molde. O dispositivo compreende umas costelas (20) de suporte que apóiam sobre a superfície da cama (10) de molde e que consta de uns atuadores (21) que modificam a curvatura da cama (10) de molde.