



822C

440,339

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

por "PERFECCIONAMIENTOS EN LA FABRICACION DE MOLDES PARA EL MOLDEO DE PRECISION", a favor de la firma estadounidense UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION, residente en 1 Financial Plaza Hartford, CT 06101 (EE.UU.).

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

- En la fusión a la cera perdida de artículos tales como álabes o paletas de turbina, que son huecos para los fines de enfriamiento, uno de los principales problemas es hacer que el núcleo, que forma los pasos interiores del artículo moldeado esté precisamente situado de modo a asegurar un satisfactorio artículo moldeado completo que pueda ser enfriado adecuadamente. Cuando se moldea el artículo en una sola pieza, se requieren técnicas complicadas para inspeccionar el artículo acabado para determinar el grueso de la pared o la posición y dimensiones
- 5.
- 10.

19 AGO. 1973



exactas de los pasos interiores. Si estos artículos son para ser utilizados en motores de turbina de gas de gran rendimiento en la aviación, la falta de exactitud en la posición de los pasos de refrigeración pueden ser causa del fallo prematuro del álabe o paleta. La extracción del núcleo de las piezas fundidas terminadas puede ofrecer ciertas dificultades, ya que se requieren técnicas de lixiviación.

La solicitud de patente de Hayes y asociados, N^o de serie 416.563 igualmente pendiente, presentada el 16 de Noviembre de 1973, supera el problema de la inspección haciendo el molde con un elemento de molde central pre-moldeado formando un larguero de refuerzo, con elementos exteriores del molde pre-moldeados y montados en lados opuestos del elemento central. Ya que estos tres elementos son producidos por separado, es posible la inspección cuidadosa de estas piezas antes del montaje del molde. Además, ya que el álabe o paleta es construido por mitades opuestas con esta técnica, las mitades completadas pueden también ser completamente inspeccionadas, particularmente en sus superficies interiores antes de unir juntas las mitades opuestas. Esta disposición es la más funcional, pero resulta cara a menos que el coste de los dispositivos de moldeo por los cuales están formados los elementos de molde prefundidos pueda ser extendido a una gran serie de producción del artículo deseado.

La presente invención, en cierto sentido, es una modificación del molde prefundido y de las técnicas de la

19 AGO. 1973



- mencionada solicitud de patente, ya que utiliza el elemento de molde central de esa aplicación conjuntamente con el procedimiento de la "cera perdida" para producir un molde de cáscara por el cual pueden ser moldeados los artículos.
5. Este concepto se presta a la eficiente producción de artículos de fundición en los cuales el molde debe ser precalentado a alta temperatura antes de la colada, como por ejemplo en la producción de álabes o paletas de grano columnar como se describe en la patente Versnyder 3.260.505
10. o álabes o paletas de monocristal como en la patente Plearocy 3.494.709 o en la fundición de artículos eutecticos como en la de Lemkey y asociados 3.793.010. Con la presente invención, el elemento central del molde puede ser de cerámica profundida muy fuerte que es resistente a la de-
15. formación a temperaturas elevadas y de un grueso suficiente para asegurar que conservará su forma y dimensiones durante el precalentamiento del molde.
- Esta técnica tiene una ventaja particular en el momento actual. Permite el uso de la actual experiencia
20. en el moldeo y fundición con molde de cáscara, ya que el procedimiento usual actualmente empleado en la producción de piezas de fundición con superaleaciones de alta temperatura es, en el moldeo a cera perdida, la utilización de moldes de cáscara formados alrededor de modelos de cera
25. en proceso de "cera perdida". El presente concepto utiliza esta experiencia técnica conjuntamente con un elemento central de molde profundido que forma un "languero de refuerzo" por medio del cual se asegura la fundición de precisión de artículos que serán aceptables para el uso, por

19 AGO. 1975



ejemplo, en turbinas de gas de gran rendimiento.

- Según la presente invención, un elemento central de molde prefundido, teniendo en los lados opuestas del mismo la configuración interior de las mitades opuestas del álabe o paleta hueco (u otro artículo) tiene situados en el mismo modelos de cera colocados en lados opuestos y teniendo en sus superficies exteriores las configuraciones de las superficies exteriores del álabe o paleta que deben ser fundidos. Este montaje del elemento de molde central con los modelos de cera sobre el mismo es a continuación inmerso sucesivamente en una lechada estucada con partículas refractarias y secado por técnicas bien conocidas hasta acumular una pared de molde que sea lo suficientemente gruesa para que una vez secada y endurecida resista su empleo para hacer un moldeo a la cera perdida de cualquiera de las bien conocidas superaleaciones de alta temperatura, ejemplos de las cuales vienen dados en la patente VerSnyder anteriormente mencionada. Después de haber sido obtenido el grueso de molde deseado en el molde, éste es endurecido y los modelos de cera son expulsados por fusión, dejándolo así listo para el uso en la producción de una pieza de fundición.

- Una fundición a la cera perdida de esta clase puede implicar el calentamiento previo de este molde de óxido de aluminio a una temperatura superior al punto de fusión de la aleación que se va a moldear antes de la colada en el molde. El elemento central prefundido sirve de "languero de refuerzo" que no está sujeto a deformación, de modo que las mitades moldeadas de los álabes o paletas tendrán la con-



19 AGO. 1975

figuración deseada y estarán tan precisamente moldeados que las mitades opuestas, al ser unidas para ser juntadas una con otra, tendrán las adecuadas superficies de emparejamiento en contacto en toda el área del diseño.

5. Los objetivos precedentes y otros, las características y las ventajas de la presente invención se harán más patentes a base de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas de la misma, como se ilustra en el plano adjunto.

10. La figura 1 es una vista en sección a través de un elemento central de molde con el modelo de cera sobre el mismo, preparado para formar el molde de cáscara.

La figura 2 es una vista en alzado de un lado del elemento central del álabo.

15. La figura 3 es una vista en alzado lateral del montaje de la figura 1, ilustrando la zona de crecimiento y la copa de carga en extremos opuestos del montaje.

La figura 4 es una vista similar a la figura 1 con un molde formado sobre la misma.

20. La figura 5 es una vista similar a la figura 1, habiendo sido extraído el modelo de cera.

La figura 6 es una vista en alzado del molde de la figura 5 listo para hacer la colada.

25. La figura 7 es una vista en sección a través de las mitades opuestas de la paleta fundida antes de ser montada en forma de paleta acabada.

La figura 8 es una vista en alzado lateral de la paleta de figura 7.

La figura 9 es una vista en sección de la paleta



acabada.

- El artículo particular que debe ser moldeado está representado a título de ejemplo como una paleta de turbina 4, figura 8, que tiene una parte de superficie aerodinámica 6 y una raíz 8. Esta paleta es hueca y tiene caras interiores opuestas 10 y 12, figura 9, superficies exteriores opuestas 14 y 15 en las mitades opuestas 16 y 17. Se entiende que otros artículos pueden ser producidos por medio de esta técnica, tales como álabes de turbina, por ejemplo, y el hecho de representar una paleta de turbina es puramente ilustrativo de un tipo de artículo moldeado. La técnica que se describe a continuación es aplicable al moldeo de superaleaciones de alta temperatura o aleaciones eutécticas, ejemplos de las cuales son bien conocidos.
- La fabricación de artículos de esta clase según la presente invención comienza con el larguero de refuerzo premoldeado de cerámica o elemento central del molde 18, figura 1, las superficies laterales opuestas del cual 20 y 22 tienen la configuración de las superficies interiores opuestas 10 y 12 del artículo a moldear, ya que estas superficies del artículo moldeado son formadas contra estas superficies del elemento del molde. Los bordes opuestos del elemento central del molde se extienden más allá de las superficies 20 y 22 para formar bridas laterales 24 y 25 que quedan incrustadas en el molde de cáscara como se indicará.

Sobre las superficies 20 y 22 son situados modelos de cera 26 y 27, teniendo estos modelos superficies ex-



- teriores 28 y 30 de conformidad con la forma de las superficies exteriores de las medias paletas acabadas. Estos modelos de cera, además de definir la parte aerodinámica o delgada 32 de la forma de la paleta, y la parte de la raíz 34, tienen también una zona de formación de crecimiento 36 directamente debajo de la parte de la raíz (utilizada en la solidificación direccional de las aleaciones) y puede también tener una parte formando una copa cargadora 38 encima de la parte aerodinámica. Si se provee esta copa de carga, está situada encima de la parte superior del elemento central, como se representa en la figura 2. El modelo de cera se extiende más allá de los márgenes laterales de las superficies 20 y 22 del elemento central del molde, para establecer superficies 40 y 41 sobre un modelo y 42 y 43 sobre el otro modelo. De este modo, las mitades moldeadas de la paleta tienen superficies coincidentes para ser utilizadas al unir juntas las mitades de la paleta. Los modelos de cera pueden ser premoldeados y a continuación colocados sobre el elemento de molde o pueden ser fundidos en su posición sobre el elemento central si se desea así.

- Este montaje de elemento central del molde y de los modelos de cera sobre el mismo, como lo representa la figura 3 es a continuación utilizado para hacer un molde de cáscara 44. Este proceso es bien conocido o implica sucesivas y repetidas inmersiones en una lechada de partículas cerámicas seguidas por un estucado con partículas refractarias para recubrir el montaje y a continuación secar el revestimiento. La repetición de la inmersión del estuca-



do y del secado hasta que haya sido obtenido el espesor deseado de la pared del molde. El montaje con los múltiples recubrimientos sobre el mismo es a continuación calentado para su endurecimiento y solidificación para convertir los recubrimientos en un molde fuerte y firme para ser usado para efectuar la fundición. El molde, figura 6, rodea la copa de carga y la zona de crecimiento, así como el resto del montaje.

10. Durante el calentamiento del montaje y de los recubrimientos, el modelo de cera se funde y fluye al exterior del molde endurecido, dejando una cavidad en cada lado del "larguero de refuerzo", correspondiendo estas cavidades 46 y 48, figura 5, en cuanto a forma, como se hace aparente, a las mitades opuestas de la paleta que debe ser moldeada.

15. La cavidad de la zona de crecimiento en la parte inferior del molde termina en el extremo abierto de la parte inferior del molde y la cavidad del cargador está abierta en el extremo superior del molde,

20. Si los artículos que deben ser fundidos están hechos con una de las superaleaciones, el molde completado, con el larguero de refuerzo en su interior y mantenido por las bridas 24 y 25 que se extienden en la pared del molde y están incrustadas en la misma como se representa en las figuras 4 y 5, es entonces situado sobre una placa de enfriamiento y es colocado en el interior de cámara de vacío o de gas inerte. En esta cámara, el molde es llevado a una temperatura por encima de la de la aleación que debe ser fundida, la aleación es vertida en el molde y se solidifica la aleación por la acción de la placa de enfriamiento y por el

25.

19 AGO 1978



= 9 =

enfriamiento controlado del molde. Si se funden artículos de grano columnar o de monocristal, el enfriamiento es efectuado como se describe en las patentes Versnyder o Plearcey anteriormente mencionadas. Se entiende que esta invención es también aplicable a piezas de fundición equiaxiales.

5. Cuando la aleación se ha enfriado, las mitades de la paleta son extraídas del molde, y una vez limpiadas y eliminado el material extraño, por ejemplo la aleación de la zona de crecimiento y la aleación de la copa de carga,

10. las mitades opuestas de la paleta son unidas para formar la paleta de turbina de las figuras 8 y 9. A causa de que el larguero de refuerzo no es deformado durante el proceso de fundición, las superficies coincidentes 50 y 52 de las mitades opuestas de la paleta, formadas por las áreas del

15. elemento central del molde que estaban en contacto con las superficies 40, 41, 42 y 43 del modelo y que han quedado expuestas cuando el modelo fue extraído del molde por fusión, son superficies de precisión y se emparejarán en toda el área del diseño de cada superficie para una unión de área

20. completa de las dos mitades. La paleta que moldeada por mitades puede tener sus superficies interiores y el grueso de la pared de la paleta cuidadosamente inspeccionados antes del montaje para asegurarse de que la paleta una vez completada estará dentro de los límites de precisión requeridos

25. para un rendimiento óptimo durante su empleo.

Esta invención tiene una utilidad particular en el momento presente para la producción de paletas de turbina y álabes a alta temperatura. Estas piezas han sido fabricadas en cantidades importantes por moldeo a la cera perdida,

19 AGO. 1975



utilizando la técnica de "cera perdida" y se ha conseguido una experiencia tal que una gran parte de las piezas de fundición cumplen con las altas normas establecidas para el uso seguro de estas piezas.

5. La presente concepción es esencialmente una extensión de la misma técnica, aunque incluyendo el "larguero de refuerzo" o elemento central del molde. Así pues, esta invención no requiere el desarrollo de importantes técnicas nuevas y la experiencia técnica ya obtenida puede ser adaptada directamente a la presente concepción. Se entiende que es necesario mucho trabajo de desarrollo en la adaptación de nuevos moldes y procesos para su utilización comercial, con éxito. La presente concepción es una invención interina eficaz que puede ser utilizada extensamente hasta que una concepción más sofisticada de la solicitud anteriormente identificada con el N° de serie 416.563 pueda ser aplicada a la producción en gran escala de piezas de precisión.
- 10.
- 15.

20. Aunque la invención ha sido ilustrada y descrita con respecto a una realización preferente de la misma, debe entenderse por aquellas personas diestras en el oficio que varios cambios y omisiones pueden ser hechos en la misma, tanto de forma como de detalle, sin por ello salirse del espíritu y de la finalidad de esta invención.



REIVINDICACIONES

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones, con prioridad de la solicitud de patente U.S.A. nº

5. 499.227 del 21 de Agosto de 1974.

1.- Perfeccionamientos en la fabricación de moldes para el moldeo de precisión de piezas de paredes delgadas con aleaciones de alta temperatura, caracterizados por comprender las etapas de

10. proveer un elemento central de molde premoldado teniendo superficies formadoras del artículo en las superficies opuestas del mismo,

colocar modelos de cera sobre el elemento, un modelo sobre cada superficie formadora del artículo del elemento,

15. formar un molde de cáscara al rededor del elemento de molde y de los modelos montados, sumergiendo sucesivamente el elemento con los modelos sobre el mismo en una lechada de cerámica y estucando con partículas refractarias para formar un recubrimiento y secando el recubrimiento para formar el grueso deseado de la pared, y

20. calentar el molde de cáscara para endurecerlo y evacuar la cera por fusión, preparándolo para hacer una coada en el mismo.

25. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque las superficies exteriores del modelo de cera definen la otra superficie de formación del artículo.



3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el elemento central del molde tiene bridas que se extienden más allá de los modelos de cera para quedar conectadas e incrustadas en el molde de escoria formado sobre el elemento y los modelos montados.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los modelos de cera son premoldeados antes de colocarlos sobre el elemento del molde.

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque los modelos de cera son moldeados en lados opuestos del elemento central.

6.- Perfeccionamientos, de conformidad con las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque el molde comprende:

15. - un elemento central profundido con superficies formadoras del artículo, una en cada lado del mismo y bridas de borde que se extienden más allá de las superficies de formación del artículo,

20. - un molde a la cera perdida de material de cerámica que rodea el mencionado elemento central del molde y define en lados opuestos del elemento central una cavidad formadora del artículo, una superficie de cada una las cuales es el elemento central y la otra superficie de la cual está formada por una parte del molde a cera perdida, y

25. - las bridas de borde del elemento central proyectándose en el molde de cera perdida e incrustándose en el mismo.

7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el elemento central es una cerámica

pe

19 AGO. 1975



de gran fuerza y resistente a la deformación en sus características para producir superficies exactamente coincidentes en los artículos moldeados en las cavidades.

5. 8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el elemento central es moldeado con precisión y endurecido antes de la formación del molde de cera perdida alrededor del mismo.

10. 9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque las últimas partes de las superficies formadoras del artículo en los lados opuestos del elemento del molde son exactamente paralelas entre sí para definir la coincidencia.

15. 10.- Perfeccionamientos según la reivindicación 6, caracterizados porque el molde a cera perdida comprende una multiplicidad de capas de material cerámico en contacto íntimo entre sí y con las distintas capas diferentes del material del elemento del molde.

20. 11.- Perfeccionamientos de conformidad con las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque la fabricación de artículos huecos de fundición comprende las etapas de:

formar un elemento de molde premoldeado provisto de superficies coincidentes del artículo en los lados opuestos del mismo,

25. formar un molde a cera perdida alrededor del elemento del molde, presentando el elemento de molde superficies formadoras del artículo en superposición con las superficies formadoras del artículo del elemento del molde y definiendo así cavidades para el artículo en los lados opues-

Rg



tos del elemento,

calentar el elemento del molde y el molde de cera perdida montados,

moldear artículos en las cavidades para el artículo-

5. lo, y

unir los artículos opuestos moldeados en las superficies formadas sobre el elemento central.

10. 12.- Perfeccionamientos según la reivindicación 11, caracterizados porque incluyen la etapa de situar modelos de cera sobre el elemento central antes de formar el molde de cera perdida, definiendo los modelos de cera las cavidades para el artículo.

13.- Perfeccionamientos en la fabricación de moldes para el moldeo de precisión.

15. Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva que consta de 14 páginas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras y acompañadas de los dibujos reglamentarios.

Madrid, a 20 AGO. 1975

D.a.

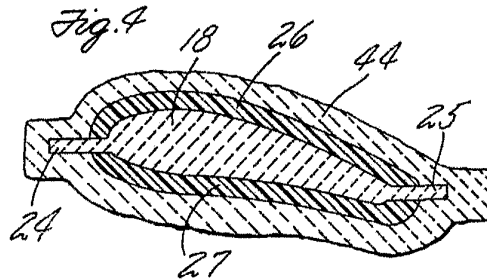
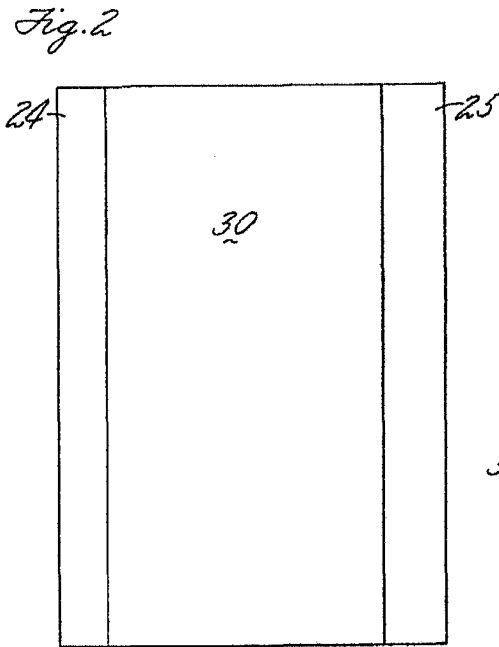
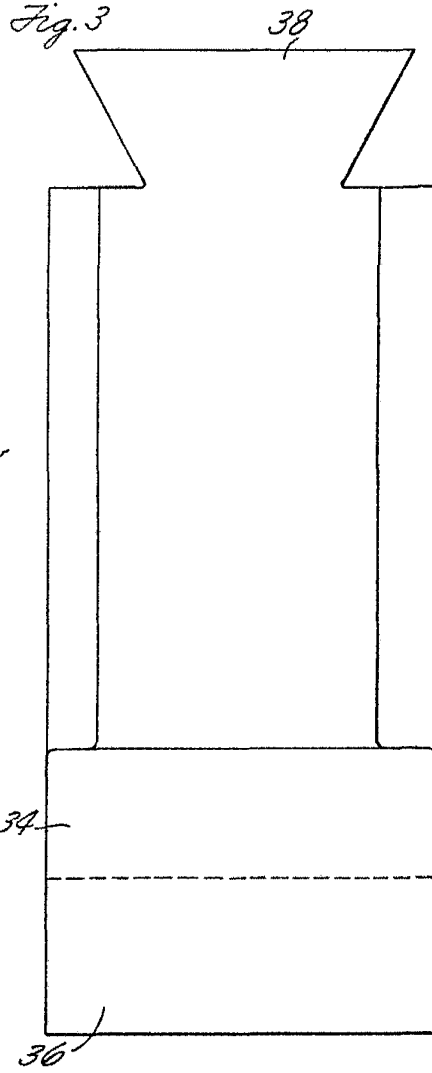
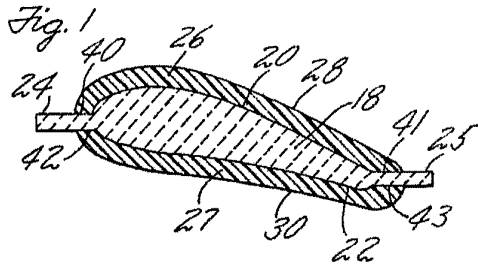
JAIME ISERN

P.P.

Firmado: JOSE F. NIETO

mpc.

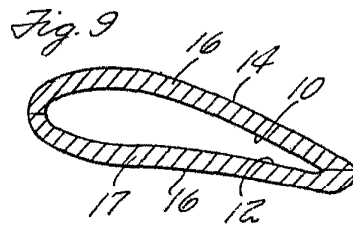
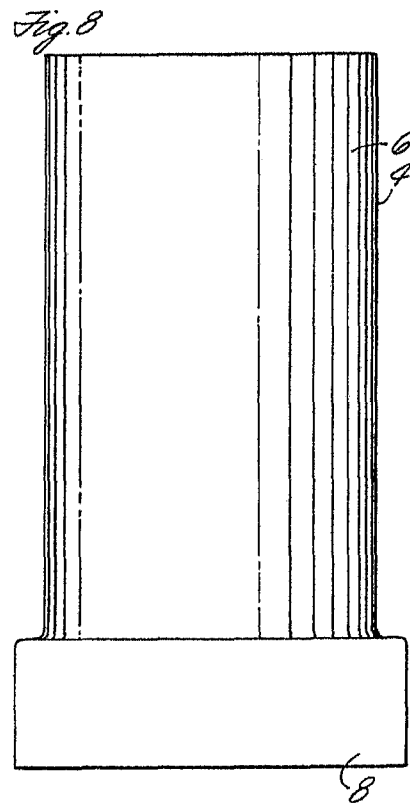
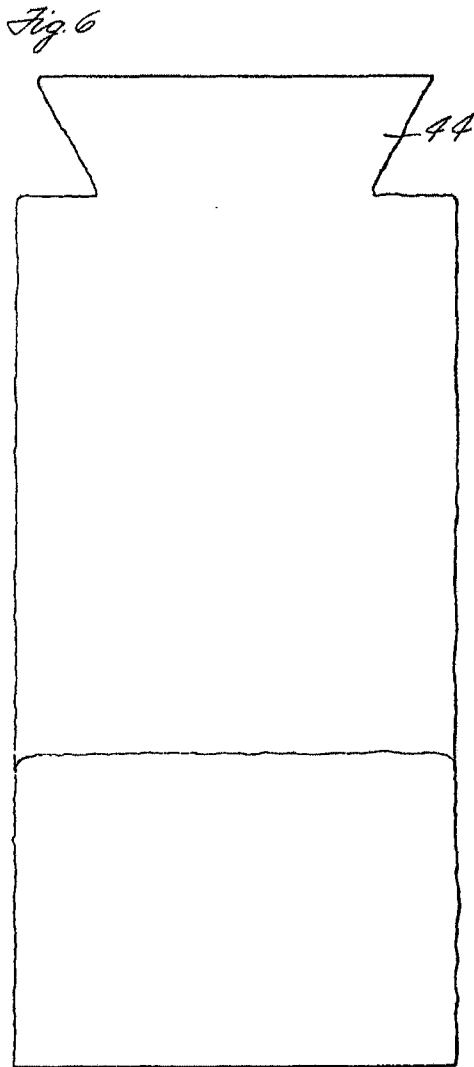
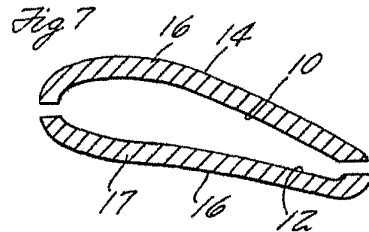
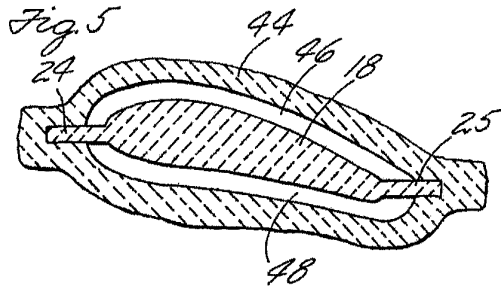
440339



Madrid, 27 de Mayo de 1937.
D.O.

Cos F-3227/115

440339



Madrid, 20 AGO. 1975
p.d.
JAIME ABERN
p.p.

Firmado: JOSE L. MORE