



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 913**

51 Int. Cl.:
B23P 15/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04102300 .3**

96 Fecha de presentación : **25.05.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1481756**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2004**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un álabe hueco para turbomáquina.**

30 Prioridad: **27.05.2003 FR 03 50183**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.05.2011

73 Titular/es: **SNECMA**
2, boulevard du Général Martial Valin
75015 Paris, FR

72 Inventor/es: **Ferte, Jean-Pierre;**
Franchet, Jean-Michel, Patrick, Maurice;
Lhomme, Daniel, Gaston y
Lorieux, Alain

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 359 913 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

Procedimiento de fabricación para un álabe hueco para turbomáquina.

Ámbito técnico

La presente invención se refiere de modo general al ámbito de los procedimientos de fabricación de álabes para turbomáquina, tales como álabes huecos de soplante, o también de cualquier otro tipo de álabes de rotor o de estátor para turbomáquina.

Estado de la técnica anterior

Habitualmente, un álabe hueco de soplante para turbomáquina comprende un pie de espesor relativamente importante que sirve para la fijación de este álabe a un disco de rotor, estando este pie prolongado radialmente hacia el exterior por una parte aerodinámica fina, denominada pala del álabe.

De la técnica anterior, se conoce un procedimiento de fabricación de un álabe hueco de este tipo, basado principalmente en la utilización de la técnica de soldadura por difusión, asociada a la de conformado superplástico.

En efecto, en este procedimiento de la técnica anterior, se definen en primer lugar dos o tres piezas constitutivas del álabe, y después se fabrican por separado antes de ser superpuestas y ensambladas entre sí con la ayuda de la técnica de soldadura por difusión, con el objetivo de obtener una preforma del álabe deseada.

Posteriormente, se procede a la puesta en perfil aerodinámico de la preforma previamente fabricada y después a un hinchado por presión gaseosa y a un conformado superplástico de esta preforma, con el fin de obtener un álabe que presente sensiblemente su forma final.

Como se ha citado anteriormente, la fabricación de la preforma de álabe requiere una etapa de realización de dos piezas externas, y eventualmente la de una pieza central destinada a ser interpuesta entre estas dos piezas externas, con el objetivo de cumplir posteriormente una función de rigidizador.

La fabricación de las piezas externas se efectúa típicamente por mecanizado de elementos de aprovisionamiento que disponen necesariamente de dimensiones iniciales relativamente importantes, en la medida en que cada una de las dos piezas externas mecanizadas debe presentar dos porciones radialmente opuestas de espesores muy diferentes, denominándose respectivamente estas dos porciones constitutivas de la pieza externa la parte de pie y la parte de pala.

Así, la fabricación de las piezas externas destinadas a constituir al menos parcialmente la preforma de álabe, obtenidas por ejemplo por laminado, genera costes de material y costes de mecanizado extremadamente elevados, de modo que este procedimiento de fabricación del álabe hueco no está totalmente optimizado.

Para hacer frente a este inconveniente, como se describe en el documento GB-A-2 306 353, se ha propuesto entonces realizar las dos piezas externas de la preforma de álabe cortando un prisma rectangular en el sentido de la longitud y a lo largo de un plano inclinado, con el fin de que las dos superficies obtenidas durante la operación de corte estén en condiciones de constituir las caras de las dos piezas externas destinada posteriormente a formar la superficie extradós y la superficie intradós del álabe hueco.

Por otra parte, se ha propuesto igualmente realizar las dos piezas externas de la preforma de álabe por forjado, como describe el documento US-A-5 636 440. Sin embargo, esta técnica de fabricación por forjado es relativamente costosa de poner en práctica, siempre en razón de la necesidad de obtener piezas que dispongan cada una de un espesor no homogéneo.

Exposición de la invención

La invención, por tanto, tiene por objetivo proponer un procedimiento de fabricación de un álabe hueco para turbomáquina, que remedie al menos parcialmente los inconvenientes mencionados anteriormente relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

De modo más preciso, el objetivo de la invención es presentar un procedimiento de fabricación de un álabe hueco en el que la etapa de realización de las dos piezas externas de la preforma de álabe genere costes de fabricación disminuidos de modo significativo con respecto a los encontrados en la técnica anterior.

Así pues, para hacer esto, la invención tiene por objetivo un procedimiento de fabricación de un álabe hueco para turbomáquina que comprende un pie y una pala, comprendiendo el procedimiento una etapa de realización de dos piezas externas que presentan, cada una, una parte de pala y una parte de pie y que están destinadas a formar al menos parcialmente una preforma de álabe, comprendiendo el procedimiento, además, una etapa de ensamblaje por soldadura por difusión de las dos piezas externas para obtener la preforma de álabe. De acuerdo con la invención, la etapa de realización de las dos piezas externas comprende, para cada una de estas piezas externas, las operaciones siguientes:

- la fabricación por forjado, preferentemente por laminado de un elemento primario que constituye al menos la parte de pala de la pieza externa,

- la fabricación por forjado, preferentemente por hilera, de al menos un elemento secundario destinado a formar al menos parcialmente la parte de pie de la pieza externa, y

- el ensamblaje de cada elemento secundario al elemento primario con el fin de obtener la pieza externa.

Ventajosamente, en el procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención, la realización de la preforma de álabe no integra la fabricación considerablemente costosa de dos piezas externas, cada una en una sola pieza y destinadas a comprender dos porciones de espesores considerablemente diferentes que sirvan respectivamente para definir la parte de pie y la parte de pala de esta pieza externa.

Por el contrario, cada pieza externa es realizada con la ayuda de un elemento primario que no constituye o no constituye íntegramente la parte de pie de la pieza, así como al menos un elemento secundario que forma únicamente y al menos parcialmente la parte de pie de esta misma pieza externa. De este modo, los elementos primarios de las piezas externas de la preforma de álabe pueden ser definidos adecuadamente de modo que cada uno disponga de un espesor relativamente homogéneo, generando así naturalmente una reducción significativa de los costes de fabricación, especialmente en lo que concierne a los costes de material y los costes de mecanizado.

Por otra parte, no estando destinado cada elemento secundario a entrar en la constitución de la parte de pala de la pieza externa asociada, sino únicamente a

formar al menos parcialmente la parte de pie de esta misma pieza, es evidente que los costes de fabricación pueden quedar igualmente reducidos al mínimo, especialmente en razón de su longitud radial necesariamente poco importante.

En otras palabras, el procedimiento de acuerdo con la invención prevé una realización de cada pieza externa de la preforma de álabe con la ayuda de una pluralidad de elementos de los cuales uno o varios no se extienden en toda la longitud radial de esta pieza externa, lo que permite entonces paliar fácilmente los inconvenientes directamente ligados a la importante variación de espesor de la piezas externas en su dirección radial.

Preferentemente, la operación de ensamblaje de cada elemento secundario al elemento primario es puesta en práctica con la ayuda de una técnica tomada entre el grupo constituido por la soldadura por fricción lineal, y por la soldadura por "friction stir welding", siendo preferidas estas técnicas en el sentido de que éstas son relativamente fáciles de poner en práctica, fiables, poco costosas, y metalúrgicamente poco destructivas.

Preferentemente, la etapa de ensamblaje por soldadura por difusión de las dos piezas externas con el fin de obtener la preforma de álabe va seguida de las etapas siguientes:

- puesta en perfil aerodinámico de la preforma, e
- hinchado por presión gaseosa y conformado superplástico de la preforma puesta en perfil aerodinámico.

Puede preverse que cada elemento secundario destinado a formar al menos parcialmente la parte de pie de cada una de las dos piezas externas sea realizado por hilado. Ventajosamente, esta técnica, poco costosa de poner en práctica, consiste en realizar, a partir de una palanquilla de material y a través de una hilera apropiada, un perfil del elemento secundario que disponga de la geometría deseada.

En un primer modo de realización preferido del procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención, para cada una de las dos piezas externas, este procedimiento es puesto en práctica de tal modo que el elemento primario se fabrica de manera que forma únicamente la parte de pala de la pieza externa, y de tal modo que se fabrica un único elemento secundario de modo que forma íntegramente la parte de pie de esta preforma.

En un segundo y un tercero modos de realización preferidos del procedimiento de fabricación de acuerdo con la invención, para cada una de las dos piezas externas, este procedimiento es puesto en práctica de tal modo que el elemento primario se fabrica de manera que forma la parte de pala de la pieza externa así como una porción central de la parte de pie de esta pieza externa, y de tal modo que se fabrica al menos un elemento secundario de modo que forma una porción de la parte de pie de la pieza externa, cuando es ensamblado al elemento primario.

A tal efecto, puede preverse que para cada una de las dos piezas externas de la preforma de álabe, el elemento primario sea fabricado de manera que presente una superficie externa, y que los elementos secundarios sean ensamblados a esta misma superficie externa.

Otras ventajas y características de la invención se pondrán de manifiesto en la descripción detallada no limitativa que sigue.

Breve descripción de los dibujos

Esta descripción se realizará en relación con los dibujos anejos, en los cuales:

- la figura 1 representa una vista en perspectiva de un álabe hueco clásico para turbomáquina,

- la figura 2 representa una vista esquemática en perspectiva de una pieza externa de una preforma de álabe, obtenida durante la puesta en práctica de la etapa de realización de las dos piezas externas del procedimiento de fabricación de acuerdo con la presente invención,

- las figuras 3a a 3e ilustran esquemáticamente etapas de un primer modo de realización preferido del procedimiento de fabricación de acuerdo con la presente invención, y

- Las figuras 4 y 5 representan una pieza externa de preforma de álabe, obtenida durante la puesta en práctica de la etapa de realización de las dos piezas externas del procedimiento de fabricación, respectivamente de acuerdo con un segundo y un tercero modos de realización preferidos de la presente invención.

Exposición detallada de los modos de realización preferidos

Refiriéndose a la figura 1, se puede percibir un álabe hueco clásico 1 para turbomáquina (no representada), realizado por ejemplo de titanio o de una de sus aleaciones.

Este álabe hueco 1, del tipo de álabe de rotor de soplante de gran cuerda, comprende un pie 2 prolongado por una pala 4 en una dirección radial.

La pala 4, destinada a ser colocada en la vena de circulación de un flujo de aire de la turbomáquina, está provista de dos superficies exteriores 6 y 8, denominadas respectivamente superficie de extradós 6 y superficie de intradós 8, empalmadas por un borde de ataque 10 y un borde de fuga 12.

La figura 2 representa una pieza externa 14 de una preforma de álabe, tal como la destinada a ser obtenida después de una etapa de realización de dos piezas externas 14, durante la puesta en práctica del procedimiento de fabricación de acuerdo con la presente invención.

Esta pieza externa 14 comprende una parte de pie 16 de espesor importante y variable, que está prolongada en una dirección radial por una parte de pala 18. Como puede verse en esta figura 2, la parte de pie 16 dispone de una porción radial interna 20 de un espesor medio E elevado, estando prolongada radialmente esta porción 20 exteriormente por una porción radial externa 22 de un espesor medio e más pequeño que el espesor medio E. A título indicativo, se significa que la porción radial interna 20 está destinada a asegurar posteriormente la fijación del álabe a un disco de rotor de la turbomáquina, especialmente gracias a la parte de proyección 23a solidaria de una parte central 23b dispuesta en la prolongación de la porción radial externa 22 de la parte de pie 16.

Además, la parte de pala 18 de la pieza externa 14 dispone de una extremidad radialmente interna 24 de un espesor e' sensiblemente igual al espesor medio e, y de una extremidad radialmente externa 26 de un espesor e'' más pequeño que el espesor e'. Sin embargo, la parte de pala 18 de la pieza 14 es de espesor sensiblemente homogéneo.

Por otra parte, se indica que la extremidad radialmente interna 24 establece la unión entre la parte de pala 18 y la porción radial externa 22 de la parte de pie 16 de la pieza externa 14, como muestra esque-

máticamente el plano ficticio de unión P representado en la figura 2.

En un primer modo de realización preferido del procedimiento de fabricación de acuerdo con la presente invención, se efectúa una etapa de realización de las dos piezas externas 14 de la preforma de álabe de la manera descrita anteriormente, refiriéndose a las figuras 3a a 3c. A tal efecto, se significa que, realizándose habitualmente las dos piezas externas 14 de la misma manera, solamente se va a presentar entonces una de estas dos piezas 14.

Así, para fabricar una pieza externa 14 de preforma de álabe, se procede en primer lugar a la fabricación de un elemento primario 28, que presenta una superficie interna 28a así como una superficie externa 28b. En este primer modo de realización preferido de la presente invención, el elemento primario 28 es fabricado de tal modo que éste forma únicamente la parte de pala 18 de esta pieza externa 14. Por consiguiente, el espesor de este elemento primario 28 es sensiblemente homogéneo, y la técnica de realización de este último por forjado, preferentemente por laminado, está por tanto particularmente adaptada, y totalmente optimizada en términos de costes de material y de costes de mecanizado. Esto se explica por el hecho de que el elemento de aprovisionamiento necesario para su fabricación puede disponer fácilmente de dimensiones parecidas a las dimensiones finales que debe presentar este mismo elemento 28.

Paralelamente a la fabricación del elemento primario 28 que forma única e integralmente la parte de pala 18 de la pieza externa 14, se realiza igualmente un elemento secundario único 34, destinado en este primer modo de realización preferido a formar íntegramente la parte de pie 16 de esta misma pieza 14. Así, se precisa naturalmente que el elemento primario 28 y el elemento secundario 34 dispongan, cada uno, de una geometría respectivamente sensiblemente idéntica a la geometría de la parte de pala 18 y de la parte de pie 16 de la pieza externa 14 representada en la figura 2.

Como muestra la figura 3b, el elemento secundario 34 comprende por tanto una parte 36 de espesor importante y similar a la porción radial interna 20 representada en la figura 2, así como una parte 38 de espesor más pequeño similar a la porción externa 22 representada en esta misma figura 2. Por consiguiente, el elemento 34 puede ser fabricado fácilmente por hilado o por cualquier otra técnica de forjado, consistiendo esta probada técnica preferida de hilado/extrusión, de coste pequeño, en realizar, a partir de una palanquilla de material y a través de una hilera apropiada, un perfil del elemento secundario 34 que disponga de la geometría deseada. De este modo, con una técnica de este tipo, es posible fabricar elementos secundarios 34 uno a continuación de otro, por simple corte de piezas de gran longitud.

Cuando el elemento primario 28 y el elemento secundario 34 han sido realizados simultáneamente, preferentemente de aleación de titanio, se procede a continuación a su ensamblaje con el fin de obtener sensiblemente la geometría de la pieza externa 14, como ilustra la figura 3c.

Este ensamblaje puede efectuarse entonces por soldadura, poniendo en contacto una superficie radial interna 40 del elemento primario 28 con una superficie radial externa 42 del elemento secundario 34. Estas superficies 40 y 42 son sensiblemente planas y de-

finen conjuntamente una zona plana de contacto 44, dispuesta sensiblemente en un emplazamiento idéntico al del plano ficticio de unión P representado en la figura 2, con respecto a las partes de pie 16 y de pala 18 de la pieza externa 14.

A título de ejemplos indicativos, la operación de ensamblaje del elemento secundario 34 al elemento primario 28 se realiza preferentemente por soldadura por fricción lineal, o por soldadura por "friction stir welding". Estas técnicas de soldadura conocidas permiten ventajosamente que la zona soldada conserve características metalúrgicas compatibles con la técnica de soldadura por difusión y la de hinchado superplástico, y aseguran propiedades mecánicas conformes a las especificaciones de la pieza externa acabada.

Naturalmente, esta operación de soldadura puede ir seguida de una operación de mecanizado de reacondicionamiento geométrico de la zona soldada, con el objetivo de obtener una pieza externa 14 de la cual una superficie interna 14a y una superficie externa 14b dispongan de la geometría prevista.

Cuando las dos piezas externas 14 han sido fabricadas de la manera que acaba de exponerse, por ejemplo simultáneamente y de modo que sean sensiblemente idénticas, se procede a continuación a una etapa de ensamblaje por soldadura por difusión de estas dos piezas 14 de manera que se obtenga la preforma de álabe deseada 30, como ilustra esquemáticamente la figura 3d.

A tal efecto, se indica que la preforma 30 puede ser realizada clásicamente con la ayuda de dos piezas externas 14 idénticas con las caras internas 14a ranuradas, o también con la ayuda de tres piezas de las cuales dos piezas externas idénticas 14 disponen de superficies internas 14a sensiblemente lisas en contacto con una tercera pieza intermedia (no representada), destinada a constituir posteriormente un rigidizador.

Así, en el caso en que la preforma 30 esté constituida únicamente por dos piezas externas idénticas 14, una vez que éstas son fabricadas como se describió anteriormente, éstas son soldadas entonces entre sí por difusión, de una manera análoga a la encontrada en la técnica anterior para efectuar el ensamblaje de las diversas piezas constitutivas de la preforma. A tal efecto, y de modo conocido, se significa que la operación de soldadura por difusión va precedida de una operación de depósito de barreras antidifusión (no representadas) según un motivo determinado, estando dispuestas las barreras a nivel de las superficies internas en contacto 14a de las piezas externas 14.

Además, en el caso en que la preforma 30 sea del tipo que comprenda tres piezas superpuestas, de las cuales una pieza intermedia, la etapa de ensamblaje por soldadura por difusión de dos piezas 14 se efectúa entonces de uno modo análogo y clásico, interponiendo esta pieza intermedia entre las dos piezas externas 14 con el fin de que éstas queden fijadas, cada una, por soldadura por difusión a la pieza intermedia.

A continuación de la etapa de realización de la preforma de álabe 30 que acaba de describirse, se procede después a etapas clásicas tendentes en primer lugar a poner en perfil aerodinámico la preforma 30, de manera que ésta disponga de una forma sensiblemente alabeada como ilustra la figura 3e. A continuación, siempre de modo conocido, una etapa de hinchado por presión gaseosa y de conformado superplástico per-

mite obtener el álabe 1 tal como el representado en la figura 1, yendo seguida habitualmente esta etapa de un mecanizado final destinado a dar al álabe 1 rigurosamente el perfil aerodinámico deseado.

La figura 4 representa una pieza externa 14 obtenida después de la puesta en práctica de la etapa de realización de las dos piezas externas 14, durante la puesta en práctica del procedimiento de fabricación de acuerdo con un segundo modo de realización preferido de la presente invención.

En este segundo modo de realización preferido, esta etapa de realización de las dos piezas externas 14 solo difiere ligeramente con respecto a la puesta en práctica en el procedimiento de fabricación de acuerdo con el primer modo de realización preferido descrito anteriormente, siendo las otras etapas sensiblemente idénticas.

En efecto, un elemento primario 128 es realizado de modo similar al encontrado en la realización del elemento primario 28, con la diferencia de que el elemento primario 128 está destinado a formar la parte de pala 18 de la pieza externa 14, así como una porción central de la parte de pie 16 de esta misma pieza 14. A tal efecto, se significa que la parte central de la parte de pie 16, no representada en la figura 2, debe ser comprendida como estando constituida sensiblemente por toda la porción radial externa 22, así como la parte central 23b de la porción radial interna 20.

De este modo, como puede verse en la figura 4, el elemento primario 128 se extiende por tanto en toda la longitud radial de la pieza 14, al tiempo que conserva un espesor homogéneo. Por consiguiente, aquí también, la técnica de obtención de las piezas 128 por laminado está por tanto particularmente adaptada, y completamente optimizada en términos de costes de material y de costes de mecanizado, en la medida en que los elementos de aprovisionamiento necesarios para la fabricación de estas piezas externas 128 pueden disponer fácilmente de dimensiones parecidas a las dimensiones finales que deben presentar estas mismas piezas 128.

Por otra parte, en este segundo modo de realización preferido de la presente invención, se fabrica un único elemento secundario 134 de modo que éste forme una porción de la parte de pie 16 de la pieza 14, cuando quede ensamblado al elemento primario 128.

Como puede verse en la figura 4, en este segundo modo de realización preferido, se fabrica el elemento secundario 134 y se ensambla a una superficie externa 128b del elemento primario 128, disponiendo este último de una forma sensiblemente paralelepípedica y estando destinado a constituir la parte de proyección 23a de la porción radial interna 20 de la parte de pie 16, representada en la figura 2. Obsérvese que la geometría simplificada del elemento secundario 134 con respecto a la del elemento secundario 34 permite facilitar todavía más la realización de este elemento, preferentemente siempre con la ayuda de la técnica de hilado descrita anteriormente.

A continuación, cuando se han fabricado simultáneamente el elemento primario 128 y el elemento secundario 134, preferentemente en una aleación de titanio, se procede después a su ensamblaje de ma-

nera que se obtenga sensiblemente la geometría de la pieza externa 14, como ilustra la figura 4. Por otra parte, siempre a título de ejemplos indicativos, la operación de ensamblaje del elemento secundario 134 al elemento primario 128 se realiza preferentemente por soldadura por fricción lineal, o también por soldadura por "friction stir welding".

Las dos piezas externas 14 realizadas como se indicó anteriormente son ensambladas a continuación clásicamente por soldadura por difusión, con el fin de obtener la preforma 30 deseada.

La figura 5 representa una pieza externa 14 obtenida como consecuencia de la puesta en práctica de la etapa de realización de las dos piezas externas 14, durante la puesta en práctica del procedimiento de fabricación de acuerdo con un tercer modo de realización preferido de la presente invención.

En este tercer modo de realización preferido, esta etapa de realización de las dos piezas externas 14 solo difiere ligeramente con respecto a la puesta en práctica en el procedimiento de fabricación de acuerdo con el segundo modo de realización preferido descrito anteriormente, siendo las otras etapas sensiblemente idénticas.

En efecto, el elemento primario 128 es realizado de modo similar al encontrado en el segundo modo de realización preferido, de modo que éste forma la parte de pala 18 de la pieza 14, así como una porción central de la parte de pie 16 de esta misma pieza externa 14.

De este modo, como puede verse en la figura 5, el elemento primario 128 se extiende por tanto igualmente en toda la longitud radial de la pieza 14, al tiempo que conserva un espesor homogéneo.

Sin embargo, contrariamente al segundo modo de realización preferido del procedimiento de acuerdo con la invención en el cual está previsto un único elemento secundario 134 en la superficie externa 128b del elemento primario 128, el tercer modo de realización preferido prevé que se fabriquen dos elementos secundarios 234 y que se ensamblen a esta superficie 128b, siempre con el fin de obtener una forma sensiblemente idéntica a la parte de proyección 23a de la porción radial interna 20 de la parte de pie 16.

Así, el recorte en dos elementos secundarios 234 de la parte de proyección 23a permite facilitar las operaciones de soldadura por fricción lineal de estos elementos 234 al elemento primario 128 y por tanto necesitar un equipo industrial menos avanzado que el necesario para la puesta en práctica del segundo modo de realización preferido del procedimiento de acuerdo con la presente invención.

A tal efecto, se indica que la parte de proyección 23a ha sido descrita como pudiendo ser realizada con la ayuda de dos elementos secundarios 234, pero que, naturalmente, podría ser realizada con un número superior de elementos, sin salirse del marco de la invención.

Naturalmente, el especialista en la materia podrá aportar numerosas modificaciones a los procedimientos de fabricación del álabe 1 que acaban de describirse, únicamente a título de ejemplos no limitativos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un álabe hueco para turbomáquina que comprende un pie (2) y una pala (4), comprendiendo el procedimiento una etapa de realización de dos piezas externas (14) que presentan, cada una, una parte de pala (18) y una parte de pie (16) y que están destinadas a formar al menos parcialmente una preforma de álabe (30), comprendiendo el procedimiento además una etapa de ensamblaje por soldadura por difusión de las dos piezas externas (14) con el fin de obtener la citada preforma de álabe (30), **caracterizado** porque la etapa de realización de las dos piezas externas (14) comprende, para cada una de las citadas piezas externas (14), las operaciones siguientes:

- la fabricación por forjado de un elemento primario (28, 128) que constituye al menos la parte de pala (18) de la pieza externa (14),

- la fabricación por forjado de al menos un elemento secundario (34, 134, 234) destinado a formar al menos parcialmente la citada parte de pie (16) de la pieza externa (14), y

- el ensamblaje de cada elemento secundario (34, 134, 234) al elemento primario (28, 128) con el fin de obtener la pieza externa (14).

2. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la operación de ensamblaje de cada elemento secundario (34, 134, 234) al elemento primario (28, 128) es puesta en práctica con la ayuda de una técnica tomada entre el grupo constituido por la soldadura por fricción lineal, y por la soldadura por "friction stir welding".

3. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, **caracterizado** porque la etapa de ensamblaje por soldadura por difusión de las dos piezas externas (14) con el fin de obtener la preforma de álabe (30), va seguida de las etapas siguientes:

- puesta en perfil aerodinámico de la preforma

(30), e

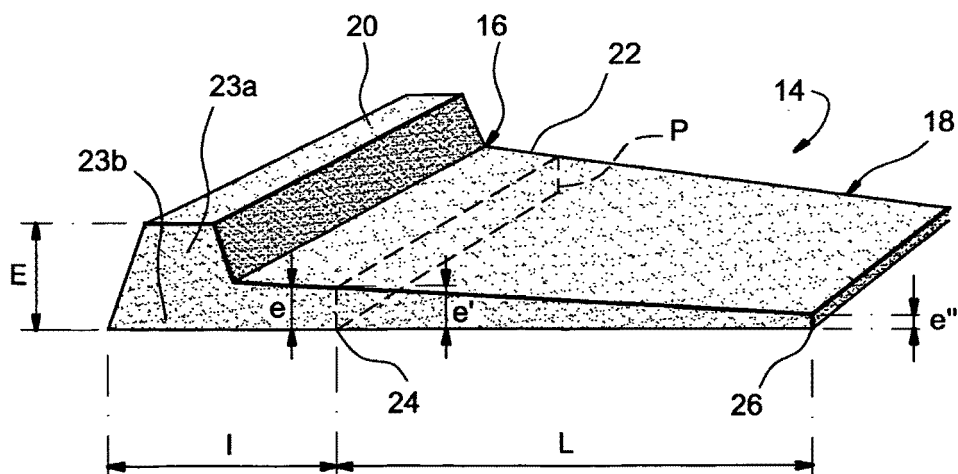
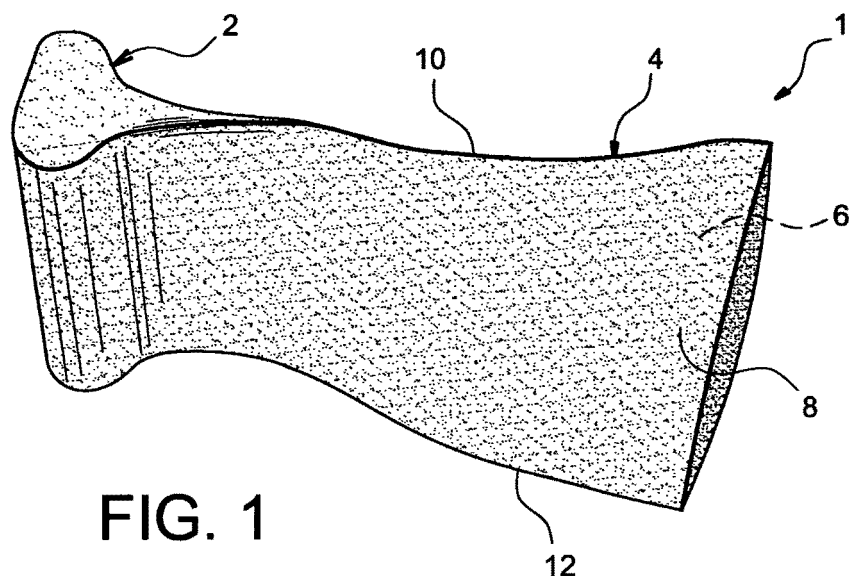
- hinchado por presión gaseosa y conformado superplástico de la citada preforma (30) puesta en perfil aerodinámico.

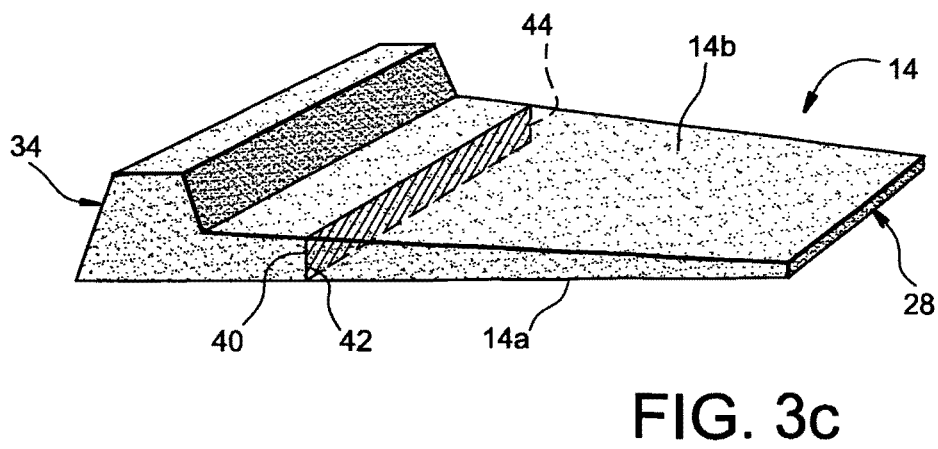
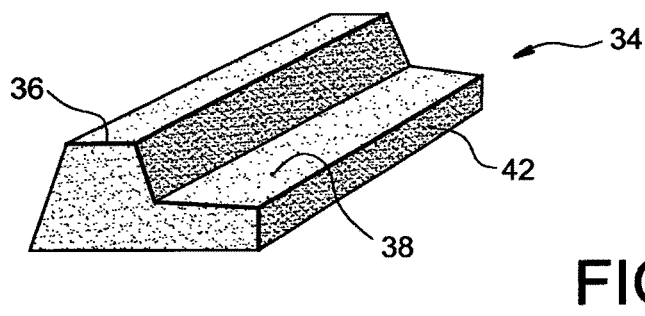
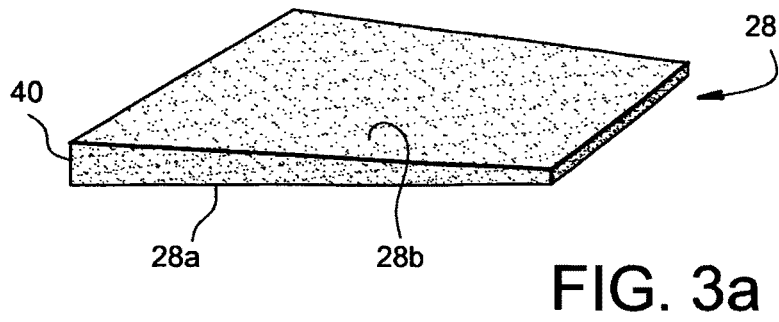
4. Procedimiento de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque cada elemento secundario (34, 134, 234) destinado a formar al menos parcialmente la citada parte de pie (16) de cada una de las dos piezas externas (14) es realizado por hilado.

5. Procedimiento de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque para cada una de las dos piezas externas (14), el citado procedimiento es puesto en práctica de tal modo que el elemento primario (28) es fabricado de manera que forma únicamente la citada parte de pala (18) de la pieza externa (14), y de tal modo que un único elemento secundario (34) es fabricado de modo que forma íntegramente la citada parte de pie (16) de esta preforma (14).

6. Procedimiento de fabricación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque para cada una de las dos piezas externas (14), éste es puesto en práctica de tal modo que el elemento primario (128) es fabricado de manera que forma la citada parte de pala (18) de la pieza externa (14) así como una porción central de la citada parte de pie (16) de esta pieza externa (14), y de tal modo que al menos un elemento secundario (134, 234) es fabricado de modo que forma una porción de la citada parte de pie (16) de la pieza externa (14), cuando éste es ensamblado al elemento primario (128).

7. Procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque para cada una de las dos piezas externas (14), el elemento primario (128) es fabricado de manera que presenta una superficie externa (128b), y porque los citados elementos secundarios (134, 234) son ensamblados a la citada superficie externa (128b) de este elemento primario (128).





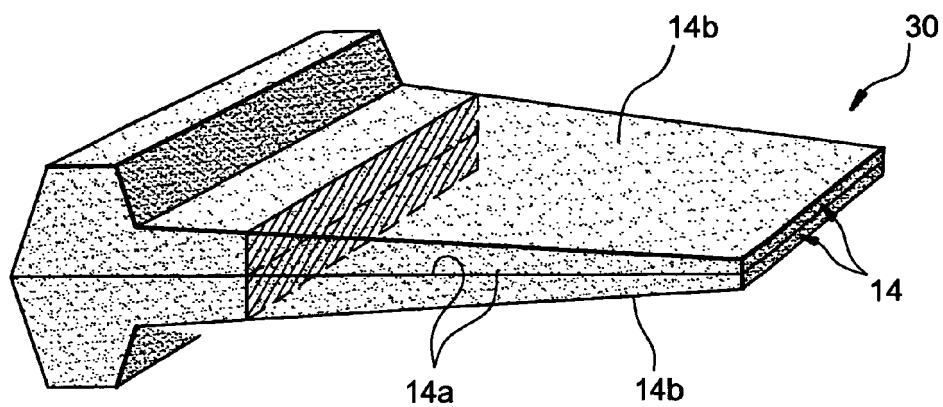


FIG. 3d

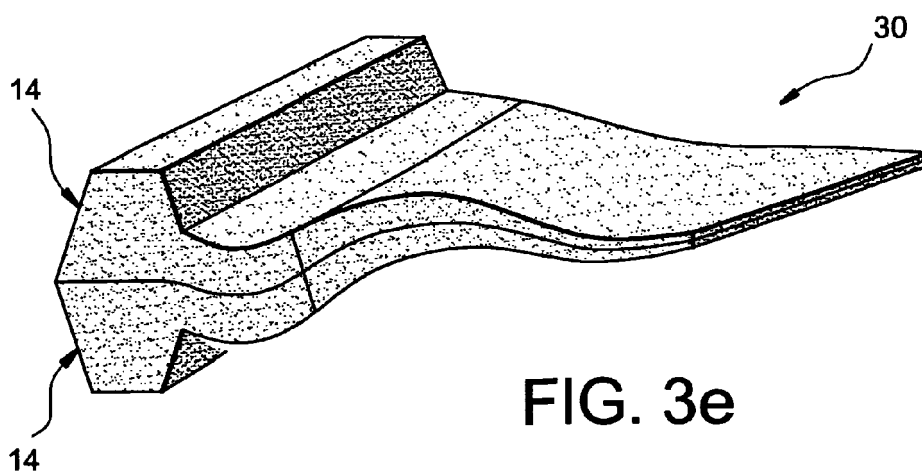


FIG. 3e

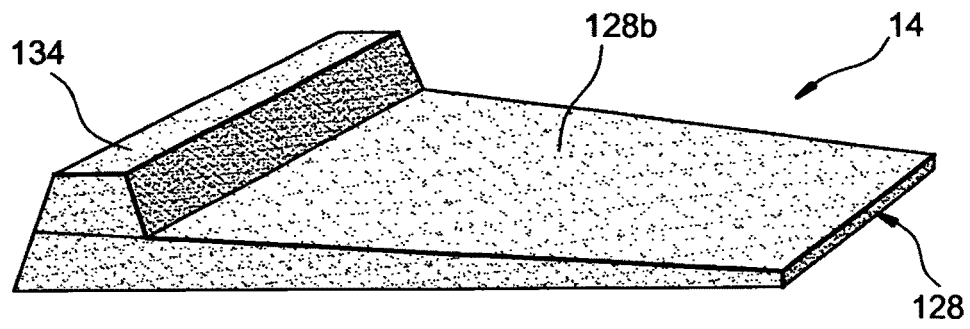


FIG. 4

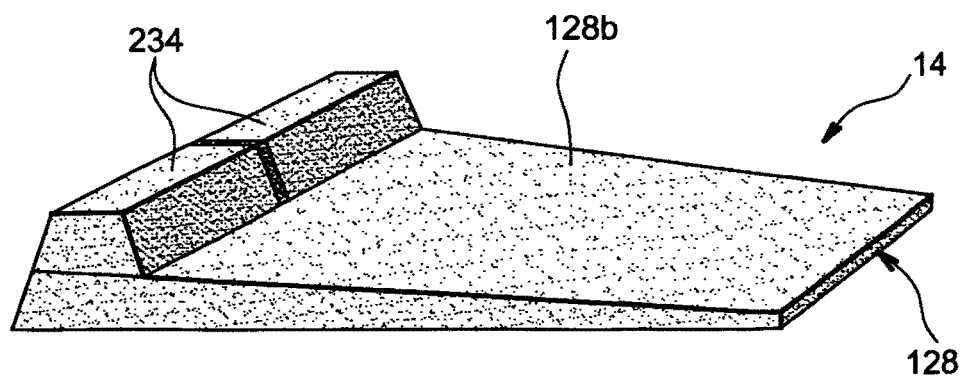


FIG. 5