



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: 2 582 282

61 Int. Cl.:

B29C 35/04 (2006.01) **B29C 33/04** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- (96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: 01.08.2012 E 12746011 (1)
 (97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: 27.04.2016 EP 2741896
- (54) Título: Aparato y método para moldeo de artículos
- (30) Prioridad:

08.08.2011 DK 201170436 08.08.2011 US 201161521372 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente: 12.09.2016

(73) Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%) Hedeager 42 8200 Aarhus N, DK

(72) Inventor/es:

PETERSEN, LEIF KAPPEL

74) Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para moldeo de artículos

15

La presente invención se refiere a métodos y aparatos para moldear artículos y, más particularmente, a disposiciones para moldear carcasas exteriores para palas de turbina eólica.

5 La técnica anterior relacionada se da a conocer en los documentos US2002/162940 y WO98/25746.

Una carcasa exterior de una turbina eólica normalmente se fabrica moldeando con una forma deseada una tela de fibra de vidrio, u otra fibra adecuada, impregnada con resina epoxídica. La tela se coloca en un molde que a continuación se calienta para curar la resina epoxídica. Cuando la resina epoxídica está curada, el molde se enfría a continuación, y las carcasas terminadas se ensamblan y después se retiran del molde.

Se conocen varios métodos diferentes de control de la temperatura de un molde de este tipo. Por ejemplo, el molde puede formarse con un canal a través del cual se hace que fluya agua u otro líquido. En este caso, el agua normalmente se calienta fuera el molde, por ejemplo, usando un calentador eléctrico de inmersión.

Sin embargo, una disposición de este tipo genera varias desventajas. La temperatura requerida para curar la resina epoxídica en un tiempo comercialmente aceptable puede superar los 100 °C, en cuyo caso el agua debe suministrarse al molde a alta presión, lo que puede causar riesgos para la salud y la seguridad. Además, el agua caliente es corrosiva, y por tanto puede dañar el molde.

Para controlar la temperatura de todo el volumen del molde, puede formarse un canal en serpentín en el molde, para optimizar el área de contacto entre el agua y el molde.

Sin embargo, la formación de un canal en serpentín en un molde es una operación compleja, que lleva tiempo, y cara. Además, con moldes grandes, la longitud resultante del canal en serpentín genera un gradiente de temperatura indeseablemente grande a lo largo de la longitud del canal, lo que da como resultado un curado no uniforme de la resina epoxídica.

Por tanto sería deseable proporcionar una disposición que supere, o al menos mitigue, una o más de las desventajas anteriores.

Por tanto, según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un aparato para moldear un artículo, comprendiendo el aparato: un molde con una estructura que permite el flujo de gas a través del mismo; estando dispuesto el aparato para suministrar gas al molde en una pluralidad de orificios de suministro y para hacer que el gas fluya a través del molde para controlar la temperatura del artículo en el molde, y para expulsarlo del molde en una pluralidad de orificios de expulsión; comprendiendo el aparato además: una pluralidad de intercambiadores de calor ubicados de manera externa al molde, estando dispuesto cada intercambiador de calor para transferir calor entre el gas que fluye desde al menos uno de los orificios de expulsión hasta al menos uno de los orificios de suministro y un suministro de líquido.

En las realizaciones preferidas, cada intercambiador de calor está conectado entre diferentes orificios de suministro y expulsión respectivos.

- Usando gas para controlar la temperatura del molde, puede lograrse cualquier temperatura deseada sin riesgos para la salud y la seguridad asociados con el calentamiento con agua a presión. Además, suministrando el gas al molde en forma de varios chorros independientes, al controlarse la temperatura de cada chorro de gas mediante un intercambiador de calor, el gradiente de temperaturas a través del molde puede de ese modo minimizarse de forma que se proporciona un calentamiento y enfriamiento uniforme del molde.
- Además, una disposición de este tipo permite controlar la temperatura de manera local en regiones diferentes dentro del molde, para compensar las diferencias de pérdida de calor en las diferentes regiones, o como alternativa, para crear un perfil de temperatura deseada dentro del molde.

El uso de intercambiadores de calor es ventajoso porque permite transferir niveles de potencia altos al molde, lo que permite un calentamiento y/o enfriamiento rápido del artículo en el molde.

- El uso de líquido en los intercambiadores de calor proporciona un medio efectivo de ahorrar energía, dado que el calor transferido del molde al líquido durante la fase de enfriamiento de un artículo puede transferirse del líquido de vuelta al molde durante la fase de curado de otro artículo. En este caso, la energía calorífica suministrada al líquido es inferior a lo que se requeriría si se usara una fuente de líquido nueva. Sin embargo, se usa un suministro de líquido preferiblemente al inicio de cada proceso de enfriamiento.
- 50 En una realización preferida, el aparato además comprende: al menos una cámara de suministro para suministrar gas a una primera región de la superficie del molde y que define la pluralidad de orificios de suministro; y al menos una cámara de expulsión para expulsar gas desde la segunda región diferente de superficie del molde y que define la pluralidad de orificios de expulsión.

En este caso, el aparato preferiblemente comprende además: una pluralidad de conductos de suministro externos respecto al molde, conectados cada uno entre un orificio de suministro respectivo y el intercambiador de calor asociado; y una pluralidad de conductos de expulsión externos respecto al molde, conectados cada uno entre un orificio de expulsión respectivo y el intercambiador de calor asociado.

5 Proporcionar tales cámaras de suministro y expulsión proporciona un modo cómodo de distribuir el gas desde los orificios de suministro hasta el molde.

Cada una de las regiones primera y segunda de la superficie del molde es preferiblemente una región continua, dado que esto proporciona una distribución uniforme del gas dentro del molde.

En las realizaciones preferidas de la presente invención, el molde es alargado, y la al menos una cámara de suministro y la al menos una cámara de expulsión se extienden sustancialmente a lo largo de toda la longitud del molde, comprendiendo el aparato además: al menos una cámara de suministro alargada adicional para suministrar gas a una tercera región diferente de la superficie del molde que se extiende a lo largo de solo parte de la longitud del molde, definiendo la o cada cámara de suministro adicional una pluralidad de orificios de suministro adicionales; y al menos una cámara de expulsión alargada adicional para expulsar gas desde una cuarta región diferente de la superficie del molde que se extiende a lo largo de solo parte de la longitud del molde, definiendo la o cada cámara de expulsión adicional una pluralidad de orificios de expulsión adicionales.

En este caso, el aparato preferiblemente comprende además: una pluralidad de conductos de suministro externos respecto al molde adicionales, conectados cada uno entre un orificio de suministro adicional respectivo y un intercambiador de calor; y una pluralidad de conductos de expulsión externos respecto al molde adicionales, conectados cada uno entre un orificio de expulsión adicional y un intercambiador de calor respectivo.

20

25

30

35

40

50

55

Una disposición de este tipo permite calentar y enfriar uniformemente moldes con perfiles no uniformes, dado que las regiones del molde con un ancho relativamente grande pueden dotarse de un número mayor de orificios de suministro y expulsión que las regiones con un ancho relativamente pequeño, para minimizar el gradiente de temperaturas entre los orificios de suministro y los orificios de expulsión y también para igualar las longitudes de trayecto del aire dentro del molde.

En este caso, los intercambiadores de calor están preferiblemente distribuidos longitudinalmente a lo largo del aparato, dado que esto permite minimizar la longitud de los conductos de suministro y de expulsión.

Las disposiciones anteriores son particularmente beneficiosas cuando el molde tiene una configuración generalmente en sección descendente, con un extremo relativamente grande cuya sección desciende hasta un extremo relativamente pequeño, en cuyo case la al menos una cámara de suministro adicional y la al menos una cámara de expulsión adicional se extienden a lo largo de la parte de la longitud del molde desde el extremo relativamente grande.

En la realización preferida, el molde tiene una estructura en sándwich que comprende una capa exterior en la que están formadas perforaciones que se extienden a lo largo de dichas regiones de la superficie del molde, un núcleo de aluminio alveolar interno y una capa interior sustancialmente impermeable, que está preferiblemente hecha de un material con buena conductividad térmica, para permitir una transferencia de calor efectiva entre el molde y el artículo. Las perforaciones en la capa exterior permiten transportar el gas hasta y desde el núcleo alveolar, y el núcleo alveolar es transmisivo respecto al gas, permitiendo de este modo que el gas pase fácilmente dentro del molde entre los orificios de suministro y los orificios de expulsión. La capa interior sustancialmente impermeable sirve para transferir calor entre el molde y el artículo, pero impide que el gas impacte en el artículo en el molde.

El núcleo alveolar interno del molde es preferiblemente continuo para permitir que el gas pase libremente a través de todo el molde. Por tanto, en el caso de que uno de los intercambiadores de calor esté inoperativo durante el proceso de curado, entonces pueden usarse los intercambiadores de calor restantes.

En una disposición alternativa, pueden proporcionarse paredes o deflectores para separar regiones dentro del núcleo alveolar, estando asociada cada sección con un intercambiador de calor respectivo. Las paredes o deflectores pueden hacerse herméticos, o solo parcialmente herméticos para permitir cierta comunicación con fines de control.

El aparato preferiblemente comprende además una estructura para soportar el molde, la(s) cámara(s) de suministro, la(s) cámara(s) de expulsión, los conductos y los intercambiadores de calor. De este modo, el aparato puede transportarse fácilmente, y puede minimizarse el espacio ocupado en el suelo de la fábrica, dado que todo el aparato puede combinarse en una única unidad.

En las realizaciones preferidas de la presente invención, el molde está formado por una primera y segunda partes, cada una de las cuales está conformada para formar una mitad respectiva del artículo.

En este caso, el gas expulsado de la primera parte del molde puede suministrarse a la segunda parte del molde, estando dispuesto al menos uno de los intercambiadores de calor para transferir calor entre el gas que fluye desde

la primera parte del molde hasta la segunda parte del molde y un suministro de líquido. De este modo, algunos o todos los intercambiadores de calor pueden compartirse entre las dos partes del molde.

Una manera alternativa en la que los intercambiadores de calor pueden compartirse entre moldes es disponer de un único intercambiador de calor para transferir calor entre el gas que fluye desde uno o más orificios de expulsión tanto de la primera como de la segunda parte del molde a uno o más orificios de suministro tanto de la primera como de la segunda parte del molde y un suministro de líquido.

5

10

30

35

El aparato ventajosamente comprende además al menos un intercambiador de calor eléctrico adicional para proporcionar control adicional de la temperatura del gas. En este caso, el o cada intercambiador de calor eléctrico está preferiblemente dispuesto entre un intercambiador de calor basado en líquido respectivo y un orificio de suministro del molde, para ajustar la temperatura del gas tras pasar a través del intercambiador de calor basado en líquido. En la realización preferida, cada intercambiador de calor basado en líquido se complementa con un intercambiador de calor alimentado con electricidad respectivo.

Según un aspecto adicional de la presente invención se proporciona un método de moldeo de un artículo, comprendiendo el método: proporcionar un molde con una estructura que permite el flujo de gas a través del mismo; colocar el artículo en el molde; hacer que fluya gas a través del molde para controlar la temperatura del artículo en el molde; suministrar el gas al molde en una pluralidad de orificios de suministro; expulsar el gas del molde en una pluralidad de intercambiadores de calor externos respecto al molde, y usar cada intercambiador de calor para transferir calor entre el gas que fluye desde al menos uno de los orificios de expulsión hasta al menos uno de los orificios de suministro y un suministro de líquido.

- El molde se calienta en primer lugar, para curar la resina epoxídica en el artículo, y a continuación se enfría antes de la retirada del artículo del molde. El mismo suministro de líquido se usa preferiblemente para el enfriamiento de un artículo en el molde y para el calentamiento subsiguiente del molde durante el curado de otro artículo, de modo que la energía calorífica retirada del primer artículo puede usarse para calentar el segundo artículo, ahorrando de ese modo energía.
- Alternativamente, puede usarse un suministro de gas nuevo para enfriar el artículo en el molde, sin pasar a través de un intercambiador de calor. Con una disposición de este tipo, no es necesario descartar el suministro de líquido calentado tras curar el artículo en el molde, dado que puede reutilizarse para el curado de otro artículo.
 - El gas ventajosamente comprende aire, y el líquido preferiblemente comprende agua. Tanto el aire como el agua son baratos y fácilmente disponibles, y el aire no es corrosivo. Como alternativa al agua, puede usarse aceite, dado que permite temperaturas más altas necesarias para curar algunas resinas.

La presente invención encuentra una aplicación particular en el moldeo de palas de turbina eólica, y particularmente las carcasas exteriores para tales palas. Las últimas generaciones de palas de turbina eólica cada vez son de mayor tamaño, y existe por tanto una demanda creciente de disposiciones adecuadas para el moldeo efectivo de tales palas grandes. Los bajos gradientes térmicos que se derivan de las realizaciones de la presente invención permiten moldear tales palas de manera eficaz y en un tiempo que es comercialmente aceptable.

A continuación se describirán realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 es una vista en sección transversal lateral esquemática de la mitad superior de un aparato de moldeo para una pala de turbina eólica según una primera realización de la presente invención;

40 la figura 2 es una vista lateral esquemática de la mitad superior del aparato de moldeo mostrado en la figura 1;

la figura 3 es una vista lateral de un aparato de moldeo para una pala de turbina eólica según una segunda realización de la presente invención;

la figura 4 es una vista en sección transversal del aparato de moldeo mostrado en la figura 3 tomada a lo largo de la línea A-A';

la figura 5 es una ilustración en sección transversal lateral esquemática de las dos mitades del aparato de moldeo para una pala de turbina eólica según o bien la primera o la segunda realización, sujetas en armazones de soporte respectivos;

la figura 6 es una ilustración en sección transversal lateral esquemática de las dos mitades del aparato de moldeo, según la segunda realización, mostrada en la configuración cerrada;

las figuras 7(a) y 7(b) ilustran esquemáticamente dos configuraciones diferentes de las cámaras de suministro y expulsión, cada una según las realizaciones preferidas de la presente invención; y

la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método preferido de la presente invención.

Aparecen números de referencia similares en los dibujos que se refieren a los mismos elementos, o a elementos correspondientes.

En referencia a la figura 1, la mitad superior de un aparato de moldeo para una pala de turbina eólica comprende una mitad de molde 1a formada a partir de una construcción en sándwich de una piel exterior 2, un núcleo alveolar 3 y una piel interior 4. Una mitad de molde inferior 1 b correspondiente (que no se muestra) tiene la misma estructura.

5

10

15

20

50

55

La piel exterior 2 está formada por tres bandas de perforaciones longitudinales sustancialmente paralelas 5 que se extienden a lo largo de sustancialmente toda la longitud de la mitad de molde 1a, lo que permite que el aire pase a través de la piel exterior 2. El núcleo alveolar 3 comprende aluminio en el que están formadas perforaciones, poros o capilares que permiten el paso de aire. La piel interior 4 es impermeable al aire y está hecha de un material conductor del calor.

Una cámara de presión alargada 6 está unida a la región central de la mitad de molde 1 y se extiende sustancialmente por toda la longitud de la mitad de molde 1a para cubrir y formar una junta sobre la banda de perforaciones longitudinal central 5 formada en la capa exterior 2. La cámara de presión 6 suministra aire a presión a la mitad de molde 1a. El aire pasa a través de la banda de perforaciones central 5 en la piel exterior 2 y al interior del núcleo alveolar 3.

Dos cámaras de expulsión alargadas 7 correspondientes están unidas a los extremos respectivos de la mitad de molde 1a y también se extienden a lo largo de toda la longitud de la mitad de molde 1a para cubrir las dos bandas de perforaciones longitudinales laterales 5 correspondientes formadas en la capa exterior 2. Las cámaras de expulsión 7 retiran el aire que ha pasado a través del núcleo alveolar 3 y hacia fuera de las bandas de perforaciones laterales 5. La dirección del flujo de aire dentro de la mitad de molde 1a se ilustra mediante las flechas 8.

El material usado para formar la pala de turbina eólica está formado bobinando una longitud de fibra de vidrio, fibra de carbono u otro material fibroso adecuado para formar dos telas 9, cada una de las cuales formarán una mitad respectiva del artículo terminado. La fibra se impregna con resina epoxídica. Cada tela 9 se coloca sobre la superficie de la capa interior 4 de las mitades de molde superior e inferior 1a, 1b respectivas.

La tela 9 que se coloca sobre la mitad de molde superior 1a se retiene sobre la superficie de la mitad de molde 1a mediante una disposición de vacío que comprende una cubierta flexible 10 provista en la superficie de la tela 9 y unida a la piel interior 4 subyacente de la mitad de molde 1a en cada extremo del mismo mediante una capa de adhesivo 11. La cubierta flexible 10 está dotada de un orificio de evacuación 12 a través del cual el espacio entre la cubierta flexible 10 y la piel interior 4 de la mitad de molde 1a se evacua para forzar a que la tela 9 entre en contacto directo con la piel interior 4 del molde 1a. La mitad de molde superior 1a se pivota a continuación a su posición operativa por encima de la mitad de molde inferior 1b para formar el molde 1 completo.

La figura 2 es una vista lateral esquemática de la mitad de molde superior 1a mostrada en la figura 1 e ilustra componentes adicionales del aparato. La mitad de molde inferior 1b comprende componentes adicionales correspondientes.

35 Se suministra aire caliente a presión a través de seis conductos de suministro 13 a orificios de suministro 14 correspondientes que están espaciados longitudinalmente a lo largo de la longitud de la cámara de presión 6 del molde 1 y fluye dentro de la estructura alveolar 3 del molde 1. El aire se expulsa entonces del molde 1 al interior de las cámaras de expulsión 7 y se retira del molde 1 en seis orificios de expulsión 15 a través de los conductos de expulsión 16 correspondientes.

Cada conducto de suministro 13 y conducto de expulsión 16 conecta el orificio de suministro 14 y el orificio de expulsión 15 respectivos a una bomba 17, a un intercambiador de calor basado en agua 18 y a un intercambiador de calor complementario alimentado con electricidad 18' respectivos. Cada intercambiador de calor 18 está conectado a un suministro de agua calentada 19, y el agua se usa para calentar el aire que fluye a través del molde 1. Cada intercambiador de calor 18 está dotado de una bomba 20 respectiva para bombear agua desde el suministro de agua 10. Los intercambiadores de calor 18' complementarios sirven para proporcionar un control adicional de la temperatura del aire. El paso de aire caliente a presión a través del molde 1 calienta el artículo durante un tiempo suficiente para curar la resina epoxídica en la pala de turbina.

Tras la fase de curado, se suministra un suministro de agua fría nuevo a los intercambiadores de calor 18, para enfriar el aire que fluye a través del molde 1 y de ese modo enfriar la pala de turbina. Tras el enfriamiento, el molde 1 se abre y se retira la pala terminada. Una tela nueva se coloca entonces en el molde 1 y se repite el proceso.

Sin embargo, en esta fase, el agua que se ha usado previamente para enfriar el molde 1 puede reutilizarse para calentar el molde 1 durante la fase de curado subsiguiente suministrando energía calorífica al agua, por ejemplo, usando un calentador de inmersión alimentado eléctricamente. Se apreciará que el agua que actúa como refrigerante se habrá calentado en el proceso de retirada de calor del molde 1, y esta agua puede a continuación calentarse adicionalmente hasta la temperatura deseada para usarse para curar una carcasa de pala de turbina adicional. Al reutilizar el agua parcialmente calentada de este modo, no es necesario calentar un suministro de agua nuevo a partir de la temperatura ambiente hasta la temperatura operativa, ahorrando de este modo energía.

La figura 3 ilustra una segunda realización de un molde, en la que la carcasa de pala de turbina es de sección descendente. En este caso, se proporcionan diferentes números de cámaras de suministro 6 y cámaras de expulsión 7 a lo largo de la longitud del molde 1. Esta disposición sirve al menos parcialmente para igualar las longitudes de trayecto del aire a presión que pasan al interior del molde en diferentes posiciones a lo largo de la longitud del molde, dado que se suministran un mayor número de cámaras 6, 7, en el extremo grande 21 del molde 1 que en el extremo pequeño 22 del molde 1.

5

20

35

40

La figura 4 es una vista en sección transversal de la disposición mostrada en la figura 3 tomada a lo largo de la línea A-A' de la figura 3.

La figura 5 ilustra las dos mitades de molde 1a, 1b en las que el pivotado de la mitad de molde superior 1a se indica mediante la flecha 23. Esta disposición puede usarse en ambas realizaciones descritas anteriormente. En la disposición mostrada en el dibujo, se proporcionan intercambiadores de calor 18 independientes en las dos mitades de molde 1a, 1b. En una realización alternativa, pueden usarse algunos o todos los intercambiadores de calor 18 para controlar la temperatura del aire a presión que fluye en ambas de las mitades de molde 1a, 1b. En este caso pueden usarse conductos flexibles 13, 16 para conectar los intercambiadores de calor 18 a los orificios de suministro y expulsión para absorber el movimiento relativo a medida que se cierra el molde 1.

La figura 6 ilustra la estructura de soporte para las dos mitades de molde 1a, 1b de la segunda realización. La mitad de molde superior 1a está soportada sobre una estructura superior 24a, y la mitad de molde inferior 1b sobre una estructura inferior 24b correspondiente. Las estructuras 24a, 24b soportan adicionalmente las cámaras de suministro 6, las cámaras de expulsión 7, los conductos 13, 16 y los intercambiadores de calor 18 (que no se muestran). El molde 1 está unido a la estructura de soporte 24a, 24b mediante varias abrazaderas de interconexión 25 que conectan las cámaras de suministro y expulsión 6, 7 respectivas a la estructura de soporte. Tal como se muestra en el dibujo, un larguero interno 26 se coloca dentro de la carcasa tras moldear la carcasa y antes de la retirada del molde. El larguero 26 sirve para reforzar la pala de turbina.

En las realizaciones descritas anteriormente, se hace que fluya el aire a presión dentro del molde 1 en una dirección generalmente transversal a la dirección longitudinal del molde 1. Sin embargo, son posibles otras configuraciones. La figura 7(a) ilustra las disposiciones descritas anteriormente, en las que el flujo de aire está en la dirección lateral o de anchura dentro del molde 1, tal como indican las flechas 27. Sin embargo, la figura 7(b) ilustra una disposición alternativa en la que el flujo de aire está generalmente en la dirección longitudinal del molde 1, tal como indican las flechas 28.

30 En referencia a la figura 8, se resume un método de moldeo de una pala de turbina eólica según una realización preferida de la presente invención mediante las siguientes etapas.

Se proporcionan en la etapa 29 aparatos de moldeo, en forma de dos mitades de molde tal como se ha descrito anteriormente, que incluyen cámaras de suministro, cámaras de expulsión, conductos e intercambiadores de calor. Las telas usadas para formar la carcasa de pala de turbina se colocan en las respectivas mitades de molde en la etapa 30, y se suministra aire a presión calentado al molde en la etapa 31 y se expulsa del molde en la etapa 32 usando el calor suministrado a partir de un intercambiador de calor. Tras el curado de la resina epoxídica en la carcasa de pala de turbina, se rellena el suministro de agua para los intercambiadores de calor con agua fría en la etapa 33. El aire frío resultante se suministra a continuación al molde en la etapa 34 y se expulsa del molde en la etapa 35, y el calor se retira del aire mediante el intercambiador de calor de modo que se enfría la carcasa de pala de turbina. El artículo se retira entonces del molde en la etapa 36, y el método vuelve de nuevo a la etapa 30 en la que se coloca una tela nueva en el molde.

Será evidente que pueden realizarse numerosas variaciones o modificaciones a las realizaciones preferidas sin alejarse del alcance de la presente invención que se define únicamente por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1. Aparato para moldear un artículo, comprendiendo el aparato:
 - un molde (1a) con una estructura que permite el flujo de gas a través del mismo;
 - estando dispuesto el aparato para suministrar qas al molde en una pluralidad de orificios de suministro (14)
 - y hacer que el gas fluya a través del molde para controlar la temperatura del artículo en el molde, y para expulsarlo del molde en una pluralidad de orificios de expulsión (15); caracterizado por que
 - el aparato comprende además:

5

10

30

35

45

- una pluralidad de intercambiadores de calor (18)
- ubicados de manera externa al molde, estando dispuesto cada intercambiador de calor para transferir calor entre el gas que fluye desde al menos uno de los orificios de expulsión hasta al menos uno de los orificios de suministro y un suministro de líquido.
 - 2. Aparato según la reivindicación 1, que comprende además:
 - al menos una cámara de suministro para suministrar gas a una primera región de la superficie del molde y definir la pluralidad de orificios de suministro; y
- al menos una cámara de expulsión para expulsar gas desde la segunda región de superficie diferente del molde y definir la pluralidad de orificios de expulsión.
 - 3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, que comprende además:
 - una pluralidad de conductos de suministro externos respecto al molde, conectados cada uno entre un orificio de suministro respectivo y el intercambiador de calor asociado; y
- una pluralidad de conductos de expulsión externos respecto al molde, conectados cada uno entre un orificio de expulsión respectivo y el intercambiador de calor asociado.
 - 4. Aparato según la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que el molde es alargado, y la al menos una cámara de suministro y la al menos una cámara de expulsión se extienden sustancialmente a lo largo de toda la longitud del molde, comprendiendo el aparato además:
- al menos una cámara de suministro alargada adicional para suministrar gas a una tercera región diferente de la superficie del molde que se extiende a lo largo de solo parte de la longitud del molde, definiendo la o cada cámara de suministro adicional una pluralidad de orificios de suministro adicionales; y
 - al menos una cámara de expulsión alargada adicional para expulsar gas desde una cuarta región diferente de la superficie del molde que se extiende a lo largo de solo parte de la longitud del molde, definiendo la o cada cámara de expulsión adicional una pluralidad de orificios de expulsión adicionales.
 - 5. Aparato según la reivindicación 4, cuando depende de la reivindicación 3, que comprende además:
 - una pluralidad de conductos de suministro externos respecto al molde adicionales, conectados cada uno entre un orificio de suministro adicional respectivo y un intercambiador de calor; y
 - una pluralidad de conductos de expulsión externos respecto al molde adicionales, conectados cada uno entre un orificio de expulsión adicional respectivo y un intercambiador de calor.
 - 6. Aparato según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que los intercambiadores de calor están distribuidos longitudinalmente a lo largo del aparato.
- 7. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que el molde tiene una configuración generalmente en sección descendente, que se extiende desde un extremo relativamente grande hasta un extremo relativamente pequeño, y en el que la o cada cámara de suministro adicional y la o cada cámara de expulsión adicional se extienden a lo largo de la parte de la longitud del molde desde el extremo relativamente grande.
 - Aparato según cualquier reivindicación anterior, que comprende además una estructura para soportar el molde, la al menos una cámara de suministro, la al menos una cámara de expulsión, los conductos y los intercambiadores de calor.
 - Aparato según la reivindicación 8, en el que el molde está formado por partes primera y segunda, cada una de las cuales está conformada para formar una mitad respectiva del artículo.

- 10. Aparato según la reivindicación 9, en el que el gas expulsado de la primera parte del molde se suministra a la segunda parte del molde, estando dispuesto al menos uno de los intercambiadores de calor para transferir calor entre el gas que fluye desde la primera parte del molde hasta la segunda parte del molde y un suministro de líquido.
- 5 11. Aparato según la reivindicación anterior, que comprende además al menos un intercambiador de calor eléctrico adicional para proporcionar control adicional de la temperatura del gas.
 - 12. Método de moldeo de un artículo, comprendiendo el método:

proporcionar un molde con una estructura que permite el flujo de gas a través del mismo;

colocar el artículo en el molde;

15

10 hacer que fluya gas a través del molde para controlar la temperatura del artículo en el molde;

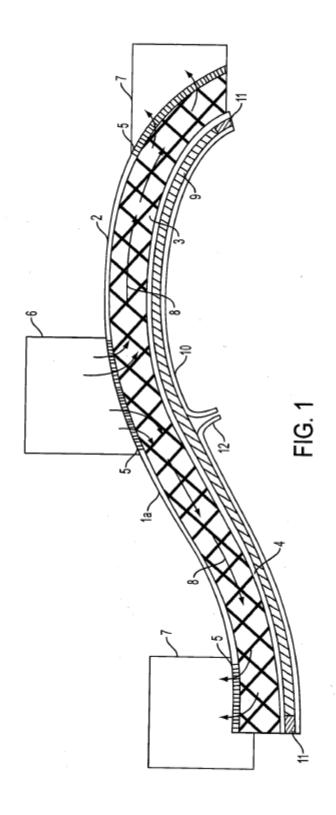
suministrar el gas al molde en una pluralidad de orificios de suministro;

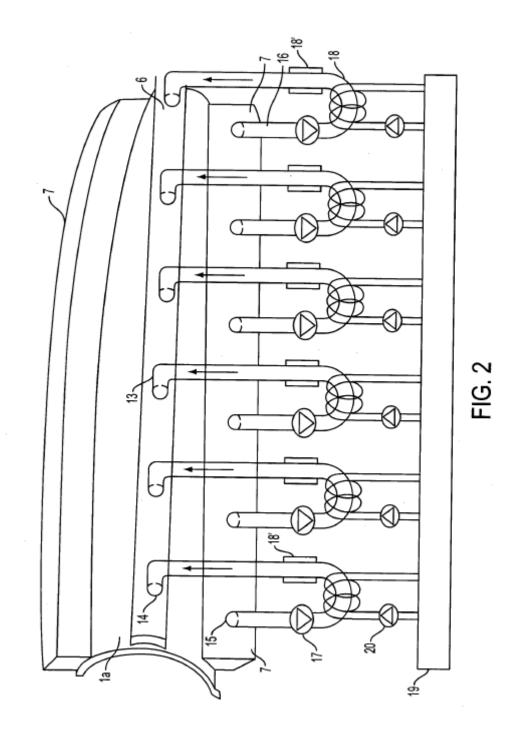
expulsar el gas del molde en una pluralidad de orificios de expulsión; y

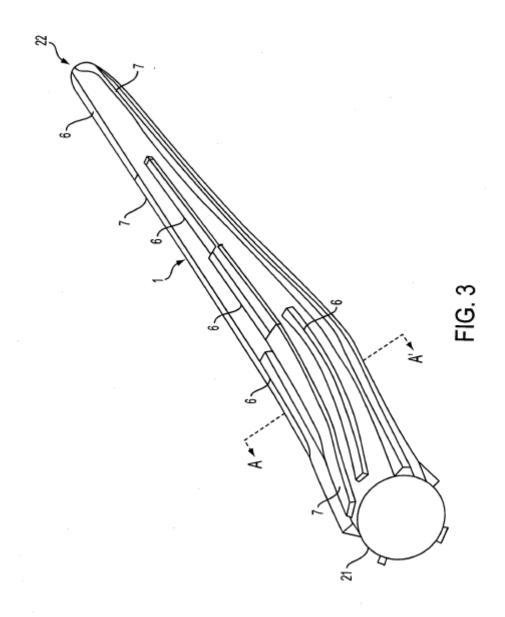
proporcionar una pluralidad de intercambiadores de calor externos respecto al molde, y

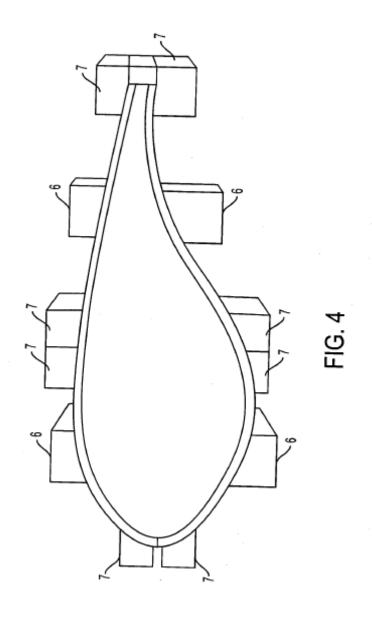
usar cada intercambiador de calor para transferir calor entre el gas que fluye desde al menos uno de los orificios de expulsión hasta al menos uno de los orificios de suministro y un suministro de líquido.

- 13. Método según la reivindicación 12, en el que el artículo se calienta y se enfría de manera secuencial, y en el que el mismo suministro de líquido se usa durante el enfriamiento del artículo y el calentamiento subsiguiente de un artículo adicional en el mismo molde.
- 14. Método según la reivindicación 12, que comprende calentar el artículo en el molde usando calor suministrado desde el al menos un intercambiador de calor y a continuación enfriar el artículo usando gas que se suministra al molde sin pasar a través de un intercambiador de calor.
 - 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, en el que el gas comprende aire.
 - 16. Método según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en el que el líguido comprende agua.
 - 17. Método según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 15, en el que el líquido comprende aceite.
- 25 18. Método según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 17, en el que el artículo comprende al menos parte de una pala para una turbina eólica.
 - 19. Método según la reivindicación 18, en el que el artículo comprende una carcasa exterior para una pala de turbina eólica.









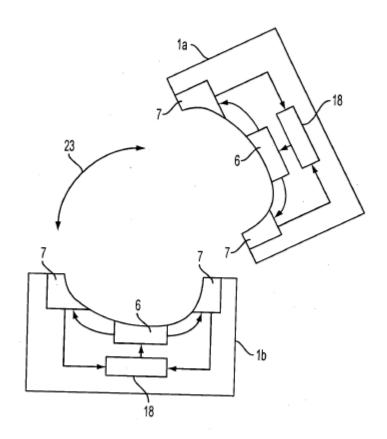


FIG. 5

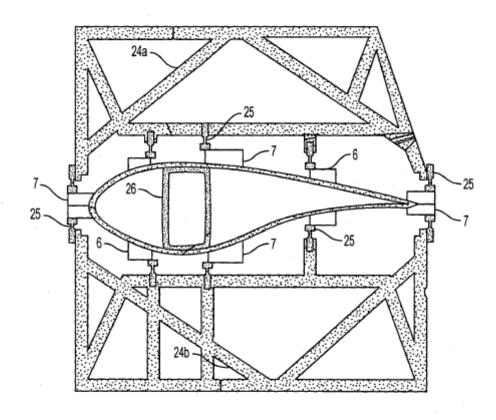
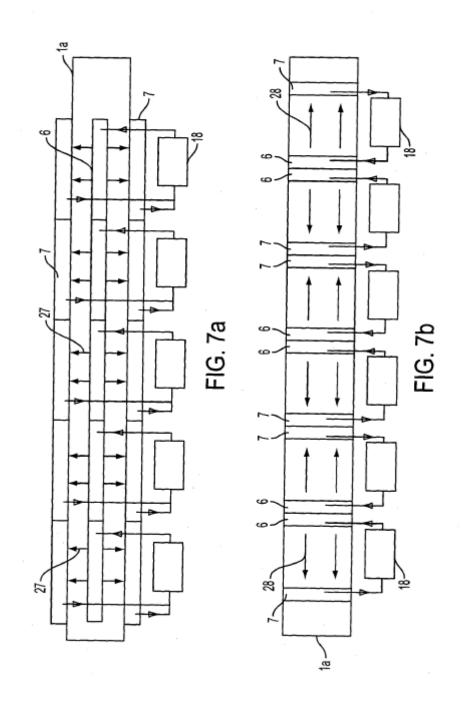


FIG. 6



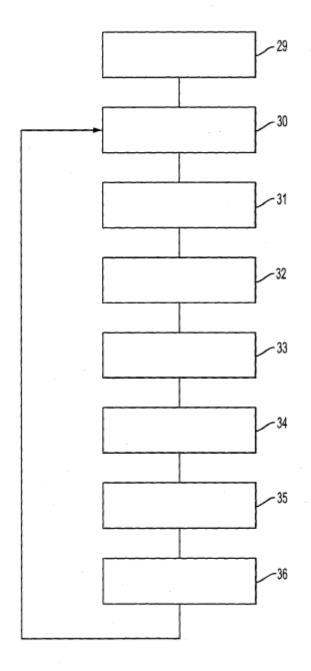


FIG. 8