

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 913**

51 Int. Cl.:

B22C 7/06 (2006.01)
B29C 33/38 (2006.01)
B29C 45/00 (2006.01)
B22C 7/02 (2006.01)
B22C 9/04 (2006.01)
B28B 7/34 (2006.01)
B29C 33/40 (2006.01)
B22C 9/10 (2006.01)
B29C 45/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2012 E 12167260 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2522444**

54 Título: **Núcleo cerámico con inserción compuesta para planos aerodinámicos fundidos**

30 Prioridad:

10.05.2011 US 201113068413

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

04.05.2017

73 Titular/es:

**HOWMET CORPORATION (100.0%)
6450 Rockside Woods Boulevard S
Independence OH 44131, US**

72 Inventor/es:

**MUELLER, BOYD;
ROGERS, DARREN y
MOLAMPHY, TIMOTHY J.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 610 913 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Núcleo cerámico con inserción compuesta para planos aerodinámicos fundidos

5 **CAMPO DE LA INVENCION**

La presente invención se refiere a núcleos cerámicos complejos para fundiciones de plano aerodinámico multipared fundido, tales como los planos aerodinámicos que tienen múltiples paredes fundidas y pasos complejos para la eficacia de refrigeración de aire mejorada y a un método de realización de tales núcleos cerámicos multipared complejos.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La mayoría de los fabricantes de motores de turbina de gas están evaluando planos aerodinámicos de turbina de pared delgada, multipared avanzados (es decir, pala de turbina o álabe) que incluyen canales de refrigeración de aire intrincados para mejorar la eficacia de la refrigeración interna de plano aerodinámico para permitir un empuje del motor mayor y proporcionar una vida útil del plano aerodinámico satisfactoria. No obstante, los esquemas de refrigeración para motores de aviones de alto empuje avanzados son complejos, con frecuencia que implican múltiples paredes delgadas y funciones de refrigeración no planar. Los núcleos cerámicos que definen estos esquemas de refrigeración avanzados están formados convencionalmente por compuesto cerámico forzado en herramientas de acero, pero la complejidad del núcleo está limitada por las capacidades de fabricación/diseño de herramientas. Por tanto, los esquemas de refrigeración avanzados complejos con frecuencia dependen del ensamblaje de múltiples piezas de núcleo cerámico después de la cocción. El ensamblaje requiere una labor especializada y resulta en una variabilidad dimensional de núcleo debido al desequilibrio entre los componentes de núcleo ensamblados, aunque la frágil naturaleza de los núcleos cocidos resulta en la manipulación de desechos elevada y compromete a los esquemas de refrigeración avanzados son requeridos para permitir el ensamblaje.

25

Algunas geometrías de núcleo requieren la formación de múltiples inserciones de núcleo temporal para definir características que no operan en planos comunes, incluyendo: (1) segmentos de núcleo de piel múltiples, (2) características de borde de salida (por ejemplo, pedestales y salidas), (3) características de borde de ataque (por ejemplo, cruces), y (4) características que se curvan en la longitud del plano aerodinámico. La formación de múltiples inserciones temporales y su ensamblaje en una matriz de núcleo presentan un problema similar al creado por un ensamblaje de núcleo. El contacto estrecho entre las inserciones puede no estar asegurado cuando están cargadas en una matriz de núcleo, tanto debido a la variabilidad dimensional en las inserciones individuales como a los esquemas de localización pobre en la matriz de núcleo. El moldeo posterior del material de núcleo cerámico puede resultar en la formación de capa en la unión de dos segmentos de inserción temporales. Mientras que la capa es común en el moldeo de núcleo cerámico y se retira como parte de un procesamiento estándar, la capa alrededor o entre las inserciones temporales puede residir en cavidades internas, ocultas o como parte de características intrincadas, donde no es posible la inspección y la retirada. Cualquier capa restante en el núcleo cerámico cocido puede alterar el flujo de aire en la pala fundida o álabe.

40

Las patentes de EE.UU. 5.295.530 y 5.545.003 describen diseños de álabe o pala de turbina de pared delgada o multipared avanzados que incluyen canales de refrigeración de aire intrincados en su extremo.

En la patente de EE.UU. 5.295.530, un ensamblaje de núcleo multipared se realiza mediante el revestimiento de un primer núcleo cerámico de pared delgada con cera o plástico, un segundo núcleo cerámico similar se posiciona en el primer núcleo cerámico revestido mediante el uso de pasadores de localización temporales, se taladran agujeros a través de los núcleos cerámicos, una varilla de localización se inserta en cada agujero taladrado y, a continuación, el segundo núcleo se reviste entonces con cera o plástico. Esta secuencia se repite cuando sea necesario para reforzar el ensamblaje de núcleo cerámico multipared.

50

Este procedimiento de ensamblaje de núcleo es bastante complejo, requiere mucho tiempo y costoso como resultado del uso de la conexión múltiple y otras varillas y agujeros taladrados en los núcleos para recibir las varillas. Además, este procedimiento de ensamblaje de núcleo puede resultar en una pérdida de precisión dimensional y repetitividad de los ensamblajes de núcleo y, de este modo, las fundiciones de plano aerodinámico producidas mediante el uso de tales ensamblajes de núcleo.

55

La patente de EE.UU. 6.626.230 describe la formación de múltiples elementos de patrón de pared delgada temporal (por ejemplo cera) como una pieza o como elementos individuales que están unidos juntos por adhesivo para formar un ensamblaje de patrón que está colocado en una matriz de núcleo cerámico para el moldeo de un núcleo de pieza única.

60

COMPENDIO DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un método de realización de un núcleo cerámico multipared para su uso en planos aerodinámicos de turbina de pared delgada, multipared avanzados de fundición (por ejemplo fundiciones de álabe o pala de turbina) que pueden incluir canales de refrigeración de aire complejos para mejorar la eficacia de la refrigeración interna del plano aerodinámico.

65

La presente invención proporciona en una realización un método de realización de tal núcleo cerámico multipared en donde una inserción de núcleo compuesta está formada en una serie de pasos mediante la preformación de al menos una inserción de núcleo temporal y la formación entonces de al menos una inserción de núcleo temporal in-situ adyacente e integralmente conectada a la inserción de núcleo preformada. La inserción de núcleo compuesta incluye características para formar superficies internas en el núcleo cuando la inserción de núcleo compuesta se retira de forma selectiva posterior.

La inserción de núcleo compuesta está colocada en una cavidad de matriz de moldeo de núcleo y un material cerámico fluido se introduce en la cavidad de matriz para formar un cuerpo de núcleo alrededor de la inserción de núcleo compuesta. El cuerpo de núcleo se retira de la cavidad de matriz seguido por la cocción, que puede incluir la retirada selectiva de la inserción de núcleo compuesta del cuerpo de núcleo, para producir un núcleo cerámico multipared cocido en el cual un patrón temporal de plano aerodinámico que se va a fundir puede estar formado para la inversión en un molde de coquillas por el proceso de cera perdida.

En una realización ilustrativa adicional de la invención, una de las inserciones de núcleo temporales forma un paso de cruce en el núcleo cerámico cercano a su borde de salida y/o ataque cuando se retira la inserción de núcleo compuesta.

En una realización ilustrativa adicional de la invención, una de las inserciones de núcleo forma una superficie de segmento de núcleo de piel de lado de succión y/o lado de presión en el núcleo cerámico cuando se retira la inserción de núcleo compuesta.

En una realización ilustrativa adicional de la invención, una de las inserciones de núcleo forma una superficie de borde de salida (pedestal y/o salida) en el núcleo cerámico cuando se retira la inserción de núcleo compuesta.

La práctica de la presente invención es ventajosa en que elimina el ajuste holgado entre los componentes de inserción de núcleo ensamblados manualmente, reduce la mala localización de componentes de inserción en la matriz de núcleo durante el moldeo de núcleo posterior, evita el uso de adhesivos u otro material diferente que pueda fallar a temperaturas y presiones implicadas durante los procesos de moldeo del núcleo posteriores o retrasar/afectar a la retirada de inserción temporal, elimina la capa de núcleo formado entre las inserciones temporales unidas integralmente y, como resultado, proporciona control de posición de característica y pared interna mejorada y reduce la criticidad de inspección y reparación de características internas. La práctica de la presente invención facilita la fabricación de núcleos complejos con paredes internas que no pueden ser fácilmente inspeccionados o reparados una vez que el núcleo está formado, ya que la localización positiva de las inserciones de núcleo y la eliminación de capa de núcleo en las juntas de núcleo se realizan en la presente invención.

Otras ventajas de la presente invención se harán más fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada con los siguientes dibujos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1A es una vista en perspectiva parcial de un núcleo cerámico necesario para fundir un esquema de refrigeración avanzado para una pala de turbina o álabe.

La figura 1B es una vista en sección de una inserción de núcleo temporal de pieza única hipotética necesaria para formar el núcleo de la figura 1A pero que no puede estar formada en un único proceso de inyección.

La figura 1C ilustra cómo la inserción de núcleo temporal de la Fig. 1B se puede realizar mediante el ensamblaje manual de dos piezas de inserción independientes pero con inconvenientes que vuelven este enfoque inadecuado para esquemas de refrigeración avanzados tales como se muestran en la Fig. 1A donde es imposible para una fina capa ser retirada dado que no existe acceso a las características internas ocultas de este núcleo.

La figura 1D ilustra una matriz de inserción de núcleo para la realización de la inserción de núcleo temporal preformada en la Fig. 1C conforme a una realización ilustrativa de la invención.

La figura 1E ilustra una segunda matriz de núcleo compuesta en la cual la inserción de núcleo temporal preformada formada en la matriz de la Fig. 1D es recibida y la segunda inserción de núcleo temporal se sobremoldea sobre la inserción de núcleo preformada para formar una inserción de núcleo temporal compuesta conforme a una realización ilustrativa de la invención.

La figura 1F muestra la inserción de núcleo temporal compuesta formada y que reside en una matriz de núcleo para formar un núcleo cerámico alrededor de la inserción de núcleo temporal.

La figura 2 es una vista en sección de una inserción de núcleo compuesta que tiene tres inserciones de núcleo fusionadas juntas conforme a otra realización ilustrativa de la invención.

La figura 3 es una vista en sección de un núcleo cerámico que tiene una inserción de núcleo compuesta que tiene tres inserciones de núcleo fusionadas juntas conforme a otra realización de la invención.

La figura 4 es una vista en sección de un núcleo cerámico que tiene una inserción de núcleo compuesta con dos inserciones de núcleo fusionadas en ello conforme a una realización adicional de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Con el fin de realizar esquemas de refrigeración de plano aerodinámico de motor de avión más efectivos,

especialmente álabes y pala de turbina de alta presión (en lo sucesivo planos aerodinámicos), los pasos internos de estos componentes necesitan reforzar las paredes del plano aerodinámico y también la división precisamente del aire de refrigeración interno de tal forma que su presión esté controlada y sea dirigido a las áreas más necesarias de la pala o álabe. La práctica de la presente invención mediante el uso de unas inserciones de núcleo compuestas temporales con inserciones de núcleo fusionadas unas a otras permite la producción de geometrías de núcleo de plano aerodinámico complejas, que no pueden ser extraídas en una herramienta multiplano o única. La presente invención permite la creación de geometrías de núcleo de plano aerodinámico adicionales y específicamente más complejas y elimina la separación o líneas de rebaba entre las inserciones de núcleo temporales individuales y las sujeta juntas en una inserción de núcleo compuesta temporal única para la inserción en la matriz de núcleo para inyección.

Realización 1

Como un prefacio a la descripción de esta realización de la invención, la figura 1A muestra una porción de un núcleo cerámico CC necesaria para el esquema de refrigeración avanzada para la formación de un esquema de paso de refrigeración en un álabe o pala de turbina. Este núcleo CC incluye secciones sólidas SS que están interconectadas en localizaciones ocultas en la vista en la Fig. 1A y que formarán los pasos de refrigeración cuando el metal fundido o aleación está fundido y solidificado alrededor del núcleo CC y el núcleo se retira entonces selectivamente. Este tipo de esquema de refrigeración sería extremadamente difícil o imposible de formar mediante el ensamblaje de múltiples piezas de núcleo cerámico individual a un núcleo cerámico para fundición.

La figura 1B muestra una vista en sección de una inserción de núcleo temporal de pieza única hipotética necesaria para formar el núcleo cerámico CC de la figura 1A, pero cuya inserción de núcleo temporal no puede estar formada como una inserción de núcleo de pieza única en un proceso de inyección único debido a características que ocluyen los planos de extracción de herramientas.

Aunque la inserción de núcleo temporal de la Fig. 1B podría estar formada como dos piezas independientes y ensambladas, como se muestra en la figura 1C, este enfoque tiene numerosos inconvenientes, pero están limitados a, la dificultad de ensamblaje de piezas de inserción temporales pequeñas (por ejemplo cera) (Piezas 1 y 2), la unión de las dos inserciones temporales para formar una junta precisa fuerte y la propensión de capa de formarse en la junta entre las dos piezas de inserción temporales. Los esquemas de refrigeración avanzados tal como se muestran en la Fig. 1A hacen imposible que esta capa se pueda extraer dado que no existe acceso a las características internas ocultas de este núcleo. Por tanto, la capa delgada se debe evitar.

En referencia a las figuras 1D a 1F, se describirá una realización ilustrativa de la invención con fines de ilustración y no limitación para formar el núcleo cerámico CC de la Fig. 1A mientras se superan los inconvenientes enumerados más arriba.

La figura 1D ilustra una matriz de inserción de núcleo D1 que tiene una primera y segunda sección de matriz de acoplamiento de matriz 1a, 1b que forma una cavidad de moldeo MC1 para la realización de una inserción de núcleo temporal preformado 1 mostrado en la Fig. 1E conforme a un paso de una realización de método ilustrativo de la invención. El material de patrón temporal fluido, tal como plástico o cera fundida u otro material, se inyecta o se introduce de lo contrario en la cavidad de moldeo MC1 para formar la inserción de núcleo temporal preformada 1 cuando la cera se solidifica y se retira de la matriz D1.

La figura 1E ilustra una segunda matriz de núcleo compuesto D2. La matriz D2 tiene una primera y segunda sección de matriz de acoplamiento de matriz 2a, 2b que forman una cavidad de moldeo MC2 para la realización de una inserción temporal compuesta PP conforme a una realización ilustrativa de la invención, Fig. 1F. En particular, la cavidad de moldeo MC2 incluye una región R2 configurada para recibir la inserción de núcleo temporal preformada 1 como se muestra en la Fig. 1D y una región inicialmente vacía R2' configurada para formar el resto de la inserción temporal compuesta PP y adaptada para recibir el material de patrón temporal fluido, tal como cera fundida, en este extremo para formar o sobre-moldear la inserción de núcleo temporal restante 2 sobre la inserción temporal preformada 1 en la junta J1 para formar la inserción de núcleo temporal compuesta de la figura 1F. La formación de la inserción temporal restante 2 por tal sobre-moldeo in situ sobre la inserción temporal preformada 1 en la matriz D2 proporciona una adherencia fuerte, constante y precisa en la junta J1 sin ninguna posibilidad de capa en la junta porque el material temporal sobre-moldeado proporciona un sello hermético a la inserción temporal mc1 de la matriz 1.

La figura 1F muestra la inserción de núcleo temporal compuesto PP después de que la cera fundida se solidifique y después de la retirada de la matriz D2. La inserción de núcleo temporal PP incluye la inserción preformada 1 y la inserción formada in situ 2 sobre-moldeada en la inserción preformada 1 en la junta J1 para formar la inserción temporal de pieza única compuesta PP.

La inserción temporal compuesta PP de la matriz D2 se coloca entonces en una matriz de núcleo cerámico final D3 que tiene secciones 3a, 3b que forman una cavidad de moldeo M3. El material de núcleo cerámico fluido, tal como aglutinante de cera o termoplástico fundido que contiene las partículas cerámicas de núcleo de alúmina, sílice, circonita u otra cerámica adecuada o mezclas de la misma, se inyecta o introduce de otro modo en la cavidad de

moldeo M3 en y alrededor de la inserción PP para formar un núcleo cerámico (con poca cocción) verde de pieza única CC. La inserción temporal PP se retira entonces selectivamente por térmico convencional u otros medios del núcleo verde CC retirado de la matriz D-. El núcleo verde CC se cuece entonces a temperatura elevada para formar un núcleo cerámico cocido CC, Fig. 1A, para su uso en la realización de un molde cerámico para la fundición de un álabe o pala de turbina como se describe con más detalle a continuación en la realización 2.

Con fines de ilustración adicional y no limitación, las figuras 2, 3 y 4 ilustran esquemáticamente tres realizaciones adicionales diferentes de la invención en las cuales la inserción temporal compuesta ofrece las ventajas anteriormente descritas.

Realización 2

En la figura 2, la inserción de núcleo temporal preformado 1' forma el borde de salida y doble fila de características de paso de cruce del núcleo, la inserción de núcleo temporal formada in-situ 2' forma segmentos de núcleo de piel que no pueden estar formados por herramientas de núcleos y la inserción de núcleo temporal preformado 3' forma un paso de borde de ataque.

Las inserciones de núcleo temporal preformadas 1' y 3' están formadas de manera independiente lo que permite el uso de herramientas más sencillas para formarlas como resultado. Por ejemplo, la inserción preformada 1' puede estar formada en un molde de inserción de núcleo que tiene una cavidad de molde adecuadamente configurada. Un material temporal tal como la cera fundida o el material plástico pueden ser inyectados en el molde de inserción para formar la inserción 1'. De manera similar, la inserción preformada 3' puede estar formada en otro molde de inserción de núcleo que tiene una cavidad de molde adecuadamente configurada para esa inserción. Un material temporal tal como la cera fundida o el material plástico pueden ser inyectados en ese molde de inserción para formar la inserción 3'.

La inserción formada in-situ 2' está formada in-situ entre las inserciones preformadas 1' y 3' en un molde de inserción compuesto en el cual las inserciones preformadas 1' y 3' están colocadas para residir en lados opuestos de una cavidad de molde intermedia para la formación de la inserción 2'. Un material temporal tal como la cera fundida o el material plástico pueden ser inyectados en la cavidad de molde intermedia para formar la inserción 2' in-situ entre e integralmente conectada con las inserciones preformadas 1' y 3' cuando la cera fundida o material plástico se solidifica para crear una unión o junta J2' integral entre la inserción 1' y 2' y una unión o junta J1' entre la inserción 2' y 3' mediante la fusión de ellas juntas. De forma característica, la cera fundida o material plástico se sobre-moldea, cuando unas inserciones temporales iniciales 1' y 3' están cargadas en una matriz y el material temporal está inyectado en la cavidad rellenando el vacío entre las inserciones 1' y 3' y uniéndolas juntas para formar una inserción 10' temporal compleja única para la carga en la matriz de núcleo. El método elimina adhesivo y su efecto posiblemente perjudicial en la retirada de inserción, mientras garantiza el montaje y eliminación preciso de la capa de núcleo durante el moldeo del núcleo.

En la producción de un núcleo cerámico para la fundición de un plano aerodinámico de superaleación, tal como un plano aerodinámico de motor de turbina de gas (pala o álabe), la inserción de núcleo compuesta formada por inserciones unidas 1', 2', 3' tendrán de manera característica un perfil transversal de plano aerodinámico general con lados cóncavos y convexos y bordes de ataque y salida complementarios al plano aerodinámico que se va a fundir como apreciarán los expertos en la técnica.

La inserción de núcleo temporal compuesta formada por la inserción preformada 1', la inserción formada in-situ 2' y la inserción preformada 3' conectada integralmente está colocada en una cavidad de matriz de núcleo M3' mostrada esquemáticamente, figura 2. Dos fuerzas de matriz de núcleo se ilustran y emplean para formar características de borde de salida y nervaduras de cuerpo principales del núcleo cerámico. Un material cerámico fluido, tal como un aglutinante de cera o termoplástico que contiene las partículas cerámicas de núcleo de alúmina, sílice, circonita u otra cerámica adecuada o mezclas de la misma, se introduce en la cavidad de matriz de núcleo para formar el cuerpo de núcleo cerámico que incorpora la inserción de núcleo compuesta en ella después de que el material cerámico fluido se solidifique, fragüe, melifique y/o endurezca en la cavidad de matriz. La invención no está limitada a la formación del núcleo cerámico por inyección de material cerámico y se puede poner en práctica también usando moldeo de núcleo vertido, moldeo de transferencia de moldeo de fundición u otras técnicas de formación de núcleo.

El material de núcleo cerámico puede comprender materiales basados en sílice, alúmina, circonita, circonita u otros materiales cerámicos de núcleo adecuados y mezclas de las conocidas para los expertos en la técnica. El material de núcleo cerámico particular no forma parte de la invención, los materiales de núcleo cerámicos adecuados se describen en la Patente de EE.UU. 5.394.932. El material de núcleo se escoge para que sea químicamente lixiviable de la fundición de plano aerodinámico formada más o menos como se conoce.

A partir de entonces, el núcleo cerámico (con poca cocción) verde con la inserción de núcleo compuesta en sí se extrae de la cavidad de matriz de molde de núcleo y se cuece (sinteriza) para volverla adecuada para su uso en la fundición de un metal fundido o aleación. La inserción de núcleo compuesta temporal 10 se puede extraer selectivamente del núcleo antes o como parte de la operación de cocción. Característicamente, el núcleo cerámico cocido estará sujeto a pasos de fundición de inversión de cera perdida convencional que implican la formación de un

patrón temporal del plano aerodinámico que se va a fundir en el núcleo con material de patrón que llena los pasos presentes en el núcleo, invirtiendo el núcleo/patrón en un molde de coquillas cerámico seguido de una operación de extracción de patrón para extraer selectivamente el patrón temporal del plano aerodinámico que se va a fundir. Esto deja un molde de coquillas cerámico que está cocido y, a continuación, lo funde con aleación o metal fundido. Por ejemplo, el núcleo cerámico se invierte en material de molde cerámico conforme al proceso bien conocido de “cera perdida” mediante esmaltado repetido en lechada cerámica, drenaje de lechada excesiva y estucado con estuco cerámico en grano grueso hasta que un molde de coquillas esté acumulado en el ensamblaje de núcleo/patrón a un espesor deseado. El molde de coquillas se cuece entonces a temperatura elevada para desarrollar la resistencia de molde para fundición y el patrón se extrae selectivamente por técnicas de disolución químicas o térmicas, dejando el molde de coquillas que tiene el ensamblaje de núcleo en su seno. La superaleación fundida se introduce entonces en el molde de coquillas con el núcleo cerámico en su seno usando técnicas de fundición convencionales. La superaleación fundida se puede solidificar direccionalmente en el molde en el núcleo para formar una fundición de plano aerodinámico de cristal único o grano columnar. Alternativamente, la superaleación fundida se puede solidificar para producir una fundición de plano aerodinámico de grano equiaxial. El molde de fundición se extrae de la fundición solidificada mediante el uso de una operación de expulsión mecánica seguida de una o más técnicas conocidas de decapado con abrasivo mecánico o lixiviación química. El núcleo 20 se retira selectivamente de la fundición de plano aerodinámico solidificado mediante lixiviación química u otras técnicas de extracción de núcleo convencionales.

Realización 3

La figura 3 ilustra un núcleo cerámico 20” conforme a una realización de la invención, en el cual las características internas no se pueden examinar o reparar. En esta realización, las inserciones de núcleo 1” y 3” están preformadas y fusionadas a continuación con la inserción de núcleo formada in-situ 2” en uniones o juntas J1” y J2” durante su formación como se describe más arriba sin capa de núcleo para formar la inserción de núcleo temporal compuesta 10”. La inserción de núcleo compuesta se coloca entonces en una cavidad de matriz de núcleo para moldear el cuerpo de núcleo alrededor de la inserción de núcleo compuesta como se describe más arriba. Las inserciones de núcleo 2” y 3” tienen secciones alargadas que se encuentran en diferentes planos como se muestra.

Realización 4

La figura 4 ilustra un núcleo cerámico 20''' conforme a una realización de la invención que tiene dos inserciones de núcleo; específicamente, la inserción de núcleo preformada 1''' y la inserción de núcleo formada in-situ 2''' donde las inserciones 1''' y 2''' se fusionan juntas en unión o junta J1''' durante la formación de la inserción 2''' como se describe más arriba para eliminar la capa de núcleo y mejorar la precisión de localización de inserción.

La práctica de la presente invención mediante el uso de inserciones de núcleo temporales como se describe más arriba permite la producción de geometrías de núcleo complejas que no pueden ser empujadas en una herramienta única o multiplazo. La presente invención permite la creación de geometrías adicionales y específicamente más complejas y elimina la separación o líneas de rebaba entre las piezas temporales individuales manualmente ensambladas y las sujeta juntas en una inserción temporal compuesta única para la inserción en la matriz de núcleo para inyección.

Además, la presente invención puede producir geometrías de núcleo que requieran características de núcleo que no operen en planos comunes, incluyendo: (1) segmentos de núcleo de piel múltiples, (2) características de borde de salida (por ejemplo, pedestales y salidas), (3) características de borde de ataque (por ejemplo, cruces) y (4) características que se curvan en la longitud del plano aerodinámico.

Aunque una o dos inserciones temporales preformadas se sobre-moldearon en los ejemplos anteriores, en la práctica de la invención, cualquier número de inserciones preformadas se podría sobre-moldear para la inserción temporal compuesta.

Será evidente para los expertos en la técnica que se pueden realizar diversas modificaciones y variaciones en las realizaciones de la presente invención descritas anteriormente sin salirse del ámbito y alcance de la invención como se establece en las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de realización de un núcleo cerámico multipared para la fundición de un plano aerodinámico con uno o más pasos de refrigeración interna, que comprende:
- 10 la preformación de al menos una inserción de núcleo temporal, a continuación la formación de al menos una inserción de núcleo temporal in-situ adyacente e integralmente conectada a al menos una de dichas inserciones de núcleo preformada para formar una inserción de núcleo compuesta que incluye características para formar superficies de paso interno en el núcleo cuando se extrae la inserción de núcleo compuesta, la colocación de la inserción de núcleo compuesta en una cavidad de matriz de moldeado de núcleo, introduciendo un material cerámico fluido en la cavidad de matriz para formar un cuerpo de núcleo que incorpora la inserción de núcleo compuesta, y la extracción del cuerpo de núcleo cerámico desde la cavidad de matriz.
- 15 2. El método de la reivindicación 1 que incluye la preformación de al menos dos inserciones de núcleo temporales individuales y, a continuación, la formación de al menos una inserción de núcleo temporal in-situ entre e integralmente conectada al menos a dos inserciones de núcleo preformadas.
- 20 3. El método de la reivindicación 1 ó 2 en donde una de las inserciones de núcleo forma un paso de cruce en el núcleo cerámico cuando se extrae la inserción de núcleo compuesta.
4. El método de la reivindicación 3 en donde el paso de cruce está formado próximo a un borde de ataque y/o borde de salida del núcleo cerámico.
- 25 5. El método de la reivindicación 1 ó 2 en donde una de las inserciones del núcleo forma un núcleo de piel de lado de presión integral con el núcleo principal cuando se extrae la inserción de núcleo compuesta.
6. El método de la reivindicación 1 ó 2 en donde una de las inserciones de núcleo forma una superficie de núcleo de lado de succión en el núcleo cerámico cuando se extrae la inserción de núcleo compuesta.
- 30 7. El método de la reivindicación 1 ó 2 en donde una de las inserciones de núcleo forma una superficie de borde de salida en el núcleo cerámico cuando se extrae la inserción de núcleo compuesta.
- 35 8. el método de una de las reivindicación de 1 a 7 en donde al menos una de las inserciones de núcleo temporales preformadas está formada por inyección de un material seleccionado del grupo que consiste en cera y material plástico en un molde de inserción de núcleo.
- 40 9. El método de una de las reivindicaciones de 1 a 8 en donde al menos una de las inserciones de núcleo temporales formadas in-situ está formada por inyección de un material seleccionado del grupo que consiste en cera y material plástico en un molde de inserción de núcleo compuesto en el cual reside al menos una inserción de núcleo preformada.
- 45 10. El método de una de las reivindicación de 1 a 9 que incluye además la extracción selectivamente de la inserción de núcleo compuesta del cuerpo de núcleo cerámico para producir un núcleo cerámico de multipared.
11. El método de una de las reivindicaciones de 1 a 10, en donde las características de la inserción de núcleo compuesta residen en diferentes planos.

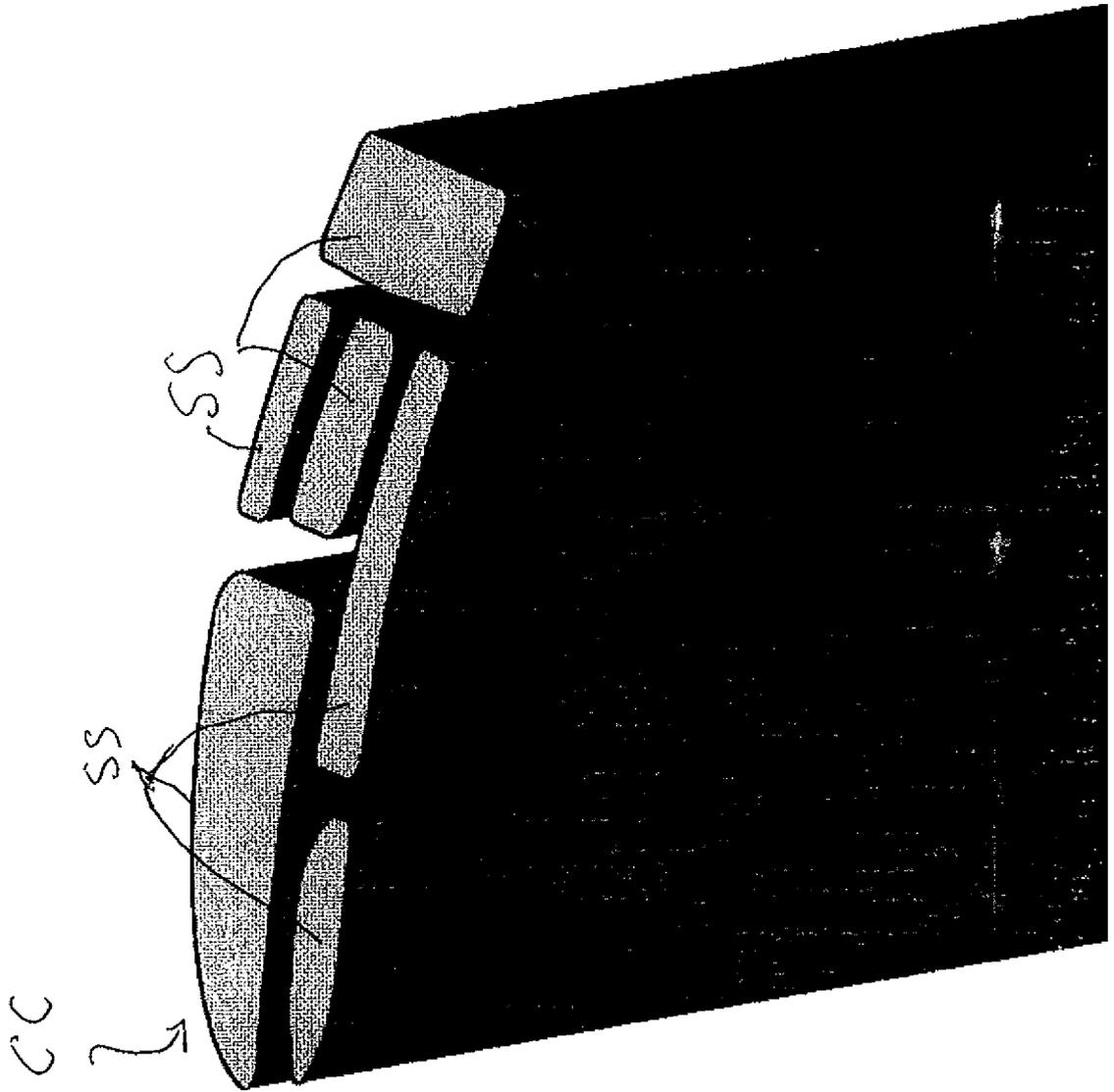


Fig. 1A



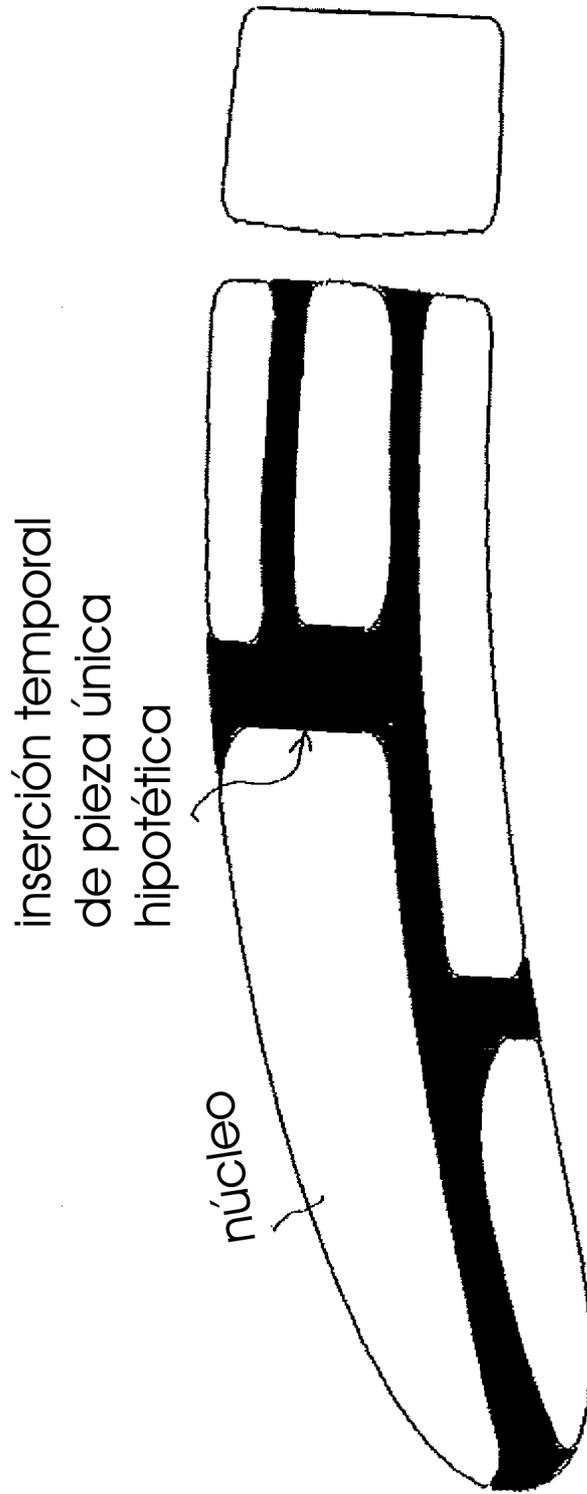


Fig. 1B

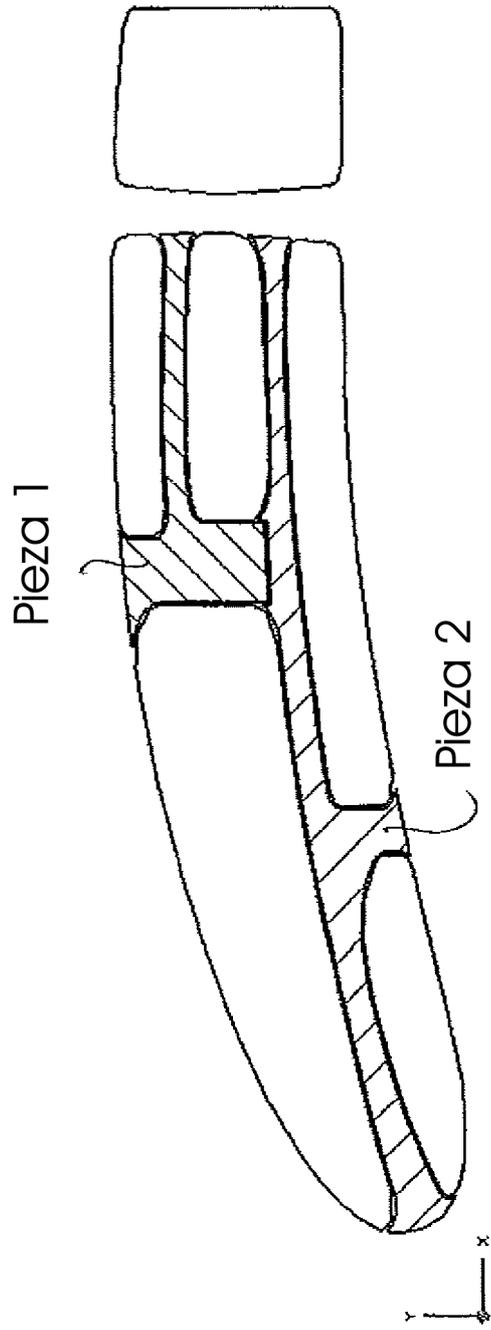
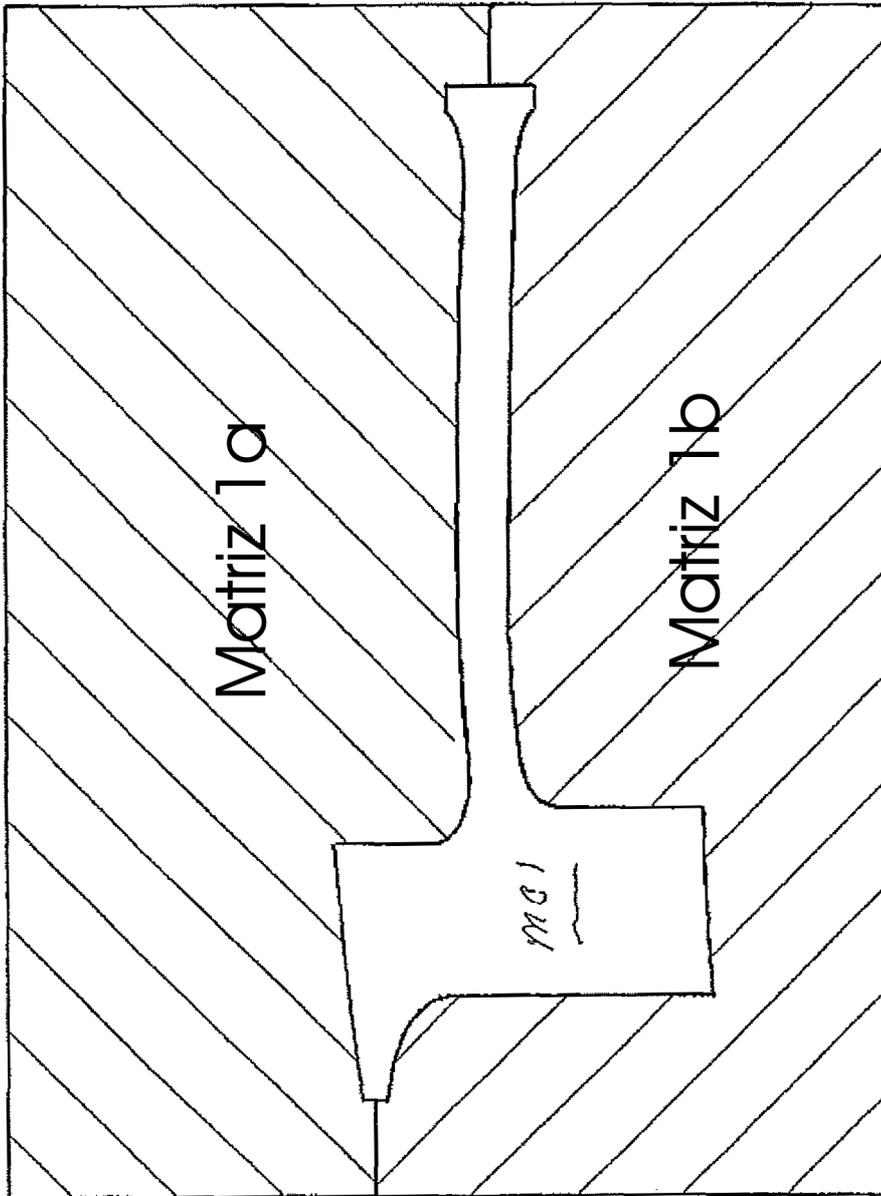


Fig. 1C



DI →

Fig. 1D

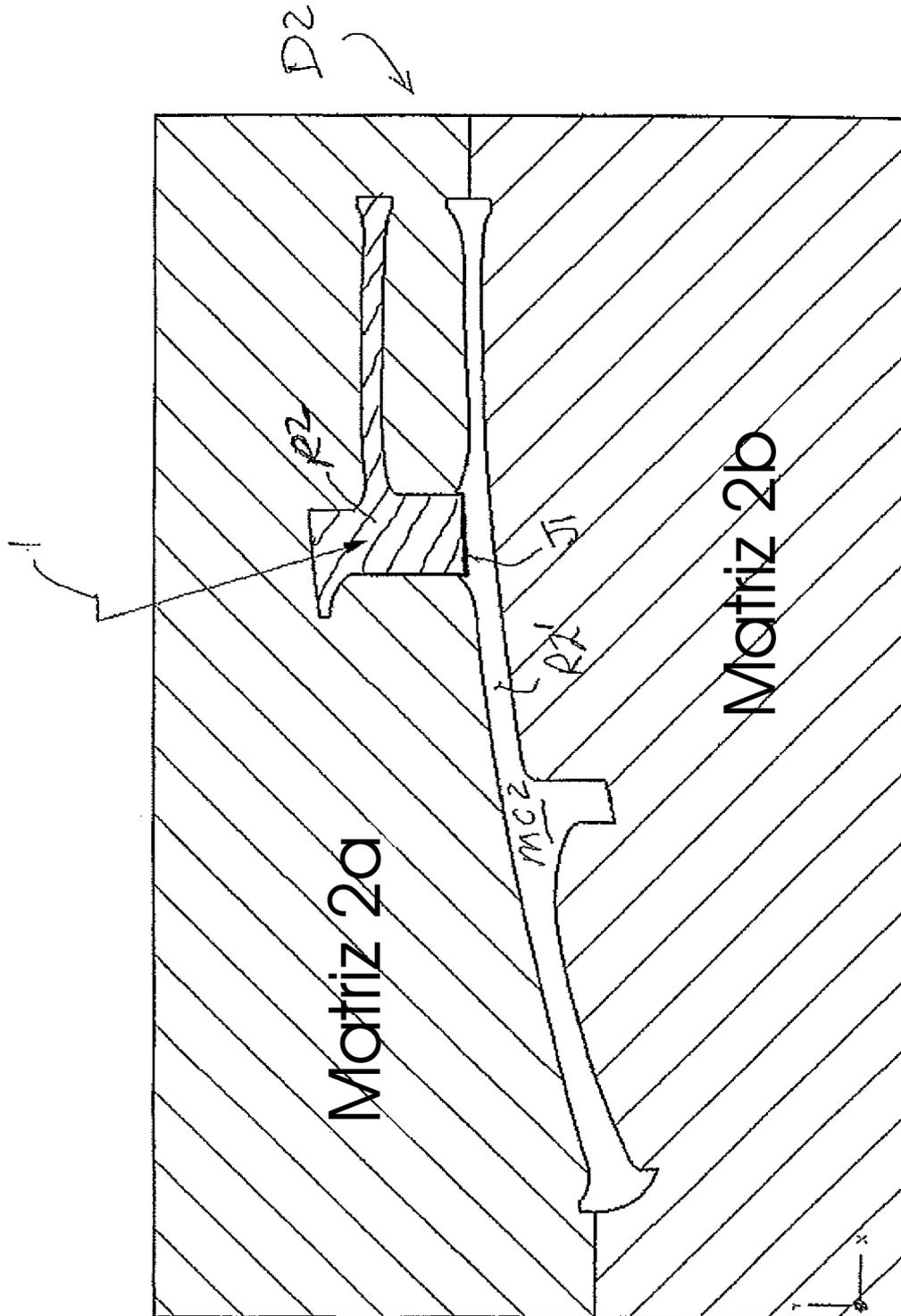
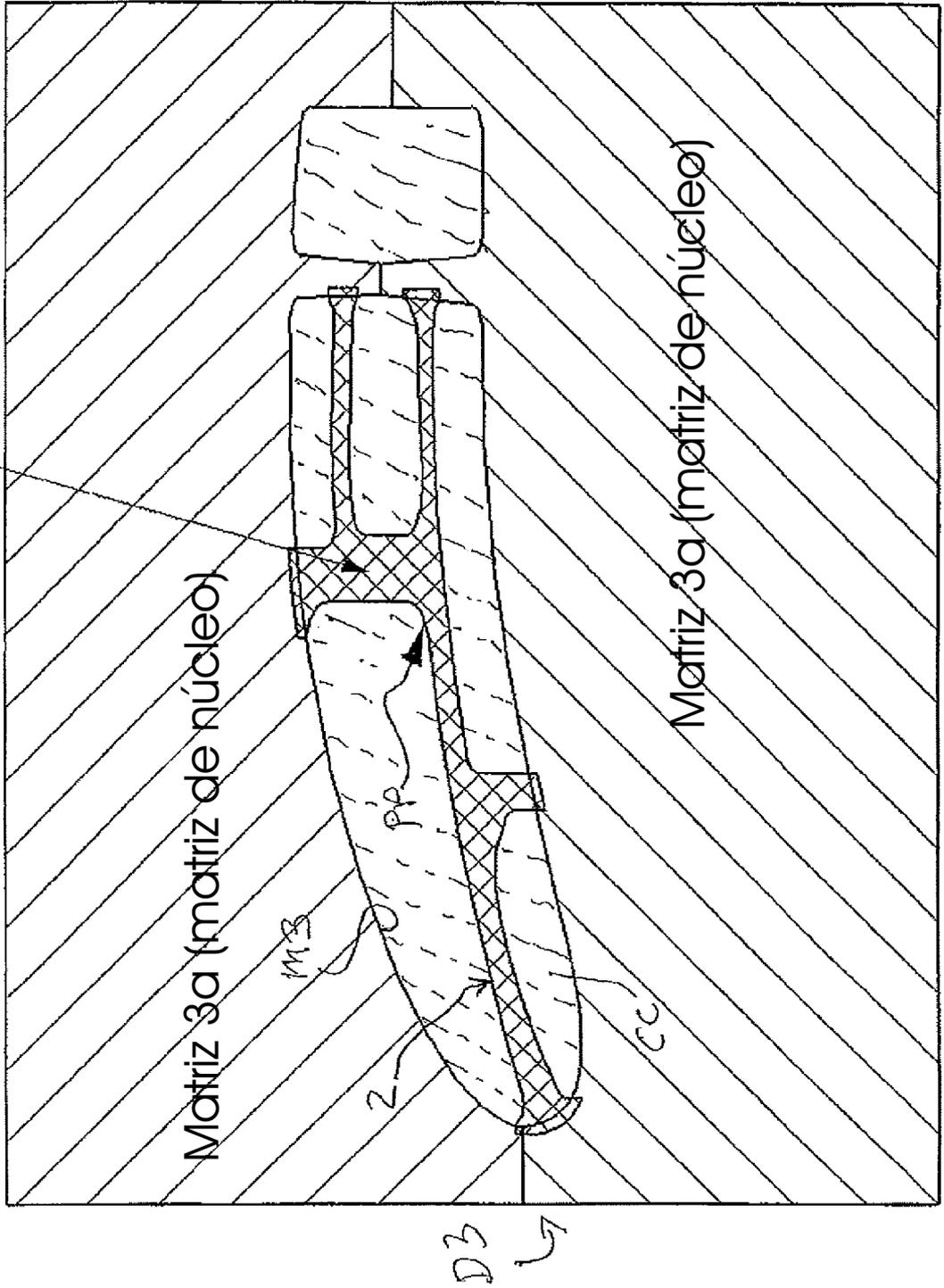


Fig. 1E

Fig. 1F



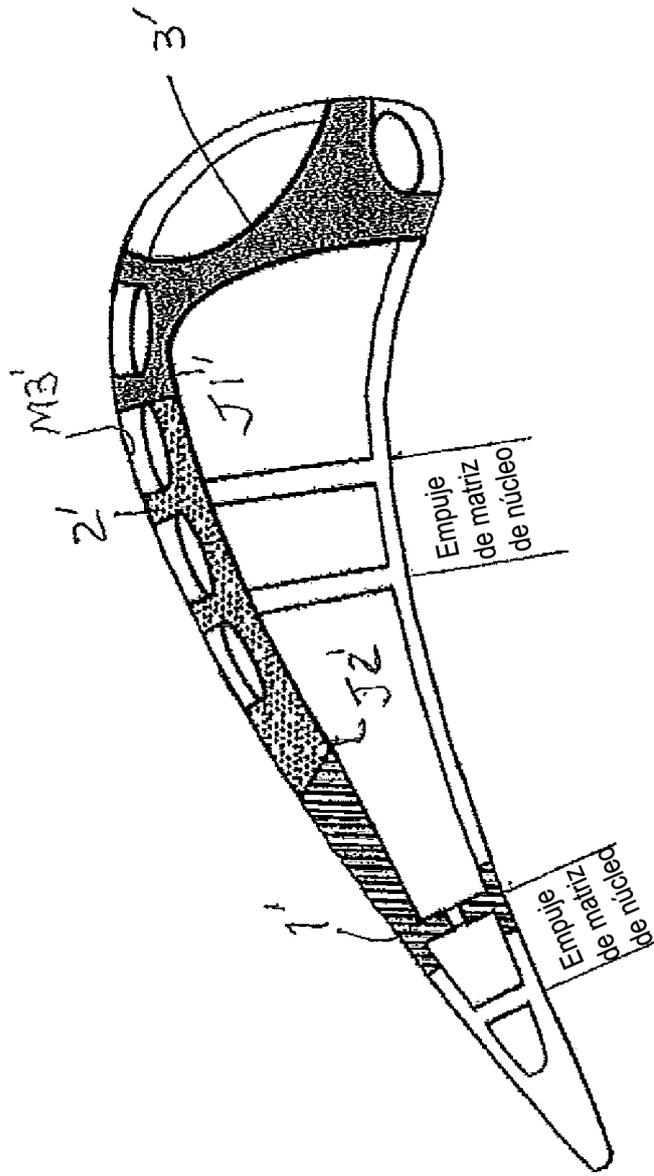


Fig. 2

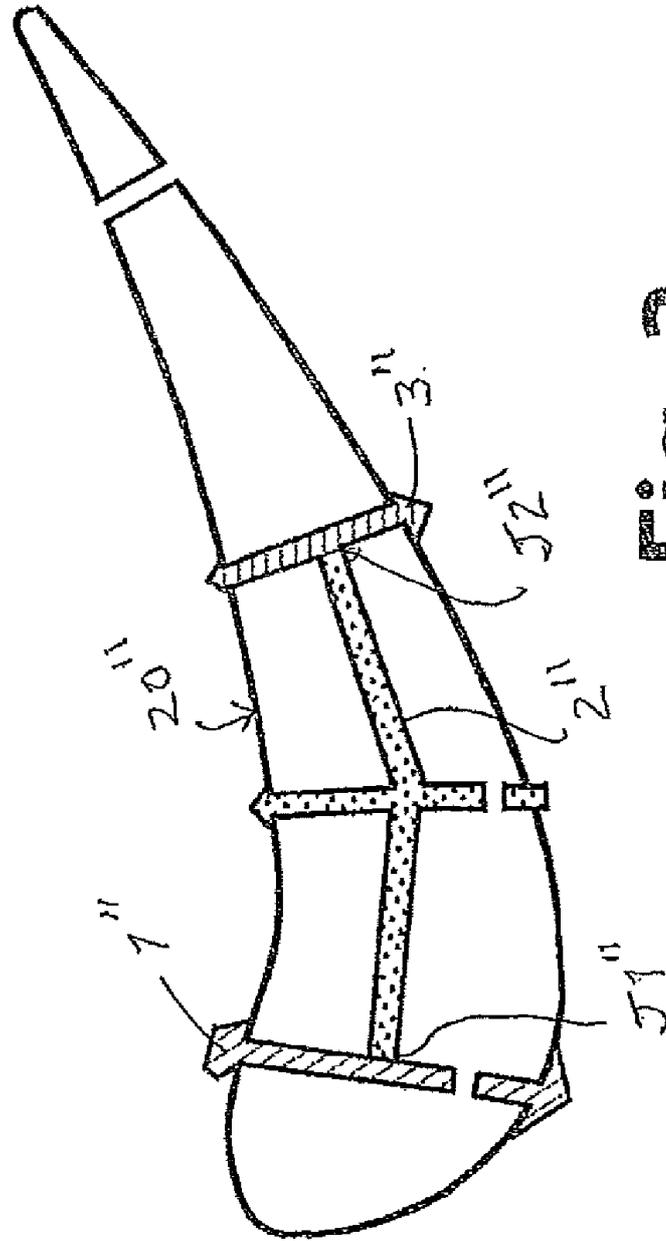


Fig. 3

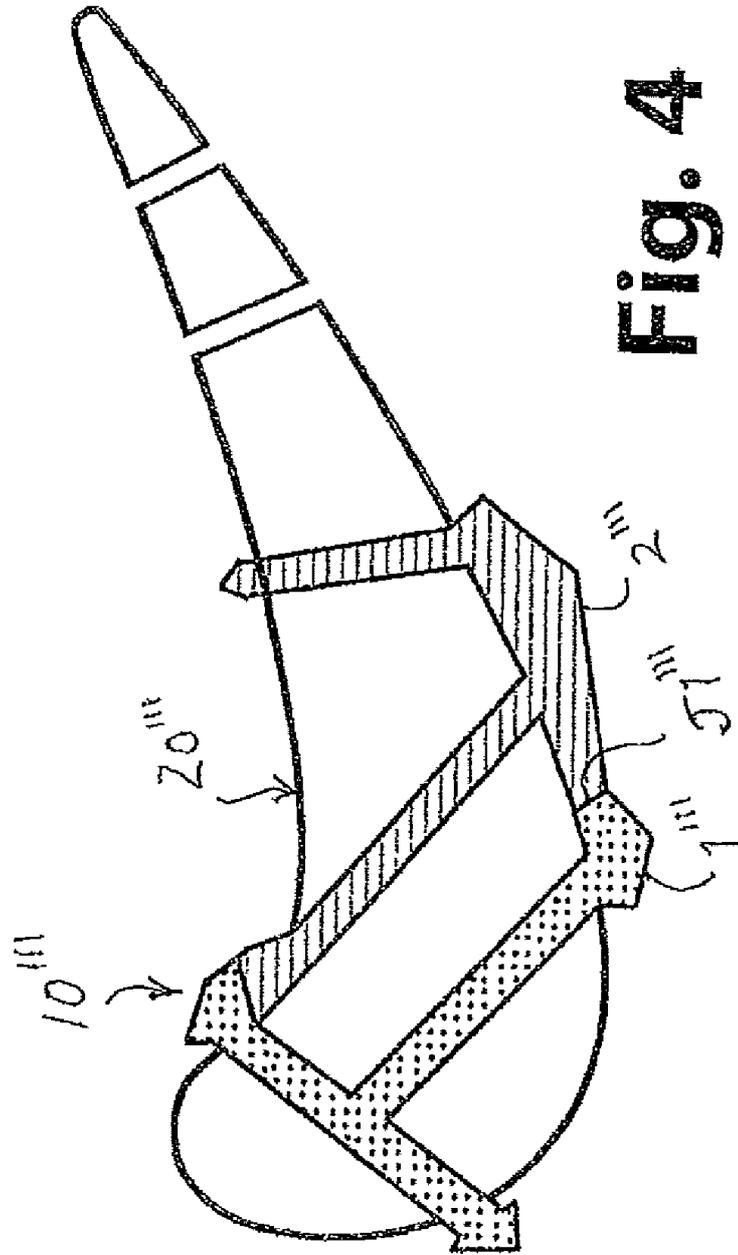


Fig. 4