

F-2757/JS  
EX-LU



10

PATENTE DE INVENCIÓN **432010**

---

---

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,  
sus territorios y plazas de soberanía, a  
favor de:

UNITED AIRCRAFT CORPORATION

entidad norteamericana, domiciliada en  
400 Main Street, East Hartford, CT 06108,  
U.S.A., relativa a:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LOS MOLDES PARA  
FABRICAR ALABES HUECOS DE TURBINA Y ME  
TODO CORRESPONDIENTE"

=====

Inventores: Charles M. Phipps y Douglas R.  
Hayes

Prioridad: Solicitud de patente en U.S.A.  
nº 416.563 de fecha 16 noviem-  
bre 1973.

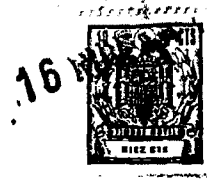


Int. Cl.: B22C // F03B

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. En las modernas turbinas de gases, especialmente los motores de turbina de alto rendimiento, por ejemplo, para aviones, la turbina debe funcionar a una temperatura muy elevada. Para que los álabes, tanto fijos como móviles, tengan una duración adecuada bajo tales condiciones extremas de temperatura, por ejemplo, a una temperatura del gas de entrada a la turbina de 1315°C, los álabes deben tener un enfriamiento interno muy completo y efectivo. Las mejores de las conocidas superaleaciones utilizadas para estos álabes están limitadas a servicio a una temperatura varios centenares de grados por debajo de su punto de fusión pero se fija lo más alta posible la temperatura máxima de servicio.

10. Para hacer los álabes huecos con pasos de forma adecuada para el refrigerante en los mismos, se cuelan los álabes en un molde que contiene un macho para formar la cavidad en el álabe colado. Dicho macho es frágil, sujeto a deformación y desintegración parcial durante la operación de colada y debe eliminarse totalmente cuando el álabe colado se ha enfriado. La eliminación completa requiere un material de macho que se desintegre fácilmente en una solución que no reaccione con la aleación del álabe. Incluso entonces, es casi imposible inspeccionar la forma de la cavidad



y los pasos formados en la misma. Todo el problema queda agravado cuando se fabrican los álabes con una estructura cristalina columnar en la aleación, ya que el proceso de colado dura más tiempo con una mayor posibilidad resultante de deterioro o deformación del molde o del macho. Se describe y se reivindica una tal estructura columnar en la patente estadounidense No. 3.260.505 concedida a VerSnyder o una forma particular de estructura columnar, el cristal único, en la patente estadounidense No. 3.494.709 concedida a

5. Pearcey. - - - - -

10. Pearcey. - - - - -

Se cuelean los álabes por el procedimiento de moldeo a la cera perdida en el que se reviste un modelo de cera con un material para molde hasta el espesor deseado y cuando el molde se ha endurecido, se saca la cera fundiéndola para dejar una cavidad en el molde con la forma del álab

15. be terminado. Entonces se llena el molde con aleación para producir el álab

20. e fundido. El molde tiene una zona de crecimiento en un extremo y un canal de colada y paso en el otro extremo, frecuentemente también parte del procedimiento de moldeo a la cera perdida. Si el álab

25. e es hueco, el modelo de cera tiene introducido un macho que tiene la forma de la cavidad del álab

30. e y este macho permanece en el molde cuando se funde la cera. - - - - -

Una inspección adecuada de las superficies interiores del molde y de la ubicación y entereza del macho con anterioridad del proceso de colada es imposible porque el molde es unitario. Así se ha de hacer la colada sin saber

35. la colada sin saber

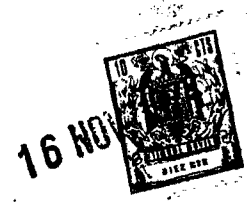


si las superficies del álabe, incluso las superficies exte-  
nas, resultarán satisfactorias. - - - - -

La presente invención prevé la fabricación del  
álabe en dos mitades, colándose las mitades contra lados  
5. opuestos de un elemento central de molde que tiene la confi-  
guración interna del álabe formada en los lados opuestos y  
las configuraciones de las superficies exteriores del álabe  
formadas en las superficies interiores de elementos de mol-  
de exteriores enfrentados que están posicionados en lados  
10. opuestos del elemento central. Se cuelan simultáneamente  
las mitades del álabe en lados opuestos del elemento cen-  
tral y posteriormente, cuando se sacan del molde, se lim-  
pian y se inspeccionan, se unen para formar un álabe comple-  
to con la disposición deseada de pasos para el refrigerante  
15. en la cavidad del mismo. Estando el molde en varias piezas,  
se pueden inspeccionar fácilmente las superficies interio-  
res antes del ensamblaje de los distintos elementos. - - -

Al hacer piezas fundidas de crecimiento columnar,  
los elementos de molde exteriores pueden sobresalir más  
20. allá de la configuración del álabe en un extremo para for-  
mar una cavidad de crecimiento, que descansa sobre una pla-  
ca de enfriamiento y que selecciona el crecimiento cristali-  
no deseado para las dos mitades de álabe. Esta zona de cre-  
cimiento del artículo fundido se elimina de las mitades del  
25. álabe después de solidificadas y enfriadas. - - - - -

Las finalidades arriba citadas y otras finalida-



des, características y ventajas de la presente invención se  
rán más evidentes de la siguiente descripción detallada de  
la realización preferida ilustrada en los planos anexos. --

5. La Figura 1 es una vista en sección horizontal a  
través de un molde ensamblado para hacer las mitades del  
álabe. - - - - -

La Figura 2 es una vista en planta del interior de  
uno de los elementos de molde exteriores. - - - - -

10. La Figura 3 es una vista en planta del lado del  
elemento de molde central que coopera con el elemento de  
molde exterior de la Figura 2. - - - - -

La Figura 4 es una vista en planta del lado opues  
to del elemento de molde central. - - - - -

15. La Figura 5 es una vista en planta de la superfi-  
cie interior del elemento de molde exterior que coopera con  
el lado del elemento central ilustrado en la Figura 4. - -

La Figura 6 ilustra el molde completo posicionado  
sobre una placa de enfriamiento listo para calentarse para  
la operación de colada. - - - - -

20. La Figura 7 es una vista en sección vertical a  
través del molde de las Figuras 1 y 6. - - - - -

La Figura 8 es una vista en sección a través de



las mitades de álabe opuestas coladas en el molde de la Figura 1. - - - - -

La Figura 9 es una vista en planta de la superficie interior de la mitad cóncava del álabe. - - - - -

5. La Figura 10 es una vista en planta de la superficie interior de la mitad convexa del álabe. - - - - -

La Figura 11 es una vista en sección a través del álabe ensamblado. - - - - -

10. La Figura 12 es una vista en planta del álabe terminado antes de eliminar la parte superior. - - - - -

La Figura 13 es una vista parecida a la Figura 11 de una modificación. - - - - -

La Figura 14 es una vista parecida a la Figura 1 de otra modificación. - - - - -

15. Con referencia primero a la Figura 1 el molde se constituye de un elemento central 12 que tiene superficies laterales opuestas 14 y 16 que cooperan con las superficies interiores 18 y 20 de elementos de molde exteriores 22 y 24 para definir cavidades 26 y 28 en las que se han de colar las mitades del álabe. Se ilustran las mitades de álabe en sección en la Figura 8. - - - - -

Con referencia a la Figura 8, el álabe tal como



se cuela está en mitades 30 y 32, teniendo la mitad 30 la superficie exterior convexa 34 y teniendo la mitad 32 la superficie exterior 36 cóncava. De esta forma, la superficie interior 38 de la mitad 30 es cóncava y la superficie interior 40 de la mitad 32 es convexa. En los bordes exteriores, las mitades de álabe tienen superficies cooperantes mediante las cuales se unen las mitades para hacer el álabe completo, teniendo la mitad 30 de álabe superficies planas 42 y 44 en extremos opuestos para cooperar con superficies planas análogas 46 y 48 respectivamente de la mitad 32 de álabe. - - - - -

El elemento central 12 tiene en las superficies laterales 14 una configuración que casa, en forma inversa, con la superficie interior de la mitad convexa del álabe terminado. A tal fin, la parte central de la superficie 14 es substancialmente convexa en 50, dado que la superficie interior de la mitad 30 de álabe es cóncava. La superficie lateral opuesta 16 del elemento central 12 es substancialmente cóncava y está a la inversa con respecto a la superficie 40 de la mitad 32 de álabe. En los bordes opuestos de la parte formadora de álabe convexa de la superficie 14 hay superficies estrechas planas 52 y 54 para formar las superficies planas 42 y 44 de la mitad 30 de álabe. - - - - -

En la superficie lateral opuesta 16, en los bordes opuestos de la parte formadora central de álabe cóncava 56 hay superficies estrechas planas 58 y 60 para formar las superficies 46 y 48 de la mitad 32 de álabe colada. Una pes



- taña marginal 62 sobresale más allá de las superficies opuestas 52 y 58 en dicho borde del elemento central y una pestaña marginal saliente 64 sobresale más allá de las superficies planas 54 y 60 en el borde opuesto del elemento
5. central. Las pestañas 62 y 64 son preferentemente paralelas la una a la otra si bien no en el mismo plano. Las superficies opuestas de cada pestaña son paralelas la una a la otra. Así un lado del elemento central está construido para producir la superficie interior de una mitad de álabe y el
10. otro lado formará la superficie interior de la otra mitad del álabe. Este elemento central puede ser de un material hecho a la medida en cuanto a su resistencia y reacción ya que no es necesario deslavado alguno en su eliminación. El elemento también puede hacerse del espesor que sea necesario para obtener una rigidez apropiada para mantener las su-
15. perfcies opuestas en relación apropiada con las superficies cooperantes de los elementos de molde exteriores durante el calentamiento del molde, la colada de la aleación en el mismo y el enfriamiento de la aleación y del molde. - -
20. Con referencia ahora a las Figuras 3 y 4, las superficies convexas y cóncavas 50 y 56 respectivamente tienen ranuras apropiadas 66 y/o rebajes 67 de otra forma en la superficie 50 y ranuras 68 y otros rebajes 69 en la superficie 56 para formar, en las mitades de álabe coladas
25. terminadas, los deseados salientes o nervios para definir las trayectorias del aire de enfriamiento en el álabe completo. Dado que los salientes o nervios deben cooperar en las mitades opuestas de álabes, estas ranuras o rebajes 66



y 68 están en relación especular los unos con los otros tal como se ve en las Figuras 3 y 4. - - - - -

5. El elemento exterior 22 de molde tiene una superficie cóncava interior 70 formadora de álabe en el centro de la superficie interior 18 y en relación opuesta con la superficie 50 cuando los elementos de molde están ensamblados. Este elemento 22 tiene pestañas salientes 72 y 74 a lo largo de bordes opuestos para cooperar con las pestañas 62 y 64 del elemento central para retener la superficie 70 en la deseada relación de espacio con la superficie 50 para producir el deseado espesor de la mitad 30 de álabe. Cada pestaña 72 y 74 tiene una ranura 76 y 78 respectivamente en su superficie interior para recibir los bordes extremos de las pestañas 62 y 64 y situar exactamente el elemento central en dirección lateral con respecto al elemento exterior 22. Evidentemente, la superficie convexa 70 produce la parte aerodinámica de la mitad 30 de álabe. - - - - -

20. El otro elemento exterior 24 de molde es parecido al elemento 22. Tiene una superficie convexa interior central 80 formadora de álabe con pestañas salientes 82 y 84 a lo largo de bordes opuestos para cooperar con las pestañas 62 y 64 respectivamente del elemento central para retener la superficie 80 a la distancia deseada de la superficie 56 para producir el deseado espesor de aleación en la mitad 32 de álabe. Cada pestaña 82 y 84 tiene una ranura 86 y 88 respectivamente para recibir los bordes extremos de las pestañas 62 y 64 y situar exactamente el elemento



central 12 y el elemento exterior 24 en relación lateral el uno con respecto al otro. - - - - -

- Además de la configuración de los elementos de molde que se ha descrito arriba, el extremo inferior de cada elemento exterior 22 y 24 tiene un rebaje rectangular mayor 90, 92 respectivamente, para cooperar en la definición de una cavidad de raíz del álabe y una cavidad de crecimiento o selectora de cristal combinadas. La mitad inferior de la cavidad actúa para establecer un crecimiento cristalino columnar según se describe en la memoria de la patente estadounidense 3.260.505 concedida a VerSnyder y esta parte del artículo colado se elimina antes de unir las mitades cooperantes del álabe. Si bien no es necesario, el elemento central 12 puede extenderse hacia abajo en la misma distancia que los elementos exteriores para formar un tabique divisor para la cavidad de raíz y crecimiento. De esta forma, los tres elementos sobresaldrían de tal forma que estarían en contacto con la placa de enfriamiento según se ve en la Figura 7, cuando el molde está listo para una operación de colada. En la base de los elementos exteriores de molde pueden proporcionarse pestañas apropiadas 93 para sujetar el conjunto de molde sobre la placa de enfriamiento. - - - - -

- Si se desea, el elemento central 12 podría acortarse para extender sólo parcialmente la cavidad de raíz y crecimiento formando así una cavidad de raíz dividida pero una sola cavidad de crecimiento. - - - - -



5. En los extremos opuestos de los elementos exteriores de molde, en la parte superior, hay un rebaje 94 y 96 en los elementos 22 y 24 respectivamente para formar un bebedero. La parte efectiva del álabe termina en la parte superior 97 de las superficies aerodinámicas de los elementos exteriores de molde tal como se comprenderá. - - - - -

10. Los elementos de molde se cueban previamente y, una vez se ha hecho una matriz metálica apropiada para cada uno de los elementos de molde, pueden producirse en cantidad con la matriz apropiada y a partir de material de molde apropiado que puede ser un material mucho más estable que el que se utiliza en el procedimiento convencional a la cera perdida. El técnico en la materia conocerá los materiales que pueden utilizarse a este efecto. Las superficies en

15. contacto con la aleación de cada uno de los elementos de molde terminados puede inspeccionarse cuidadosa y completamente antes de ensamblarse para formar un molde para asegurar una pieza fundida de la configuración deseada. Con un elemento central rígido, se producirá de manera segura la

20. deseada precisión de dimensiones y superficie en las mitades coladas terminadas de álabe. - - - - -

25. Los elementos de molde pueden tener también una configuración para proporcionar puntos de situación para las dos mitades coladas de álabe. Tal como se ve en la Figura 7 los lados opuestos del elemento central 12 tienen respectivamente una muesca 98 y un saliente correspondiente 99 ubicados en la parte del elemento de molde correspon



diente al bebedero junto al extremo exterior de la parte formadora de álabe del molde. Una muesca 100 y saliente 101 análogos están formados en la parte de raíz del elemento central 12 en situaciones que casan entre sí. Cuando se cue-

5. lan las mitades de álabe, los salientes 102 y 103 de las partes coladas se encajarán en las muescas 104 y 105 respectivamente y situarán exactamente las mitades de álabe correspondientes en la precisa situación para unir las dos mitades. - - - - -

10. A fin de inspeccionar las mitades terminadas de álabe o el álabe terminado pueden colarse otros medios de situación en las superficies exteriores de álabe. A este efecto los rebajes 94 y 96 de las partes exteriores del molde pueden tener muescas 106 y 107 situadas con precisión para formar tetones 108 de posicionamiento, uno de los cuales se ilustra en la Figura 12, a fin de situar el álabe colado en un dispositivo de inspección para comprobar la exactitud de la superficie aerodinámica. Otras muescas 110 y 111 formadas en los rebajes 90 y 92 producirán tetones 112 de posicionamiento, sólo uno de los cuales se ilustra en la Figura

15. 12. Quedará entendido que la exactitud del proceso de fusión a la cera perdida y la exactitud de la fabricación de los elementos de molde producirán tetones y muescas exactamente situados y de forma precisa sobre los artículos fundidos para cumplir la función arriba descrita. - - - - -

20.

25.

Los tres elementos se ensamblan como se ve en la Figura 1 y se sujetan los unos a los otros de manera apro-



- piada para formar un molde completo. Un canal de colada y paso de material de molde apropiado puede unirse a la parte superior y el conjunto de molde está listo para la operación de colada. Si la pieza fundida ha de ser de grano columnar según se ha descrito arriba, se coloca el molde en
5. un horno y se calienta a una temperatura por encima del punto de fusión de la aleación. Se cuela la aleación fundida, con varios centenares de grados de recalentamiento y se inicia el proceso de solidificación desde la placa de enfriamiento hacia arriba controlando el gradiente térmico en el
10. molde según se describe bien en la patente estadounidense No. 3.260.505, bien en la patente estadounidense No. 3.494.709. El crecimiento cristalino en ambas mitades será similar y se producirán mitades coincidentes de álabe. - -
15. Tal como se ilustra en las Figuras 8 y 9, las ranuras 66 y 68 y los rebajes 67 y 69 del elemento de molde central producen los nervios y salientes 113 y 114 sobre las superficies interiores de las mitades 30 y 32 de álabe respectivamente. Dado que estas superficies de las mitades
20. de álabe son fácilmente visibles cuando las mitades están listas para su ensamblaje, es fácil realizar una inspección completa y precisa para asegurarse de que los salientes están debidamente situados y en una posición para casar el uno con el otro. Así las configuraciones de los salientes y
25. nervios son imágenes especulares las unas con respecto a las otras cuando se ven en las Figuras 9 y 10. - - - - -

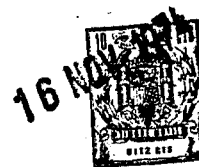
Después de enfriadas y limpiadas las mitades cola



das de álabe, y realizada una completa inspección de las su  
perficies tanto interiores como exteriores, se ensamblan  
las dos mitades y se posicionan por medio de los salientes  
y muescas cooperantes. Entonces se unen por medio de cual-  
5. quier proceso apropiado para proporcionar una unión perma-  
nente de las mitades a fin de constituir un álabe completo.  
Así, tal como se ilustra en la Figura 12, el álabe hueco de  
turbina con pasos apropiados de enfriamiento en la cavidad  
interior tiene la parte aerodinámica 115 y una parte de  
10. raíz 116. En la parte superior está la posición de ensambla-  
je e inspección en que las muescas y salientes de ensambla-  
je están situados y en la que están ubicados los salientes  
108 de inspección. Se quita esta parte antes de que el ála-  
be esté listo para su uso. - - - - -

15. Si bien se ha dirigido la descripción hacia un  
álabe de turbina móvil, la misma técnica es igualmente apli-  
cable a la fabricación de álabes de turbina fijos para las  
filas fijas de álabes. Evidentemente, una modificación de  
los elementos exteriores de molde para formar plataformas o  
20. refuerzos integrales en las mitades de álabe cuando se cue-  
lan sería evidente. La invención contempla además el fabri-  
car los elementos exteriores de molde con cavidades incorpo-  
radas de bebedero y canal de colada, si se desea, para que  
el molde sea completo para la operación de colada cuando se  
25. ensamblen los elementos de molde. - - - - -

El molde tal como se halla descrito contempla la  
producción de artículos de grano columnar según se describe



en la patente estadounidense No. 3.260.505. Para producir las piezas fundidas de cristal único descritas en la patente estadounidense No. 3.494.709, la zona de crecimiento que se ilustra sería substituida por una zona de crecimiento de selector de cristal según se describe en la citada patente u otros tipos conocidos de selector de cristal. Evidentemente piezas fundidas equiáxicas pueden producirse también por medio de esta técnica. La característica esencial es la confección de los elementos de molde a partir de los mejores materiales de molde posibles para la máxima resistencia y exención de reacción con la aleación que se cuela. - - - -

Quedaré entendido que este concepto hace posible la colada a precisión de aleaciones de alta temperatura por medio de una técnica que no requiere el uso de cera o su equivalente en la fabricación del molde y también hace posible una inspección precisa de la cavidad del molde con anterioridad a la operación de colada. Por medio de esta técnica, pueden colarse artículos colados huecos tales como álabes de turbina utilizando óxidos refractarios para formar las superficies de molde para las superficies interiores del artículo ya que se eliminan fácilmente de los artículos colados sin la necesidad de deslavado para separarlos del artículo. Actualmente se consideran que estos óxidos refractarios son los más inertes frente a la aleación fundida que se cuela. - - - - -

La capacidad de seleccionar óxidos inertes para todas las partes del molde permite el uso de una amplia ga-



ma de aleaciones para los álabes sin una reacción indesea-  
ble entre el molde y la aleación fundida. Así las aleacio-  
nes que actualmente reaccionan con el material del molde o  
macho convencionales pueden utilizarse con un material apro-  
piado de molde. - - - - -

5.

Con referencia ahora a la Figura 13, la invención  
prevé la fabricación de uno de los elementos exteriores de  
molde con una forma apropiada en la superficie exterior pa-  
ra otra forma de álabe. Así hay un elemento exterior 24', un  
elemento central 12' y otro elemento exterior 22'. Este úl-  
timo tiene, en la superficie alejada del elemento central  
12' una forma de álabe o superficie 20" que corresponde a  
la forma de la superficie 20' para cooperar con otro elemen-  
to central 12". Así se puede hacer una pila de estos elemen-  
tos de molde para producir una pluralidad de pares de mita-  
des de álabe bien simultáneamente bien sucesivamente si el  
conjunto de molde está posicionado sobre una transportadora  
que lleva el conjunto delante de un dispositivo de colada.  
Un tal conjunto de moldes podría establecerse en una dispo-  
sición anular para su montaje alrededor de un eje central  
para colada múltiple. - - - - -

10.

15.

20.

Otra alternativa es un conjunto para hacer sólo  
un tipo de mitad de álabe. Tal como se ve en la Figura 14  
el conjunto de molde se hace de una pluralidad de elemen-  
tos centrales 12''', cooperando una cara con un extremo  
terminal 24''' y teniendo cada elemento central superficies  
duplicadas en superficies opuestas para producir de esta

25.



forma una pluralidad del lado cóncavo del álabe a la vez. Se proporcionarían entalladuras 118 de posicionamiento apropiado. Con esta disposición, sería necesario otro juego de moldes para proporcionar el lado convexo del álabe. - -

5. Si bien se ha ilustrado y descrito la invención con respecto a realizaciones preferidas de la misma, los técnicos en la materia comprenderán que pueden realizarse distintos cambios y omisiones en la forma y detalle de la misma sin separarse del espíritu y alcance de la invención.

10.

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

15.

1.- Perfeccionamientos en los moldes para fabricar álabes huecos de turbina, caracterizados porque el molde incluye: - - - - -

un elemento central de molde que tiene en cada lado al menos parte de la configuración del interior hueco del álabe; - - - - -

20.

elementos exteriores de molde opuestos que cooperan con el elemento central en lados opuestos del mismo, teniendo cada elemento exterior de molde una superfi-





cie de pared interior que corresponde a una superficie del álabe terminado; - - - - -

5. teniendo dicho elemento central de molde bor-  
des exteriores que se extienden más allá de la configura-  
ción de álabe sobre el mismo y teniendo dichos elementos ex-  
teriores bordes exteriores similares que se extienden más  
allá de la superficie de álabe sobre los mismos, cooperando  
dichos bordes exteriores de los elementos de molde el uno  
con el otro para acoplamiento el uno al otro para formar el  
10. molde terminado y para separar las superficies cooperantes  
opuestas de la cavidad del molde. - - - - -

15. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1,  
caracterizados porque los elementos exteriores de molde tie-  
nen superficies espaciadas cooperantes en un extremo para  
definir una zona de crecimiento. - - - - -

20. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2,  
caracterizados porque los elementos de molde terminan todos  
en el mismo plano en el extremo inferior para definir dos ca-  
vidades de crecimiento en lados opuestos del elemento cen-  
tral. - - - - -

25. 4.- Método de fabricar un álabe hueco de turbina  
colado, que tiene crecimiento en la misma por medio del mol-  
de descrito según las reivindicaciones 1-3, caracterizado  
por: - - - - -

formar un elemento de molde central que tiene





16

una configuración sobre el mismo en cada lado correspondien  
te a la configuración de las superficies interiores del álabe hueco y que tiene pestañas salientes en bordes opuestos más allá de la configuración del álabe; - - - - -

- 5. formar elementos de molde exteriores opuestos que se han de posicionar en lados opuestos del elemento central, teniendo uno de dichos elementos exteriores una superficie interior que corresponde al lado convexo del álabe y teniendo otro elemento exterior una superficie interior que corresponde al lado cóncavo del álabe, teniendo dichos elementos exteriores pestañas laterales que sobresalen más allá de la superficie interior conformada sobre el mismo para cooperar con las pestañas del elemento central y así espaciar las superficies interiores conformadas de los elementos exteriores de la configuración sobre el elemento central para establecer el deseado espesor de pared del álabe;
- 10.
- 15.

ensamblar los distintos elementos de molde para producir una cavidad para una mitad de álabe en cada lado del elemento central; - - - - -

- 20. llenar las cavidades de molde con aleación fundida; - - - - -

sacar la aleación fundida una vez solidificada del molde; y - - - - -

- 25. ensamblar las mitades opuestas de álabe para formar un álabe completo; - - - - -





5.- Método según la reivindicación 4, caracterizado por: - - - - -

posicionar el molde sobre una placa de enfriamiento; - - - - -

5. calentar el molde a una temperatura por encima del punto de fusión de la aleación; y - - - - -

enfriar el molde y la aleación en el mismo por un gradiente térmico controlado desde la parte inferior a la parte superior del molde para formar un crecimiento colummar en el mismo. - - - - -

10.

6.- Método según la reivindicación 5, caracterizado por: - - - - -

proveer una zona de crecimiento en la parte inferior de los elementos exteriores; y - - - - -

15.

provocar el crecimiento cristalino columnar en la zona de crecimiento en el comienzo de la solidificación para formar un tal crecimiento en las mitades coladas de álabe. - - - - -

20.

7.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS MOLDES PARA FABRICAR ALABES HUECOS DE TURBINA Y METODO CORRESPONDIENTE". -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la





presente memoria que consta de veintiuna hojas, foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de cuatro láminas de dibujos que la ilustran.

*Alvarez*

maf.



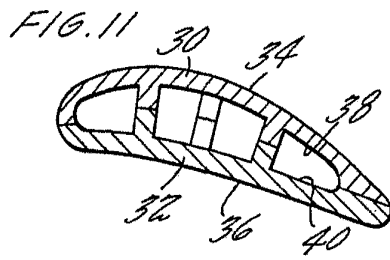
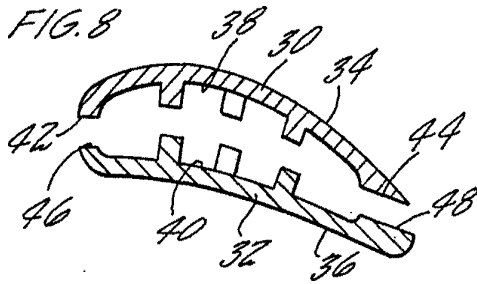
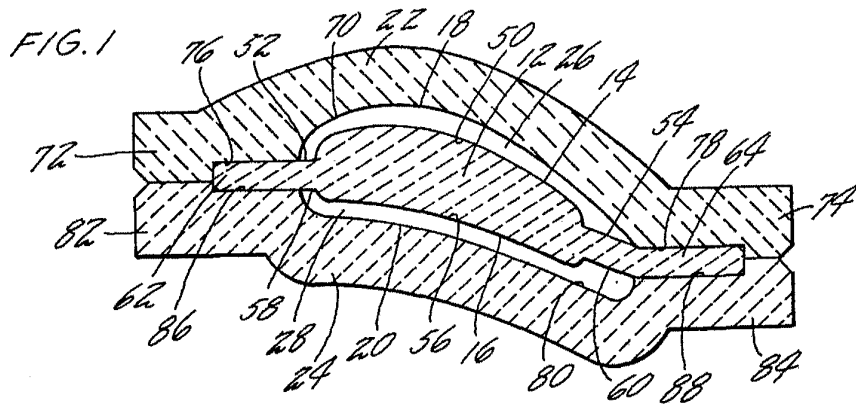


FIG. 6

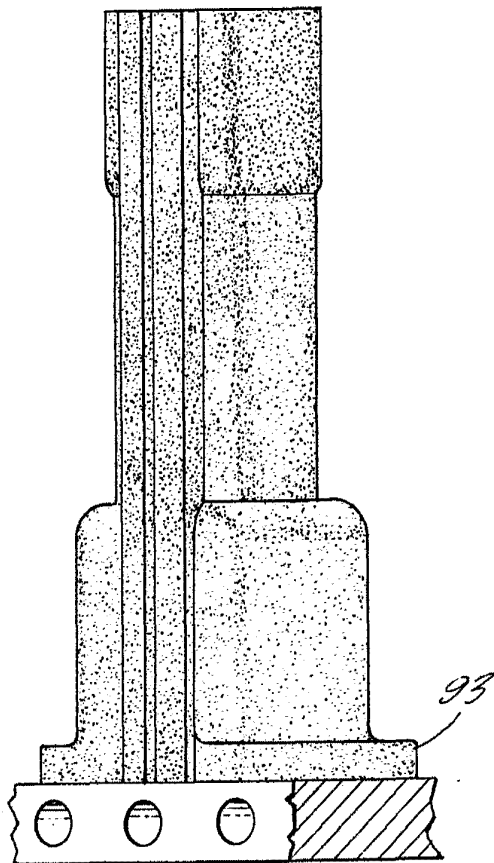
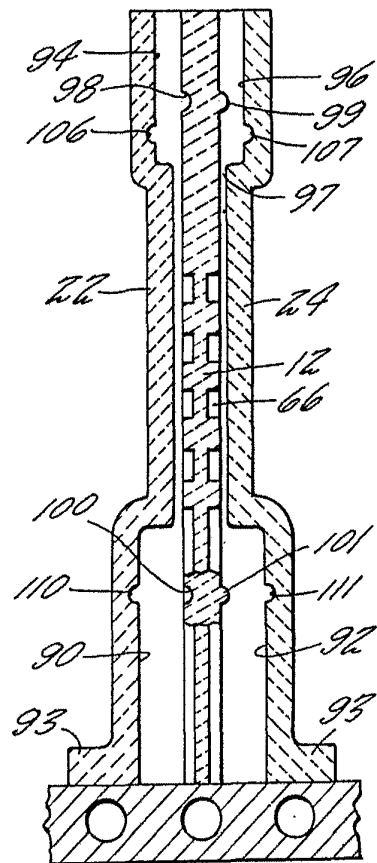


FIG. 7



*Aluminum*

FIG.2

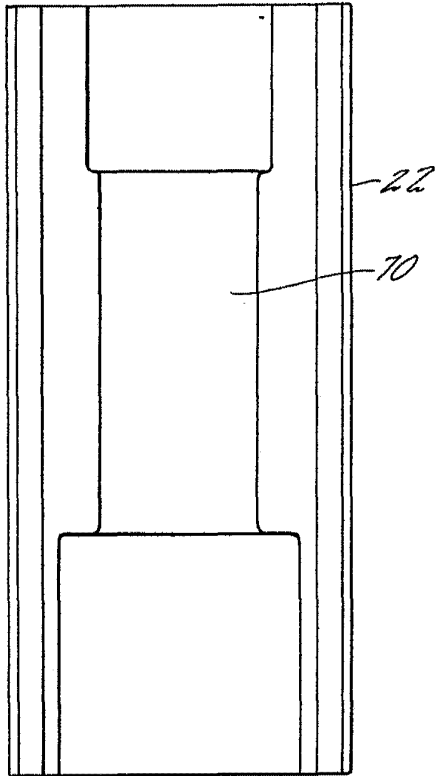


FIG.3

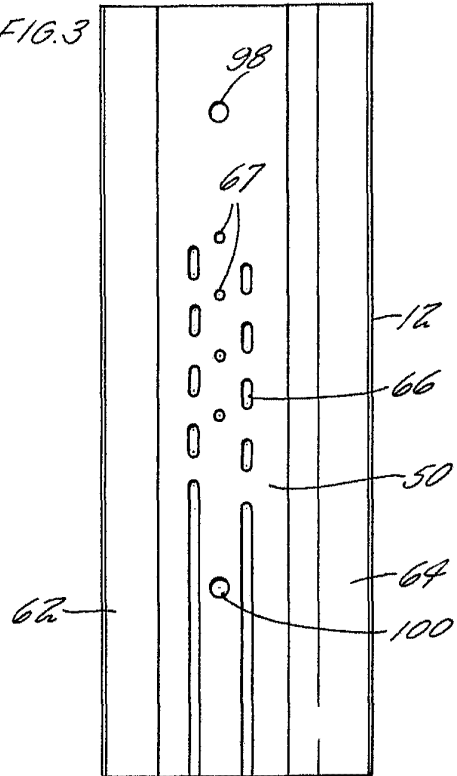


FIG.4

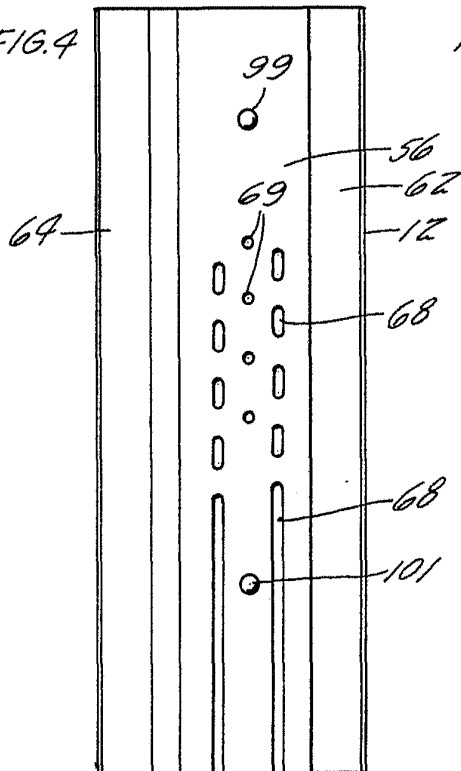
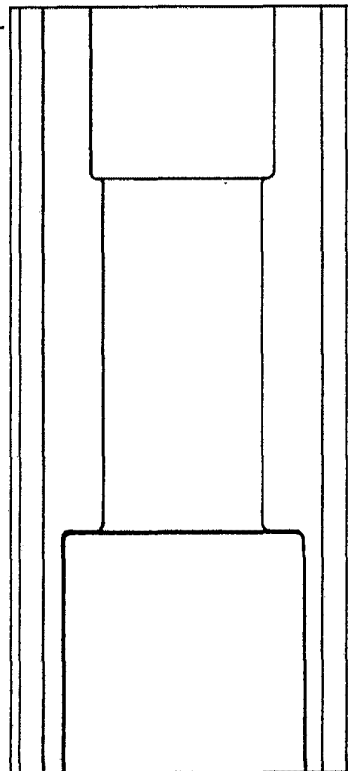


FIG.5



*Alvarez*  
*Alvarez*

FIG. 9

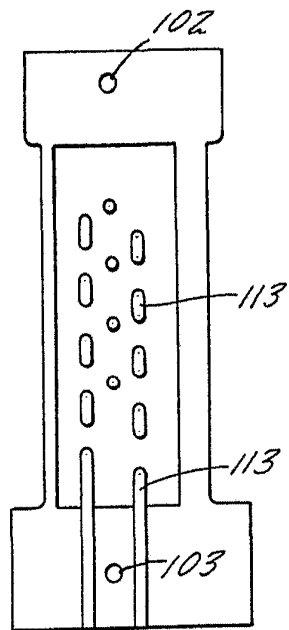


FIG. 10

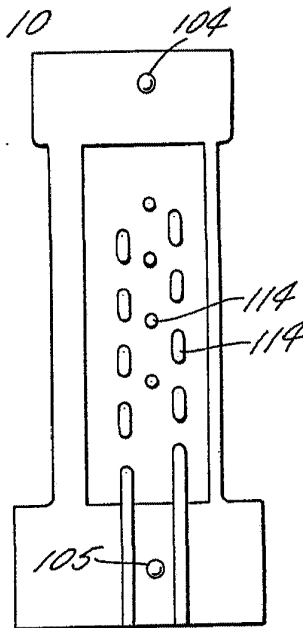
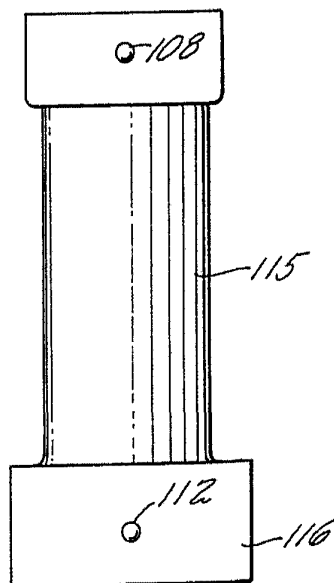


FIG. 12



*Aliment*

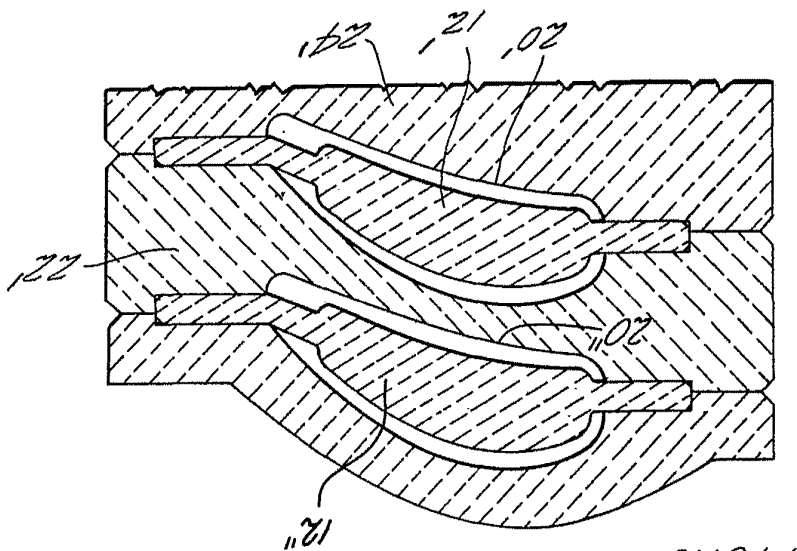


FIG. 13

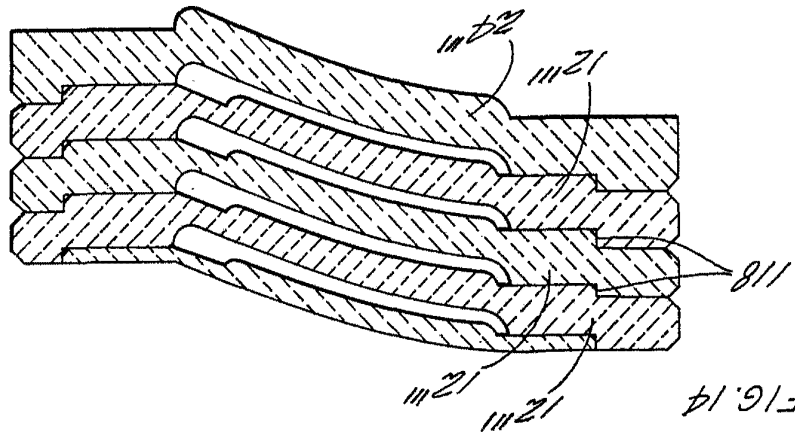


FIG. 14

Normal