

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 712**

51 Int. Cl.:
B21D 26/02 (2011.01)
B21D 47/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **03290048 .2**
96 Fecha de presentación: **09.01.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1327489**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.07.2003**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN DE UNA ESTRUCTURA PROVISTA DE RANURAS.**

30 Prioridad:
11.01.2002 BE 200200014

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.03.2012

73 Titular/es:
SONACA S.A.
ROUTE NATIONALE 5
6041 GOSSELIES, BE

72 Inventor/es:
Debaisieux, Stéphane;
Overbergh, Christian y
Quets, Sébastien

74 Agente: **Pérez Barquín, Eliana**

ES 2 375 712 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

5 Procedimiento de fabricación de una estructura provista de ranuras

La invención se refiere principalmente a un procedimiento de fabricación de una estructura metálica de forma generalmente aerodinámica, en la que se forman canalizaciones o acanaladuras yuxtapuestas, conforme al preámbulo de la reivindicación 1. De manera más precisa, el procedimiento de fabricación según la invención utiliza la técnica de soldadura por difusión y de conformación superplástica, conocida comúnmente como "SPFDB" (del inglés "SuperPastic Forming and Diffusion Bonding").

La invención encuentra una aplicación privilegiada en la industria aeronáutica. En particular, el procedimiento conforme a la invención permite en particular realizar una sub-estructura de alerón de borde de ataque, fijo o móvil, provisto de acanaladuras interiores. Estas acanaladuras pueden estar notablemente destinadas al control de un flujo de aire o al deshielo de las superficies exteriores.

La invención puede ser utilizada, no obstante, en otros sectores técnicos, para realizar todo tipo de canalizaciones integradas en una estructura o de paneles rigidizados mediante los tabiques que separan las acanaladuras.

20 Estado de la técnica

Para asegurar la seguridad y mejorar los rendimientos de las aeronaves, se equipa generalmente el borde de ataque de las alas, las colas y los timones de dirección, así como las entradas de aire de los reactores, con dispositivos que evitan la aparición de escarcha o que aseguran el control del flujo de aire sobre las superficies aerodinámicas de estos distintos elementos.

El documento US-A-3 933 327 muestra un dispositivo de descongelación de un carenado de reactor, en el que el borde de ataque comprende paredes que conducen aire caliente hacia los pasos radiales que desembocan sobre una estructura de sándwich en nido de abeja. Esta estructura está provista de perforaciones para direccionar el aire caliente hacia la pared exterior del carenado, con el fin de evitar la formación de hielo. La misma asegura por otra parte una atenuación acústica del ruido emitido por el flujo de aire. Las dos paredes y los pasos de aire caliente se realizan mediante la aplicación de los procedimientos de fabricación convencionales utilizados en aeronáutica.

El documento WO-A-98/47761 muestra el borde de ataque de un ala de avión, formado por dos paredes paralelas unidas entre sí por medio de refuerzos con el fin de definir una estructura con tabiques capacitada para resistir los esfuerzos aerodinámicos. Los espacios delimitados entre las paredes y los refuerzos constituyen zonas de comunicación para el aire que es aspirado por las perforaciones que atraviesan la pared exterior. La aspiración del aire hasta el interior del borde de ataque permite reducir la turbulencia sobre el contorno del borde de ataque. Esto tiene como efecto reducir la estela del ala y, por consiguiente mejorar el comportamiento de la aeronave. La fabricación de este tipo de estructura recurre a un cierto número de útiles específicos y en particular a plantillas para posicionar y montar los refuerzos en las dos paredes, lo que resulta particularmente desventajoso para reducir los costes y el tiempo de fabricación.

El documento US-A-6 050 523 describe una estructura de borde de ataque que comprende una sub-estructura de material compuesto y una pared de titanio adherida a esta sub-estructura. En el sentido de la envergadura, la sub-estructura comprende canalizaciones de sección circular, frente a las cuales se encuentran perforaciones realizadas en la pared. La realización de una estructura de este tipo es muy compleja puesto que necesita la utilización de técnicas diferentes para conformar la pared con el perfil deseado y para la obtención de la sub-estructura de material compuesto. La combinación de estas dos técnicas de fabricación y montaje de la pared sobre la sub-estructura conduce a operaciones largas y complejas.

El documento EP-A-0 376 371 hace referencia a una estructura concebida para evitar la formación de escarcha en las superficies aerodinámicas de una aeronave, tales como los planos de sustentación y los timones de dirección, gracias a la intervención de un fluido caliente que circula por canalizaciones orientadas según la cuerda de un perfil y cada poco tiempo a través de toda la envergadura del ala. El procedimiento de fabricación utilizado para realizar conjuntamente el borde de ataque del ala y las canalizaciones de descongelación utiliza un juego de moldes que reproducen la forma exterior del borde de ataque y la forma de las canalizaciones. Según este procedimiento, se preparan las chapas, y a continuación se ensamblan parcialmente mediante una operación metalúrgica. A continuación se perforan las mismas y se colocan entre un molde macho que define el contorno exterior de la estructura y un molde hembra que define la forma de las canalizaciones. Una fuente de calor permite también que las chapas se deformen plásticamente bajo la acción de un gas para emparejarse con el molde hembra.

El documento US-A-2 690 002 se refiere a un procedimiento de fabricación de una estructura delgada para intercambiador de calor. La estructura se realiza una sobre otra de las dos chapas. En los emplazamientos previstos para la formación de las canalizaciones, se separan estas dos chapas por medio de un material capacitado para

evitar su ensamblaje durante una operación posterior de laminación en caliente. Cuando dicha operación ha sido efectuada y las chapas son ensambladas, se inyecta un fluido a presión entre las chapas para conformar las canalizaciones simétricamente a uno y otro lado de las chapas. Si se desea que las canalizaciones aparezcan solamente por una de las caras de la estructura, se da a la chapa opuesta a esta cara un espesor mayor que le asegura una rigidez que impide su deformación. Esta técnica, que se basa en una expansión libre de las chapas, no utiliza ningún molde para conformar las diferentes partes de la estructura, salvo en caso de que se desee dar a las canalizaciones una sección recta particular, por ejemplo en forma de triángulo.

Los procedimientos de fabricación descritos en los documentos EP-A-0 376 371 y US-A-2 690 002 utilizan, en ambos casos, un ciclo de presión para realizar la estructura, lo que necesita ya sea el empleo de formas y contraformas, o ya sea una estructura simétrica para equilibrar los esfuerzos durante la formación de las canalizaciones.

El documento US 5 975 465 A describe una estructura metálica cuyo procedimiento de fabricación es conforme al preámbulo de la reivindicación 1.

El documento US 5 330 092 A describe la fabricación de una estructura en sándwich tal como un ala a partir de un apilamiento de chapas rodeado por una "piel". Este apilamiento se dispone en un molde y la piel se aplica contra el mismo por aplicación de una diferencia de presiones. El mismo procedimiento, aplicado a continuación al apilamiento de chapas, permite dar a las mismas las formas deseadas.

En el documento EP 0 893 342 A, un borde de ataque de ala de aeronave se fabrica colocando chapas perforadas en un molde de forma complementaria, y a continuación aplicando una presión al interior del apilamiento.

Exposición de la invención

La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una estructura acanalada, cuya concepción original le permite resolver al menos en parte los problemas encontrados para realizar tales estructuras mediante los procedimientos de la técnica anterior.

De manera más precisa, la invención tiene por objeto un procedimiento que permite fabricar una estructura acanalada de forma particularmente simple y poco costosa, sin tener que recurrir a utillajes o procedimientos complejos.

De acuerdo con la invención, este objetivo ha sido alcanzado gracias a un procedimiento de fabricación conforme a la reivindicación 1.

El procedimiento según la invención se basa en la independencia de las presiones aplicadas por una parte a las primeras regiones R1, que corresponden a una célula de cada dos de la estructura fabricada, y por otra parte a las segundas regiones R2 (las otras células) y a la cara del apilamiento que corresponde a la pared interior de la estructura fabricada. Durante la primera fase del ciclo de presión, se conforman parcialmente las células mediante un inflado de las primeras regiones. Durante la segunda fase del ciclo de presión, se asegura la conformación final de las células y de la pared exterior con el fin de darle el carácter liso deseado. A este efecto, se aplica progresivamente el apilamiento contra el molde manteniendo en todo momento bajo presión el conjunto de células.

En un modo de realización preferido de la invención, la primera presión aplicada a las primeras regiones R1 aumenta progresivamente hasta un valor predeterminado, durante alrededor de la primera mitad de la duración de la primera fase del ciclo de presión, y después se mantiene constante hasta el fin de la citada primera fase, donde la primera presión baja muy rápidamente hasta un valor igual al de la segunda presión aplicada a las segundas regiones R2 y a la cara de la tercera chapa T2.

Ventajosamente, el valor predeterminado de la primera presión aplicada a las primeras regiones R1, durante la primera fase del ciclo de presión, es sensiblemente igual a cuatro veces la segunda presión aplicada entonces a las segundas regiones R2 y a la citada cara de la tercera chapa T2.

Según otros aspectos de este modo de realización preferido, la duración total de la primera fase del ciclo de presión es de aproximadamente 60 minutos.

Según otro aspecto más de este modo de realización preferido, la segunda presión aplicada a las segundas regiones R2 y a la citada cara de la tercera chapa T2 se mantiene sensiblemente constante e igual a aproximadamente un bar durante la primera fase del ciclo de presión.

Según otro aspecto más del modo de realización preferido de la invención, las presiones en las primeras y segundas regiones R1, R2 y en la cara de la tercera chapa T2 aumentan regularmente durante la segunda fase del ciclo de presión, hasta la obtención de una presión final determinada, que con preferencia es igual a aproximadamente 9 bares.

Ventajosamente, la segunda fase del ciclo de presión tiene una duración sensiblemente igual a la de la primera fase

del ciclo de presión.

5 Según un modo de realización particular de la invención, se disponen simultáneamente en el molde dos apilamientos de chapas y se separan los citados apilamientos durante una fase preliminar del ciclo de presión, durante el que se aplica una presión idéntica, de bajo nivel, durante un período de tiempo muy corto a la vez en las primeras y las segundas regiones R1, R2 y en la citada cara de la tercera chapa T2, precediendo la fase preliminar del ciclo de presión a la primera fase del ciclo de presión.

10 En este modo de realización particular, la fase preliminar del ciclo de presión dura ventajosamente alrededor de un minuto y el nivel de la presión aplicada durante esta fase preliminar es de aproximadamente 1 bar.

De forma concreta, se aplica ventajosamente la primera presión a través de al menos un canal de distribución en el que desembocan las primeras regiones R1.

15 Ventajosamente, la cara de la primera chapa T1 vuelta hacia la chapa intermedia T3 es parcialmente mecanizada según bandas previstas para ser soldadas a esta última, sobre un espesor igual al de la chapa intermedia, con anterioridad a la colocación del apilamiento en el molde. De ese modo, la pared exterior de la estructura fabricada presenta un espesor sensiblemente constante y una superficie exterior perfectamente lisa.

20 Según otro aspecto de la invención, se da a las células una anchura sensiblemente igual a 5 veces la altura de las citadas células.

Breve descripción de los dibujos

25 En la presente memoria se va a describir, a título de ejemplo ilustrativo y no limitativo, un modo de realización preferido de la invención, con referencia a los dibujos, en los que:

30 La Figura 1 es una vista en perspectiva que representa esquemáticamente un borde de ataque móvil de un ala de aeronave, que integra una sub-estructura fabricada mediante el procedimiento conforme a la invención;

La Figura 2 es una sección de la sub-estructura realizada mediante el procedimiento conforme a la invención;

35 La Figura 3 es una vista en corte que representa esquemáticamente un molde que permite fabricar la sub-estructura de la Figura 2, a partir de un apilamiento de tres chapas;

La Figura 4 es una vista en corte, a mayor escala, que muestra el apilamiento de chapas situado en el molde de la Figura 3, así como las zonas de aplicación del anti-difusor;

40 La Figura 5 es una vista en perspectiva que representa un extremo del apilamiento de chapas que incluye en particular un canal de alimentación de presión de las primeras regiones, que permite la formación de las células;

45 La Figura 6 es un gráfico que representa la evolución separada de la presión P1 en las primeras regiones R1 y de la presión P2 en las segundas regiones R2 y sobre la cara interna del apilamiento de chapas (en HPa), en función del tiempo t (en segundos), durante la ejecución del procedimiento conforme a la invención;

La Figura 7 representa la forma de la estructura a la terminación de la etapa de conformación final del revestimiento exterior;

50 La Figura 8 es una vista en corte esquemática que ilustra una fase preliminar del procedimiento, durante la fabricación simultánea de dos subconjuntos en un mismo molde;

Las Figuras 9 y 10 son vistas comparables a la Figura 8, que ilustran dos etapas sucesivas de la primera fase del procedimiento, y

55 La Figura 11 es una vista comparable a las Figuras 8 a 10, que ilustra la segunda fase del procedimiento según la invención.

Descripción detallada de un modo de realización preferido de la invención

60 El modo de realización preferido del procedimiento según la invención que va a ser descrito con detalle en la presente memoria se refiere a la fabricación de una sub-estructura de borde de ataque de un ala de aeronave. Se comprenderá, no obstante, que esta sub-estructura no constituye más que un ejemplo no limitativo de las diferentes piezas susceptibles de ser obtenidas mediante el procedimiento conforme a la invención.

65 La sub-estructura cuya fabricación va a ser descrita ha sido representada con 10 en la Figura 1, en el caso de que la misma forme parte de un borde de ataque móvil 12 de un ala de aeronave. Una sub-estructura de geometría

comparable se encuentra igualmente en los bordes de ataque fijos de las alas de aeronave.

La sub-estructura 10 está compuesta por paredes delgadas de titanio y forma un panel curvo. La misma comprende esencialmente una pared exterior 14, lisa y aerodinámica, una pared interior 16 y tabiques 18 que unen las paredes 14 y 16 delimitando entre ellas células o acanaladuras adyacentes 20a y 20b, como se ha ilustrado de manera más precisa en la Figura 2. Los tabiques 18, así como las células 20a y 20b, están orientados según la envergadura del ala.

Tal y como se va a describir con mayor detalle en lo que sigue, las paredes 14 y 16, así como los tabiques 18 del panel que forman la sub-estructura 10, han sido obtenidos ensamblando tres chapas de titanio inicialmente planas. De manera más precisa, este ensamblaje se realiza mediante la técnica de soldadura por difusión y de conformación superplástica.

La Figura 2 muestra en particular las dimensiones características de las células 20a y 20b de la sub-estructura 10 que se desea fabricar. Estas dimensiones son la anchura E1 de las células por el lado de la pared exterior 14, la profundidad E2 de las células y el espesor E3 de la pared exterior 14.

Según ilustran de manera más precisa las Figuras 3 y 4, la fabricación de la sub-estructura 10 comienza con la colocación de un apilamiento 22 de tres chapas T1, T2, T3, inicialmente planas, en un molde 24. De manera más precisa, el molde 24 comprende una parte inferior 26 y una parte superior 28 que delimitan entre sí una cavidad cerrada 30 en la que está colocado el apilamiento de chapas 22. La cavidad 30 está delimitada, por la parte inferior 26, por una superficie 26a complementaria de la pared exterior 14 de la sub-estructura 10 que se va a fabricar y, por la parte superior 28, por una superficie plana 28a próxima al apilamiento de chapas 22.

Según ilustra la Figura 3, el apilamiento de chapas 22 está colocado en el molde 24 de tal modo que los bordes de las chapas T1, T2 y T3 sean mantenidos con medios de fijación apropiados (no representados). De ese modo, los bordes de las chapas pueden ser mantenidos entre las partes 26 y 28 del molde 24 por pinzamiento.

De acuerdo con procedimientos conocidos por los expertos en la materia y que no van a ser expuestos en la presente memoria en detalle, se coloca un anti-difusor entre las chapas T1, T2 y T3, en todas las regiones de las mismas que no se desea ensamblar durante la soldadura por difusión. Estas regiones, identificadas mediante las referencias R1 y R2 en la Figura 4, corresponden a las regiones destinadas a formar respectivamente las células 20a y 20b de la sub-estructura 10 que se va a fabricar.

De manera más precisa, las regiones R1 están situadas entre la chapa intermedia T3 destinada a formar los tabiques 18 y la chapa exterior T1 vuelta hacia la superficie 26a del molde y destinada a formar la pared exterior 14. De manera comparable, las regiones R2 están situadas entre la chapa intermedia T3 y la chapa interior T2 vuelta hacia la superficie 28a del molde y destinada a formar la pared interior 16. Además, las regiones R1 tienen una anchura igual a E1 y están separadas unas de otras por medio de bandas sensiblemente de la misma anchura, destinadas a ser soldadas. Las regiones R2 están situadas frente a estas bandas destinadas a ser soldadas, y tienen una anchura muy superior a E1, de modo que estén separadas unas de otras más que por las bandas estrechas destinadas a ser soldadas.

Cuando el apilamiento de chapas 22 ha sido colocado en el molde 24 y éste ha sido cerrado, una primera etapa del procedimiento según la invención consiste en calentar el citado apilamiento a una temperatura que permita la soldadura por difusión y la deformación plástica del metal. Durante esta etapa, el apilamiento de chapas 22 se lleva a una temperatura de aproximadamente 925 °C.

Cuando se alcanza esta temperatura, se ejecuta un ciclo de soldadura de las chapas T1, T2 y T3 por difusión, por fuera de las regiones R1 y R2 que no han de ser ensambladas. La realización de este ciclo se efectúa según procedimientos convencionales bien conocidos por el experto en la materia, de modo que no se realizará en la presente memoria una descripción precisa.

La etapa siguiente del procedimiento conforme a la invención permite formar las células 20a y 20b de la sub-estructura 10 que se va a realizar, y asegura la conformación global de esta última. A este efecto, la temperatura del apilamiento se mantiene a aproximadamente 925 °C.

Una característica importante de esta etapa consiste en que se aplican simultáneamente dos presiones de conformación independientes P1, y P2, sobre las chapas del apilamiento 22. De manera más precisa, la presión P1 se aplica en las regiones R1 delimitadas por la chapa exterior T1 y la chapa intermedia T3. La presión P2 se aplica a las regiones R2 delimitadas entre la chapa interior T2 y la chapa intermedia T3, así como sobre la superficie de la chapa interior T2 vuelta hacia la superficie 28a y, por consiguiente, opuesta a la superficie 26a.

Con el fin de asegurar una alimentación independiente de presión en las regiones R1 y R2, se aprecia en la Figura 5 (que representa las chapas deformadas tras la puesta en práctica del procedimiento) que cada una de las regiones R1 desemboca, por al menos uno de sus extremos, en un canal C de alimentación o de distribución. Este canal C se

ha formado al mismo tiempo que las regiones R1 y R2 intercalando un anti-difusor en el lugar apropiado entre las chapas T1 y T3. Se alimenta con presión a través de al menos una canalización (no representada) prevista a este efecto en el molde 24.

5 Por otra parte, cada una de las regiones R2 comunica con el exterior del apilamiento de chapas 22, por el lado de la superficie 28a del molde 24, es decir, por el lado opuesto a la superficie 26a del molde 24. Esta comunicación está asegurada por orificios 32 que atraviesan la chapa interior T2 por los extremos de cada una de las regiones R2. Así, la presión admitida en la parte de la cavidad 30 del molde 24 situada entre la chapa interior T2 y la estructura 28a, es establecida rápidamente en las regiones R2 a través de estos orificios 32.

10 Gracias a la disposición que se acaba de describir, durante una primera fase del ciclo de presión se aplica en las regiones R1 una primera presión P1 variable y se aplica simultáneamente en las regiones R2, así como en la parte de la cavidad 30 del molde 24 situada entre la chapa interior T2 y la superficie 28a, una presión P2 sensiblemente constante. Esta última presión P2 es significativamente distinta e inferior a P1.

15 De forma más precisa y según ilustra el período de tiempo Δt_2 en la Figura 6, la fase del procedimiento correspondiente a la formación parcial de las células 20a y la conformación previa de la sub-estructura 10 dura aproximadamente 60 minutos. En el transcurso de esta fase, la presión P2 en las regiones R2 y en la parte de la cavidad 30 del molde 24 situada entre la chapa interior T2 y la superficie 28a permanece sensiblemente constante e igual a aproximadamente 1,2 bares absolutos.

20 Simultáneamente, la presión P1 en las regiones R1 aumenta progresivamente para alcanzar un valor P1' después de un período de tiempo sensiblemente igual a la mitad de la duración de la citada fase (es decir, alrededor de 30 minutos). Este valor P1' es sensiblemente igual a cuatro veces el valor de P2. Durante la segunda mitad de la duración de esta fase, la presión P1 permanece sensiblemente constante e igual a P1'. Al final de la fase de conformación parcial de las células, la presión P1 baja muy rápidamente hasta un valor P1'' sensiblemente igual a P2.

25 La inyección de una presión P1 relativamente elevada en las regiones R1 y de una presión P2 relativamente baja en las regiones R2 y en la parte de la cavidad 30 del molde 24 situada entre la chapa interior T2 y la superficie 28a tiene como primer efecto el de abrir y conformar parcialmente las células 20a y 20b. La presión diferencial entre P1 y P2 tiene también como efecto desplazar simultáneamente las chapas interiores T2 y exteriores T1 hacia la superficie 26a de la cavidad 30 del molde 24, y aplicarlas globalmente contra la citada superficie.

30 En el transcurso de una última etapa del procedimiento conforme a la invención, que corresponde a un período de tiempo Δt_3 en la Figura 6, las presiones P1 y P2 se mantienen iguales, todo ello aumentando regularmente hasta un valor sensiblemente igual a 9 bares. La duración de esta última etapa es sensiblemente igual a la del período de tiempo Δt_2 correspondiente a la etapa anterior de conformación parcial de las células 20a y 20b, es decir, aproximadamente 60 minutos.

35 Esta última etapa del procedimiento según la invención asegura la conformación final del revestimiento exterior 14, aplicando totalmente este último contra la superficie 26a. Ello asegura igualmente la conformación final completa de las células 20a y 20b. El efecto de esta última etapa ha sido ilustrado en la Figura 7, la cual representa la forma de la estructura al final de la citada etapa.

40 La Figura 7 ilustra en particular la acción de las presiones P1 y P2 sobre las paredes de los paneles y el papel que juega la superficie 26a del molde 24 para asegurar la conformación de la pared externa con el contorno del borde de ataque. La Figura 7 muestra también la conformación final de las células 20a y 20b.

45 Durante la primera fase del procedimiento (período Δt_1 en la Figura 6), las partes A de la chapa interior T2 soldadas a la chapa intermedia T3 se alejan de la chapa exterior T1 que después es empujada progresivamente contra el molde (véase la Figura 9). El hinchado de las regiones R1 correspondientes a las células 20a induce una elongación significativa de las partes C de la chapa intermedia T3, correspondiente a los tabiques 18 de la sub-estructura 10 que se va a fabricar. De ello se desprende una puesta bajo tensión de las partes B de la chapa interior T2, situadas entre las partes A. La puesta bajo tensión de la chapa interna T2 provoca su desplazamiento hacia el interior, es decir, alejándose de la chapa exterior T1 (véase la Figura 10), hasta la obtención de partes B planas entre las partes A sucesivas (véanse las Figuras 7 y 11).

50 Los resultados de los ensayos han revelado que la realización optimizada de una sub-estructura 10 de borde de ataque mediante el procedimiento según la invención depende de las dimensiones características E1, E2 y E3 dadas a las células 20a y 20b. De ese modo, en el caso de una sub-estructura de borde de ataque destinada a la aspiración de la capa límite y, ocasionalmente, al deshielo insuflando aire caliente a través de la pared externa 14 que resulta ser porosa, el dimensionamiento óptimo se obtiene mediante un espesor medio E3 de la pared externa 14 uniformemente igual a 0,9 mm y una anchura de célula E1 sensiblemente igual a 5 veces la altura E2 (véase la Figura 2). Por ejemplo, si la anchura E2 de las células es de 5 mm, su anchura E1 es de 25 mm.

ES 2 375 712 T3

Estos valores geométricos característicos E1, E2 y E3 se ajustan adaptando los parámetros operativos del procedimiento.

5 Así, el valor final de la anchura de célula E1 resulta de la definición inicial de esta anchura y de la separación relativa de las bandas de soldadura por difusión (partes A en la Figura 7) en el apilamiento de chapas 22.

El valor final de la altura de célula E2 se obtiene principalmente ajustando el valor de la presión P1' aplicada en las regiones R1 durante la primera fase del procedimiento, que condiciona lo esencial del hinchado de las células.

10 Por último, la uniformidad de espesor E3 de la pared externa 14 puede ser obtenida mecanizando químicamente la chapa externa T1, por su cara interior vuelta hacia la chapa intermedia T3, siguiendo las bandas que constituyen las zonas de soldadura con la citada chapa intermedia. En estos recintos, el espesor local de la chapa externa T1 se reduce una cantidad igual al espesor (menor) de la chapa intermedia T3.

15 Cuando la sub-estructura está destinada a la aspiración de la capa límite y/o al deshielo por insuflación de aire caliente, la pared externa 14 puede hacerse uniformemente porosa, después de su montaje, por ejemplo por medio de una técnica de micro-perforación mediante haz láser. La estructura obtenida se conecta a continuación a un sistema de distribución neumático que permite, a través de la pared porosa, ya sea la aspiración de una parte del flujo externo a los efectos de control de la capa límite, o ya sea la insuflación de aire caliente a los efectos de
20 prevención de escarcha en la pared externa.

Según se ha representado esquemáticamente en las Figuras 8 a 11, el procedimiento según la invención puede ser utilizado igualmente para fabricar simultáneamente dos sub-estructuras 10. En ese caso, se utiliza un molde 24 cuyas dos partes 26 y 28 son, por ejemplo, simétricas con relación al plano de unión. En particular, la cavidad 30 del
25 molde está entonces limitada, por la parte inferior 26, por una superficie 26a complementaria de la pared exterior 14 de una primera sub-estructura 10 que se va a fabricar y, por la parte superior, mediante una superficie 28a complementaria con la pared exterior 14 de la segunda sub-estructura 10 que se va a fabricar.

30 En este caso, se colocan entre las dos partes 26 y 28 del molde 24 dos apilamientos 22 de tres chapas, de tal modo que las chapas exteriores T1 de cada uno de los apilamientos 22 estén situadas por el exterior y vueltas respectivamente hacia las superficies 26a y 28a. También, una película anti-difusor se coloca igualmente entre las caras adyacentes de las chapas internas T2.

35 Según se ha representado en la Figura 8 y según ilustra igualmente la gráfica de la Figura 6, la primera fase del procedimiento correspondiente a la formación parcial de las células y a la conformación de las sub-estructuras, va precedida por la aplicación de un ciclo preliminar de presión, de muy corta duración Δt_1 . Este ciclo preliminar de presión tiene la función de separar los dos apilamientos (Figura 8). Éste está caracterizado por la aplicación de una presión idéntica, de bajo nivel, a la vez en las regiones R1 y R2 y entre las caras adyacentes de las chapas interiores T2.
40

En la práctica, la duración Δt_1 del ciclo preliminar de presión es, por ejemplo, de alrededor de un minuto y la presión aplicada es de aproximadamente 1,2 bares absolutos.

45 Según ilustran sucesivamente las Figuras 9 y 10, la fase preliminar del ciclo de presión va seguida de una etapa de formación parcial de las células y de conformación de la estructura, en el transcurso de la cual se ejecuta una primera fase del ciclo de presión. Durante esta primera fase, se aplica una primera presión variable en las regiones R1 y se aplica una presión baja y constante en las regiones R2 así como entre los dos apilamientos. Esta etapa es idéntica a que se ha descrito anteriormente en el caso en que se fabrica una sola sub-estructura.

50 Todo esto es igual para la etapa siguiente de conformación final de las células y de los revestimientos exteriores, en el transcurso de la cual se aplica una misma presión en las regiones R1 y R2, así como entre los apilamientos.

55 De ese modo, el procedimiento según la invención permite fabricar de una sola vez una o dos estructuras metálicas celulares que presentan una superficie exterior lisa, mediante la técnica SPFDB, de una manera particularmente simple y poco costosa.

Bien entendido, la invención no se limita al modo de realización que se acaba de describir, sino que cubre todas las variantes.

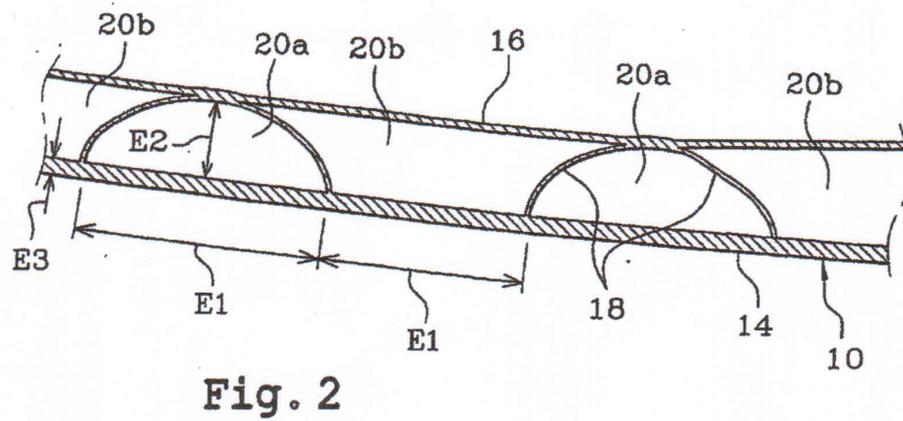
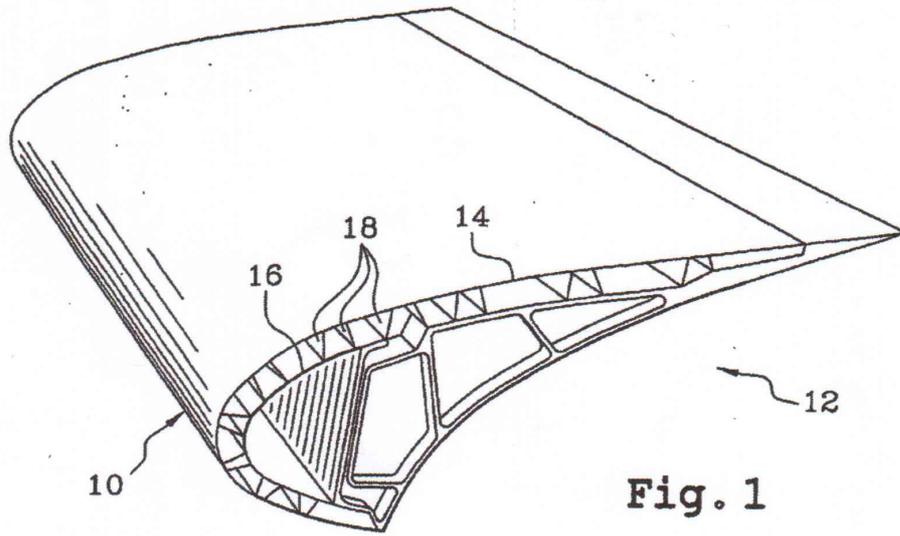
REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento de fabricación de al menos una estructura metálica (10) que comprende una pared exterior lisa (14), una pared interior (16) y tabiques (18) que unen las citadas paredes delimitando entre ellas células (20a, 20b) adyacentes, comprendiendo el citado procedimiento las etapas sucesivas siguientes:
- 10 - colocación de al menos un apilamiento (22) de tres chapas metálicas (T1, T2, T3) superpuestas en un molde (24) que comprende una superficie (26a) complementaria de la pared exterior lisa (14) de la estructura (10) que se va a fabricar, con interposición de un anti-difusor entre las chapas (T1, T2, T3) en regiones (R1, R2) que no se van a ensamblar;
- 15 - calentamiento del apilamiento de chapas (22) y ejecución de un ciclo de soldadura de las chapas por difusión, por fuera de las citadas regiones (R1, R2) que no se van a ensamblar;
- estando el procedimiento caracterizado porque la etapa de calentamiento del apilamiento de chapas (22) va seguido de siguientes las etapas sucesivas:
- 20 - formación parcial de células (20a, 20b) y conformación de la estructura (10) mediante ejecución de una primera fase de un ciclo de presión, consistente en aplicar una primera presión en las primeras regiones (R1) delimitadas entre una primera chapa (T1) adyacente a la citada superficie (26a) del molde (24) y una chapa intermedia (T3) de dicho apilamiento (22), y una segunda presión sensiblemente constante, independiente de la primera presión e inferior a esta última, sobre la cara de la tercera chapa (T2) opuesta a la citada superficie (26a) y en las segundas regiones (R2) delimitadas entre la tercera chapa (T2) y la chapa intermedia (T3);
- 25 - conformación final de las células y de la pared exterior (14) mediante ejecución de una segunda fase del ciclo de presión consistente en aplicar simultáneamente una presión sensiblemente igual a la vez en las primeras y segundas regiones (R1, R2) y sobre la citada cara de la tercera chapa (T2).
- 30 2.- Procedimiento de fabricación según la reivindicación 1, en el que la primera presión aplicada en las primeras regiones (R1) aumenta progresivamente hasta un valor predeterminado durante aproximadamente una primera mitad de la duración de la primera fase del ciclo de presión, y después permanece constante hasta el final de la primera fase, donde la primera presión baja muy rápidamente hasta un valor igual al de la segunda presión en las segundas regiones (R2) y sobre la citada cara de la tercera chapa (T2).
- 35 3.- Procedimiento de fabricación según la reivindicación 2, en el que el valor predeterminado de la primera presión aplicada en las primeras regiones (R1) es sensiblemente igual a cuatro veces la segunda presión aplicada en las segundas regiones (R2) y sobre la citada cara de la tercera chapa (T2).
- 40 4.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en el que la duración total del primer ciclo de presión es de aproximadamente 60 minutos.
- 45 5.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que la presión en las segundas regiones (R2) y sobre la citada cara de la tercera chapa (T2) permanece sensiblemente constante e igual a aproximadamente un bar durante la primera fase del ciclo de presión.
- 50 6.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las presiones en las primeras y segundas regiones (R1, R2) y sobre la citada cara de la tercera chapa (T2) aumentan regularmente durante la segunda fase del ciclo de presión, hasta la obtención de una presión final determinada.
- 55 7.- Procedimiento de fabricación según la reivindicación 6, en el que la presión final es de aproximadamente 9 bares.
- 8.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda fase del ciclo de presión tiene una duración sensiblemente igual a la de la primera fase del ciclo de presión.
- 60 9.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se colocan simultáneamente en el molde (24) dos apilamientos de chapas (22) y se separan los citados apilamientos durante una fase preliminar del ciclo de presión, durante la que se aplica una presión idéntica, de bajo nivel, durante un período de tiempo muy corto a la vez en las primeras y segundas regiones (R1, R2) y sobre la citada cara de la tercera chapa (T2), en el que la fase preliminar del ciclo de presión precede a la primera fase del ciclo de presión.
- 65 10.- Procedimiento de fabricación según la reivindicación 9, en el que la fase preliminar del ciclo de presión dura aproximadamente un minuto y el nivel de la presión aplicada durante esa fase preliminar es de aproximadamente 1,2 bares absolutos.
- 11.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se aplica la

ES 2 375 712 T3

primera presión a través de al menos un canal de distribución (C) en el que desembocan las citadas primeras regiones (R1).

- 5 12.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cara de la primera chapa (T1) vuelta hacia la chapa intermedia (T3) se mecaniza siguiendo bandas previstas para ser soldadas a esta última, sobre un espesor igual al de la chapa intermedia (T3), con anterioridad a la colocación del apilamiento (22) en el molde (24), con el fin de que la pared exterior (14) de la estructura (10) fabricada presente un espesor sensiblemente constante.
- 10 13.- Procedimiento de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se da a las células (20a, 20b) una anchura sensiblemente igual a 5 veces la anchura de las citadas células.



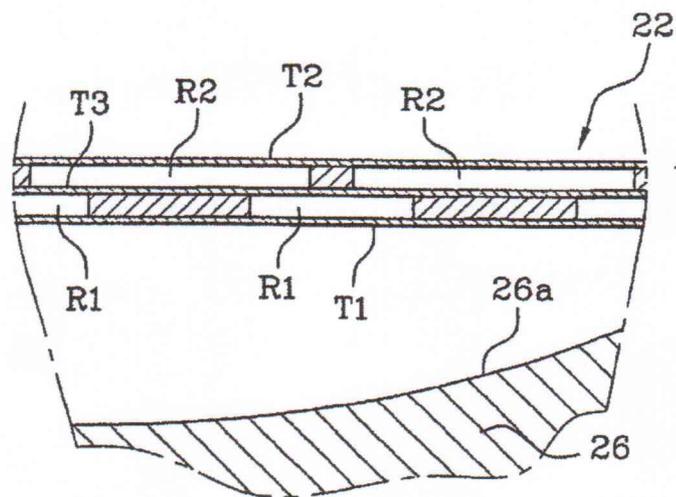
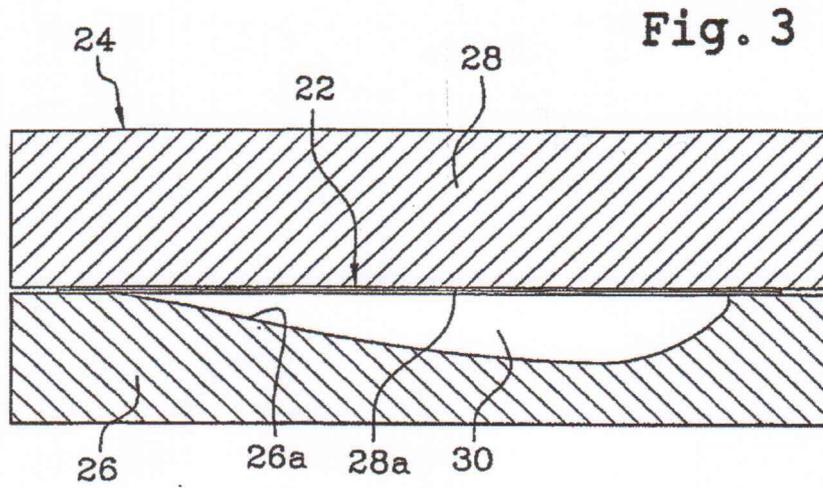
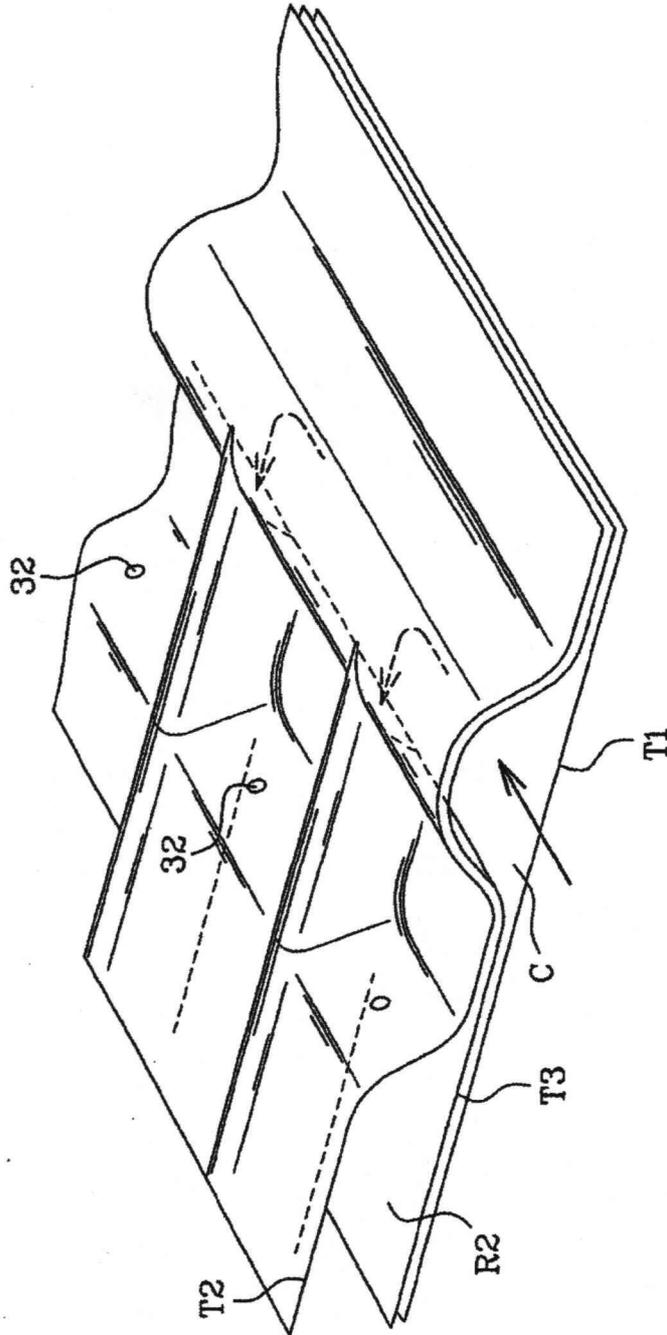


Fig. 4

Fig. 5



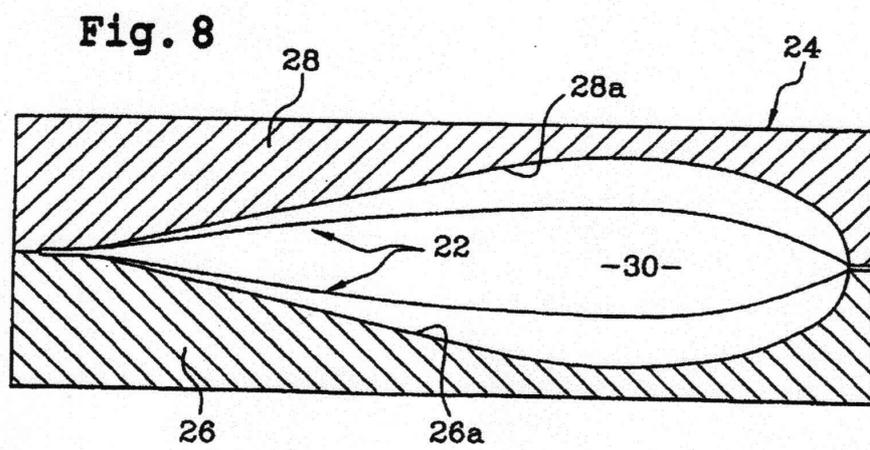
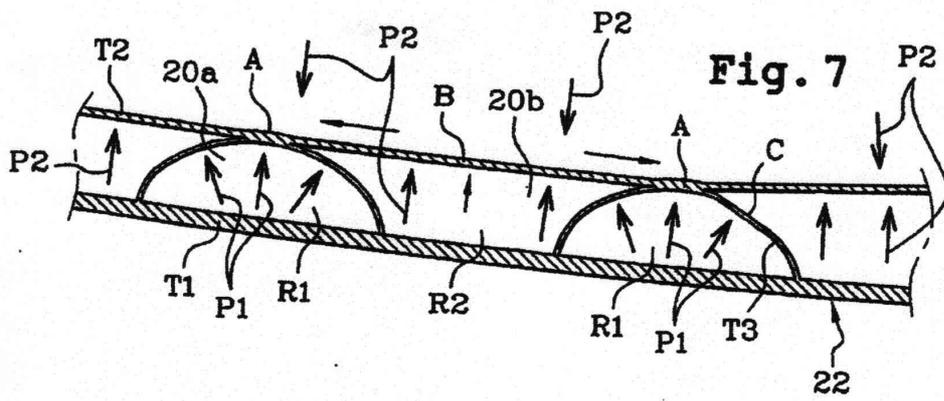
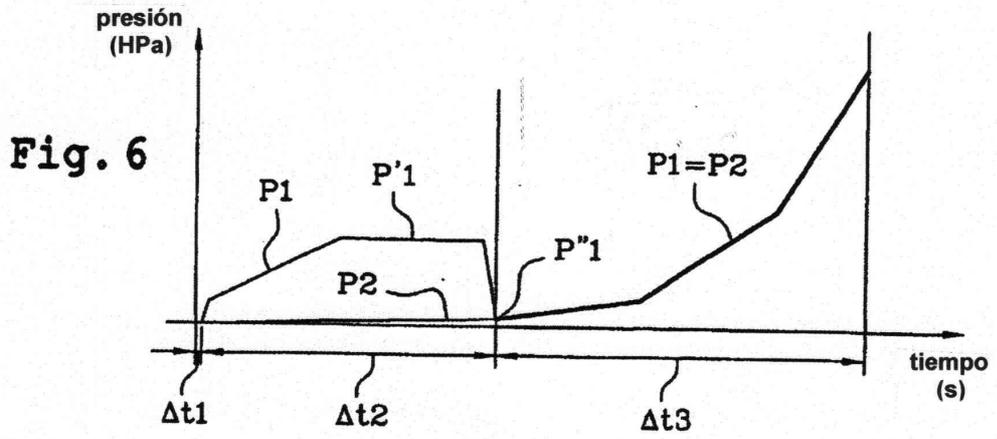


Fig. 9

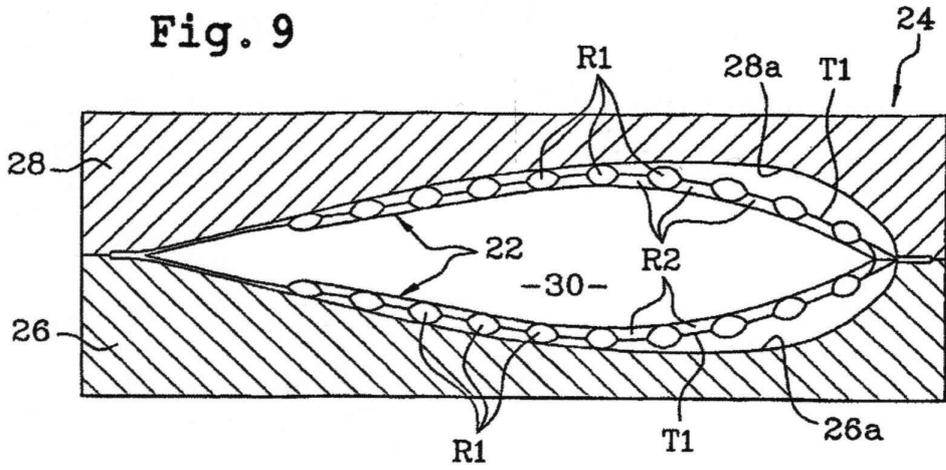


Fig. 10

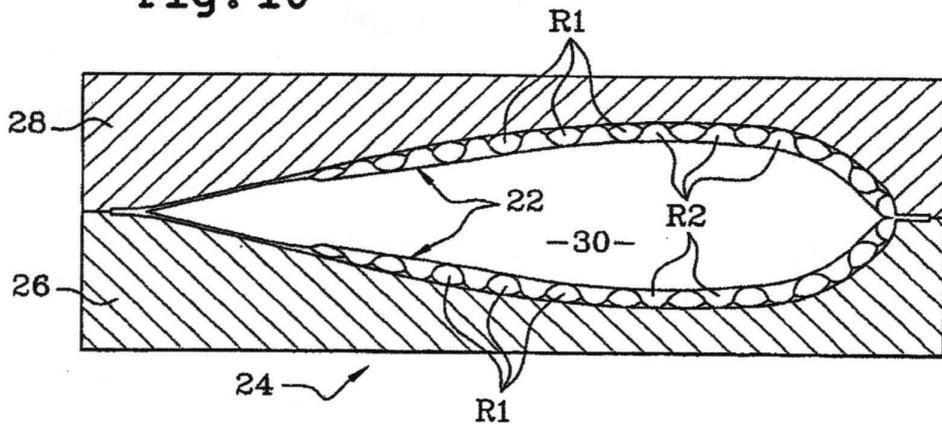


Fig. 11

