

S/Ref.: A-891

N/Ref.: O.G. 18.087/ms.

368742

24 JUN 1951



PATENTE DE INVENCION

SECCION TECNICA

CLASIFICACION I. P. C.

CLASE C-22

SUBCLASE F

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"APARATO Y METODO PARA LA REESTRUCTURACION DE MATERIALES".

-----

Solicitante: La compañía norteamericana: ANADITE, INC,  
con domicilio en 10647 Garfield Avenue,  
SOUTH GATE, California, EE.UU.

-----

Inventor: D. Floyd LeMar Daniels.

-----



- La presente invención se relaciona con aparatos y métodos para reestructurar materiales y más particularmente con perfeccionadas técnicas de formación para reestructurar metal fundido en una forma sólida y -
5. configurada con completo control del desarrollo microestructural, independientemente de la configuración estructural, de manera que las piezas resultantes estén relativamente libres de las discontinuidades normalmente asociadas a las piezas convencionalmente fundidas y muestran inherentemente unas elevadas relaciones entre solidez y peso.
- 10.

- Como la utilidad de las piezas de fundición dotadas de unas relaciones proporcionalmente elevadas entre solidez y peso se ha extendido desde simples configuraciones a componentes más complejos, de peso más ligero y de mayor tamaño para aplicaciones estructurales, ha aumentado proporcionalmente la demanda de una mayor solidez y seguridad. Consideraciones económicas exigen el desarrollo de nuevos procesos que proporcionen componentes metálicos dotados de una uniforme continuidad estructural y de aleaciones comparables a las actualmente usadas en forma trabajada.
- 15.
- 20.

- En el pasado ha sido práctica convencional en la producción de piezas de fundición vaciar o inyectar metal licuado en cavidades de moldes. La solidificación de este metal ha sido relativamente incontrolable debido al hecho de que la totalidad de la pieza de fundición ha de transformarse de líquido a sólido en varias zonas de toda la masa en fundición. La manera en que se congela el metal determina las propiedades mecánicas y solidez
- 25.
- 30.

24 JUN 1952



de la pieza de fundición. Por consiguiente, las propiedades de estas piezas de fundición, solidificadas de la manera convencional, variarán en proporción con el esquema de solidificación conseguido.

5. Como la fundición se realiza en la atmósfera, se encuentra presente hidrógeno en la pieza fundida, que la debilita estructuralmente en proporción con la cantidad de hidrógeno incorporada en la misma. Es práctica convencional reducir al mínimo este problema mediante desgasificación del metal en el crisol antes del vaciado, introduciendo cloro y otros preparados comerciales en la masa fundida inmediatamente antes del vaciado. Independientemente de la minuciosidad de desgasificación de la masa fundida, durante la operación de vaciado es absorbido hidrógeno,
10. de manera que raras veces existe una pieza de fundición totalmente libre de hidrógeno.
- 15.

- Otra constante de la fundición convencional, que es nociva para la calidad y solidez de la pieza fundida, es el atrapamiento de óxidos formados sobre la superficie del metal licuado, por ser licuado en presencia de oxígeno. Los procesos de fundición incluyen ordinariamente medidas de protección, tales como pantallas, para filtrar las formaciones óxidas, y prolongaciones en los canales de colada para atraparlas, pero las inclusiones -
20. óxidas se hallan casi siempre presentes en cierto grado en las piezas de fundición y son la causa de rechazos y bajos rendimientos.
- 25.

- Existe siempre un delicado equilibrio, en los métodos de fundición convencionales, entre la temperatura de vaciado y la calidad de la pieza de fundición. Si la
30. temperatura de vaciado es elevada, la absorción de gases



resulta también elevada; si dicha temperatura es baja, las áreas delgadas de la cavidad de fundición no se llenan por completo.

- Los procedimientos de inspección son costosos cuando se usan piezas de fundición convencionales para aplicaciones críticamente estructurales. Ello se debe a que los defectos (porosidad por gases, porosidad por contracción, inclusiones óxidas, segregaciones, etc.) son normales en determinado porcentaje en casi todos los lotes -
5. de piezas de producción y han de descubrirse por métodos no destructivos, tales como rayos X, penetrador de troquel, auxiliares de inspección sónicos, magnéticos y visuales o similares. Las piezas de fundición en que se encuentran defectos son medidas luego contra patrones de especificaciones, con el resultado de que raras veces se produce una total aceptación, generalmente tiene lugar un rechazamiento parcial y en ocasiones un rechazamiento -
- 10.2 total. Evidentemente, unos requisitos mas exigentes producen mayores pérdidas.
15. Es un procedimiento normal y bien conocido en todas las formas de fundición, incluyendo los procesos anteriormente mencionados, que los moldes requieran una "canalización" y adecuada ventilación de gases, así como un depósito en forma de tubo vertical a modo de embudo que suministre una cantidad de metal líquido a la sección en enfriamiento de la pieza de fundición.
20. Estos canales y tubos verticales tienden a funcionar como fuente de reserva para suministrar nuevo metal a secciones que se están enfriando y cristalizando con consiguiente contracción. Es de mucho tiempo sabi-
- 25.
- 30.



- do que esta es una operación esencial en la realización de sistemas de fundición y, sin una adecuada colocación del depósito o reserva, las piezas de fundición tienden a fracturarse o a exhibir variaciones altamente indeseables en la solidez del metal. Estos procedimientos y técnicas de canalización se han utilizado principalmente para el control de la solidificación y la prevención de un enfriamiento deficientemente distribuido en un molde y en su contenido metálico debido a variación en la configuración transversal de la pieza de fundición entre un punto y otro. Naturalmente, es común que las citadas piezas presenten secciones ampliamente diversificadas, existiendo límites relacionados con cada técnica de fundición, respecto a la relación entre la sección más delgada y la más gruesa de una determinada pieza. La posibilidad de conseguir una amplia variedad de diferencias entre secciones delgadas y gruesas es función de la alimentación y enfriamiento para inducir una solidificación direccional. La ventilación de los moldes para eliminar el atrapamiento de aire permite la eliminación de gases que puedan causar un inadecuado relleno del molde.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Los canales o columnas de metal que se disponen alrededor de la deseada pieza de fundición sirven en primer lugar de paso para descargar metal en la cavidad. En segundo lugar, áreas extras de metal licuado en mayores masas, que constituyen estas columnas, permanecen a elevadas temperaturas, sirviendo para mantener calor en el molde. Estas áreas extras funcionan también como depósitos de metal licuado para alimentar
- 25.
- 30.



- las secciones, de la pieza de fundición, controlando así la dirección de solidificación. Los canales empleados en el moldeo constan con frecuencia de mucho más metal que el producto que se está fundiendo (relación media de aluminio de 3 a 1). Cuando este hecho va unido a la necesidad de un depósito para suministrar a los canales y al propio molde, existe una sustancial cantidad de metal no productivo que no es utilizable en fundiciones críticas.
- 5.
10. Esto es particularmente cierto en las técnicas de fundición por revestimiento o sistemas de cera perdida, en los que son posibles unas secciones extremadamente delgadas. En estos tipos de fundiciones, la pureza del metal es de primordial importancia, porque
15. incluso unas partículas extrañas muy pequeñas pueden causar el rechazamiento de una pieza. Además del gasto del metal sobrante que se pierde en relación con tal fundición, existen un esfuerzo y planeamiento técnicos mayores asociados a la colocación de estos canales y a
20. la determinación del tamaño, dirección y relación con canales adyacentes, junto con temperaturas del metal y el molde estrechamente controladas a un elevado costo.
25. Por consiguiente, durante mucho tiempo ha existido la necesidad de proporcionar un aparato y un procedimiento relativamente libres de provisiones de canales y tubos verticales, que incorporen medios para controlar la dirección de solidificación del metal libre de defectos perjudiciales. La mejora en la reestructuración de metales, permitida por los modernos medios tecnológicos y perfeccionamientos conceptuales, --
- 30.



pueden reducir fácilmente el costo de tales piezas, en comparación con el costo de producción de piezas de fundición por los métodos y aparatos anteriores.

5. En consecuencia, los citados problemas y dificultades presentes en la fundición convencional y fabricación de piezas metálicas se evitan por la presente invención, que facilita una producción cualitativa y cuantitativa de piezas metálicas mediante simplificación de las técnicas de preparación y tratamiento de los moldes.
10. La necesidad de emplear métodos convencionales de vaciado y canalización, así como de distribución del calor dentro del molde, se elimina o reduce grandemente al mínimo, de manera que se obtiene una solidificación direccional controlada.
15. En una forma de la invención, se emplea un recipiente para contener una cantidad de metal licuado en un ambiente sometido a vacío, en el que se inserta un molde o forma hueca y de paredes delgadas a través de la superficie superior de la masa licuada. El molde es de
20. extremos abiertos, de manera que el metal licuado fluye a través de la abertura inferior de aquél hacia su cavidad hueca, de manera que quede separado de la masa circundante por la pared del molde. Se introduce un medio de enfriamiento a través de la abertura superior del molde, en contacto con el metal licuado capturado dentro de
25. la cavidad, en cuyo momento se produce la solidificación en la interfase de contacto. Se disponen medios para desplazar al elemento de enfriamiento hacia arriba, de manera que la porción solidificada de la parte moldeada sea arrastrada con aquél. La solidificación se produce
- 30.



progresivamente en la interfase caracterizada por el área de solidificación, puesto que la interfase de enfriamiento cambia al desplazarse hacia arriba el medio de enfriamiento y el metal sólido.

5. Preferiblemente, pero no necesariamente, el proceso se realiza en vacío y/o en una atmósfera inerte para evitar contaminación, tal como la fragilización normalmente causada por ejemplo por contacto con hidrógeno. Por consiguiente, el recipiente, incluyendo a la masa licuada, al molde y al medio de enfriamiento, se sitúa dentro de un adecuado ambiente sometido a vacío.

10. Además, pueden disponerse medios para agitar el metal licuado dispuesto en la interfase sólido-líquido, con lo que se crea una corriente superficial para reducir el desarrollo de dendritas al solidificarse el metal. El metal licuado se solidifica de manera continua y reestructurada, creando un frente de solidificación plano o un frente de solidificación estrecho sobre el metal anteriormente solidificado. En un experimento controlado, por lo menos, que implica el examen por rayos X, las características de la pieza producida simulan grandemente las de una forja, a excepción de la mayor reducción de peso en favor de la pieza producida por la presente invención.

15. Por consiguiente, entre los objetos principales de la presente invención, figura la provisión de un perfeccionado y nuevo aparato y método para la solidificación controlada de una pieza de fundición en una manera de desarrollo continua utilizando una estrecha zona - líquido-sólido para el desarrollo de una pieza configurada dentro de un molde de cápsula, y para la eliminación



de canalizaciones, tubos verticales y procedimientos de vaciado normalmente empleados en la preparación del molde.

5. Los aspectos de la presente invención que se consideran nuevos se exponen con detalle en las adjuntas reivindicaciones. La presente invención, tanto en lo que respecta a su organización como a su manera de realización, junto con otros objetos y ventajas de la misma, podrán comprenderse mejor con referencia a la siguiente descripción, considerada en relación con los adjuntos dibujos, en los cuales:

10. La figura 1ª es una vista esquemática de una forma del nuevo aparato para efectuar la reestructuración de metales al objeto de producir formas configuradas de acuerdo con la presente invención.

15. La figura 2ª es una vista esquemática similar a la de la figura 1ª, que ilustra otra versión de la presente invención para efectuar la reestructuración de metal desde el estado licuado a un estado sólido.

20. La figura 3ª es una vista muy ampliada, mostrada esquemáticamente, del frente plano o frente de solidificación entre el material licuado y el material sólido, presente en la versión mostrada en la figura 2ª; y

25. Las figuras 4ª, 5a y 5b son diagramas en bloques que ilustran las operaciones realizadas en la ejecución de los métodos expuestos por la presente invención, tal como pueden usarse por el aparato ilustrado en las figuras 1ª y 2ª, respectivamente.

30. Con referencia a la figura 1ª, se muestra una forma de nuevo aparato para producir formas configura-



das de precisión y de elevada calidad, en el que se ilustra en sección transversal un molde 10 al objeto de exponer una cavidad intensa 11 destinada a recibir metal licuado a través de una abertura 12. La cavidad 11 del

5. molde forma una trayectoria tortuosa a través de la cual se desplaza el metal licuado en su llenado, cuando tal metal licuado es vaciado desde un crisol 13 a través de una boca de descarga 14. Preferiblemente, el molde se

10. caracteriza por estar compuesto de una estructura de pared delgada provista de un coeficiente de dilatación extremadamente bajo al exponerse a grandes variaciones de temperatura y que proporciona unas elevadas propiedades de transferencia térmica que permiten el paso del calor a través de la estructura del molde hasta un sumidor de

15. calor externo o medio enfriador, como se describirá más adelante con mayor detalle.

El molde 10 se coloca en un área 15 sometida al vacío, delimitada por un revestimiento cerámico anular 16 encajado en el interior de una camisa de acero -

20. 17. Una cubierta de acero aislada 18 está dotada de un cierre hermético 20 en su conexión con el cuerpo principal de la camisa 17, de manera que la cubierta pueda retirarse fácilmente para colocar el molde dentro del área de la cámara 15. El cierre hermético 20 está aislado de

25. los gases internos calientes de la cámara 15 mediante contacto entre las caras cerámicas 21, lo cual proporciona una trayectoria tortuosa entre ellas.

El interior de la cámara 15 está conectado a una adecuada fuente de vacío 22 a través de un conducto

30. 23 que incorpora una válvula de vacío 24. De esta mane



ra, el área de la cámara 15 puede evacuarse fácilmente a un deseado nivel de vacío.

El molde se calienta en la cámara 15 por cualquier medio adecuado, tal como por gases inflamados o serpentines calentadores eléctricos. Por ejemplo, los gases a inflamar pueden introducirse en una cámara mezcladora 25 a través de una válvula 26, mientras que el aire puede admitirse a través de una válvula 27 y de un colector 28 que rodea a la cámara mezcladora 25. El accionamiento de un interruptor eléctrico 30 efectúa la energización de un entrehierro productor de chipas dispuesto en una bujía 31. Al producirse la chispa, el gas y el aire combinados en la cámara mezcladora se inflaman, circulando luego el gas calentado alrededor del molde 10. Los gases calentados se elevarán a través de la cámara 15 y serán expulsados a través de los respiraderos 32 y 33, cuando se ha levantado la cubierta 18. El calentamiento del molde se efectúa antes de producir un adecuado vacío.

El crisol 13 contiene una cantidad de metal líquido, que está suspendido sobre la abertura 12 del molde. El calor que pasa alrededor del molde asciende y funde al metal en el crisol. Cuando el metal ha alcanzado su adecuada temperatura de fusión y el molde ha sido también adecuadamente calentado, puede transferirse metal líquido desde un depósito o reservorio separado y colocarse en el crisol 13 a temperaturas listas para el vaciado. Como variante, se cierran las válvulas 26 y 27 para detener el flujo de gas y aire. Sin embargo, cuando se usan serpentines eléctricos para calentar, éstos permanecerán en funcionamiento. Después de que el molde y el



crisol han sido suficientemente calentados, se coloca la cubierta 18 sobre los cierres herméticos 20 y puede aplicarse la fuente de vacío 22 a la cámara 15 abriendo la válvula 24, siguiendo el bombeo de la cámara para encerrar el metal licuado en una cámara evacuada con el molde calentado. Una sonda de vacío 34 proporciona una indicación de la presión del aire dentro de la cámara y, cuando se ha conseguido el adecuado y deseado vacío, se gira una manivela 35 para vaciar el contenido del crisol 13 en la abertura 12 y en la cavidad 11 del molde.

La condición de vacío en el interior de la cámara 15 se mantiene brevemente y luego se abre la válvula de aire 27 para admitir atmósfera en la cámara. La cubierta 18 permanece sobre la cámara y se desciende lentamente el molde desde el área calentada de la cámara 15 hasta una sección de enfriamiento 36. Esta sección está encerrada en una camisa de acero 37 que sustenta a la cámara de vacío y que se encuentra en relación sellada con ella por medio de un cierre hermético anular 38. Sin embargo, si se desea, la sección de enfriamiento puede ser un área abierta en la que puede emplearse un enfriamiento por aire o gas. Un pistón 40 se desplaza alternativamente a través de la sección de enfriamiento 36 e incluye una plataforma o tapa de cerámica 41 que sustenta al molde 10 en la cámara 15. El pistón se desplaza a través de la sección de enfriamiento 36 sobre un cojinete estabilizador 42 asegurado en el fondo de la camisa de acero 37. Se emplean medios adecuados para desplazar el pistón, tales como el accionador 43, destinado a activar un mecanismo de cremallera y piñón, por ejemplo.



- A través de una válvula 44 pasa aire frío a presión desde una fuente adecuada a un colector anular 45 mediante un conducto 46, descargándose desde una serie de orificios suministradores 47, según un esquema
5. de chorros de aire periféricos que circundan al área a través de la cual ha de pasar el molde 10 al descender el pistón. Este chorro de aire refrigerante se dirige de manera que incida sobre el molde en una línea definida alrededor de su periferia. Al descenderse continuamente el molde hasta la posición máxima mostrada con trazado discontinuo por el número 48, ha pasado a una velocidad controlada (que depende de la masa) a través de este chorro de aire frío, que refrigera al molde y determina una cristalización progresiva del metal licuado en la
10. cavidad 11 desde abajo arriba. Esta cristalización produce la normal contracción del metal, pero debido a la línea definida de solidificación que se está produciendo, el líquido de la porción superior del molde alimenta la contracción al producirse la cristalización.
15. Las temperaturas en el interior de la cámara calentada 15 serán suficientes para fundir o mantener al metal licuado en tal estado. La temperatura del aire - aplicado al molde en la cámara de enfriamiento 36 puede ser la temperatura del aire ambiente, aire refrigerado
20. o aire en el que se controla el contenido de humedad para producir un efecto refrigerante evaporativo al incidir sobre el molde. La finalidad de la cámara de enfriamiento es la de que funcione como sumidor de calor para el enfriamiento del molde, pudiendo funcionar de varias
25. maneras distintas al sistema ilustrado. Por ejemplo, -
- 30.



24 JUN 1969

- es concebible que exista en esta cámara un baño de metal licuado, utilizando un metal a temperaturas inferiores a la del empleado en el propio molde. La gradual inmersión del molde calentado en este baño de metal a temperatura inferior realiza la solidificación en una línea bien definida y gradualmente, de manera similar a los cho
5. rros de aire mostrados en la forma preferida. Evidentemente, tal baño sumidor de calor del metal licuado puede requerir alguna forma de control de temperatura, pues el
10. descenso del molde en el metal elevaría sustancialmente la temperatura.

- Pueden usarse otras formas de sumidor de calor, tales como cobre pulverizado o configurado, aluminio pulverizado o cualquier forma pulverizada o cristalina preparada expresamente para este fin y seleccionada con relación a sus propiedades de transferencia térmica y temperatura de fusión. Tales polvos empleados en una capa -
15. fluidificada pueden proporcionar unas efectivas propiedades de transferencia térmica para cumplir un fin idéntico al realizado por un sumidor de calor líquido o por
20. la aplicación de aire frío. El grado de contacto entre la superficie del molde y el medio circundante, cualquiera que sea su naturaleza, puede determinar efectivamente el tiempo requerido para cambiar la temperatura desde el
25. molde al sumidor de calor, El área a elevada temperatura de esta cámara puede funcionar a cualquier temperatura - deseada, que resulte adecuada al material empleado para la producción de la pieza de fundición. Lo mismo es aplicable al área de enfriamiento y al material contenido en
30. ella. Para varios efectos y condiciones controladas, pue



de ser deseable que este material se encuentre a una temperatura elevada o bien a una temperatura inferior a la ambiente.

5. Significativamente la experimentación ha mostrado una mejora en la solidez de los materiales formados con el uso de las técnicas de la presente invención en cuanto a un fino espaciamiento de los brazos dendríticos, una fina distribución eutéctica y la complicada ramificación de la formación dendrítica. Las propiedades mecánicas son mejoradas, la uniformidad homogénea es considerablemente perfeccionada y se produce un evidente -
10. apretamiento cristalino que es particularmente valioso en configuraciones transversales delgadas y diseños complejos, en los que es esencial una elevada solidez, debido al mínimo contenido metálico.
- 15.

- El concepto inventivo incluye una modificación de la versión mostrada en la figura 1ª, en la que se efectúa la introducción de aire caliente en la cámara 36 con el fin de mantener una condición de metal líquido dentro
20. del molde y crear una solidificación controlada mediante enfriamiento, seguido de elevación de la cápsula a una cámara superior más fría. Este es un método más rápido, aunque menos deseable, porque crea una zona de solidificación más amplia. El metal de relleno avanzará hacia
25. la cavidad por medios convencionales o mediante una entrada inferior niveladora, en la que se emplea un grifo de flotador, en el cual flota una bola durante la entrada del metal y vuelve a asentarse por la presión del metal al cesar dicha entrada.

30. Con referencia ahora a la figura 2ª, se mues-



- tra en ella otra versión de la presente invención, en la que una cuba o recipiente 60 está sustentado sobre un blo que 61 apoyado sobre el fondo de un horno abierto 62, de manera que el recipiente queda sustancialmente rodeado por
5. la pared vertical 63 que delimita al horno. El recipien- te se llena de metal licuado 64 por medios adecuados, que llenan sustancialmente la cavidad del recipiente, de mane- ra que se dispone una superficie líquida 65 a corta dis- tancia de la entrada al recipiente. Un divisor de cápsu- la, al que en adelante se hace referencia por molde 66,
10. similar en sus características al molde 10 descrito con relación a la versión de la figura 1ª, se sumerge en el metal líquido 64 y se sostiene en él por medio de un dis- positivo alternativamente desplazable 67 que presenta un
15. extremo ahusado 68, adaptado para fijarse a una porción superior 70 del molde 66. El extremo terminal 68 puede fijarse al molde por cualquier medio adecuado, de mane- ra que el molde penda hacia abajo del dispositivo 67, completamente sumergido en el metal licuado 64. En una
20. forma, el aseguramiento se consigue por medio de alam- bres 69 solidariamente formados en un extremo con la par- te superior del molde y unidos por sus extremos opuestos a una barra de enfriamiento de metal 86. El espaciamien- to entre el recipiente y la pared lateral del horno pro- porciona una cámara de combustión o calentamiento 69' ex- puesta a la atmósfera en su extremo superior mediante - adecuada ventilación.
- 25.

Es de destacar que el fondo del molde 66 inclu ye un orificio o abertura 71 a través de la cual puede -

30. entrar el metal licuado en una cavidad de molde 72 deli-



mitada por las paredes laterales del molde 66. Para ilustrar la adaptabilidad de la presente invención, - el molde 66 incluye, como puede verse, un núcleo 73, de manera que se comprenderá la posibilidad de fabricar

5. piezas de fundición complejas o piezas formadas por el presente método y aparato. Como quiera que el molde 66 está sumergido en el metal líquido, éste fluirá al interior de la cavidad 72 hasta el extremo terminal 68 del dispositivo 67, de manera que la cavidad queda completa

10. mente llena de metal licuado. Los pasos 87 proporcionan una adecuada ventilación durante el llenado de la cavidad del molde. De esta manera, las paredes laterales de éste separan o dividen al metal licuado contenido en la cavidad 72, respecto a la masa licuada circun-

15. dante. Debido a este detalle, el molde 66 no es como el comúnmente empleado en las prácticas de fundición convencionales.

El calor que irradia de la pared lateral 63 y del fondo del horno calienta suficientemente al recipiente 60 para que el metal 64 se mantenga en estado líquido.

20. El calentamiento por resistencia eléctrica de la pared lateral se efectúa mediante el serpentín 63' energizado por una fuente de energía 92. El metal licuado, a su vez, facilita el calentamiento del molde 66, de manera

25. que puede mantenerse una temperatura uniforme en el recipiente, en el molde y en el metal. Por consiguiente, existe un mínimo de perturbación en el metal debida a condiciones extrañas. Manteniendo esta temperatura dentro del molde en función del metal licuado situado al

30. exterior de aquél, habrá un mínimo de requisitos en re-



lación con el molde. La necesidad de emplear canalizaciones o tubos verticales queda completamente eliminada, a excepción de la abertura 71, que no se considera como canalización en el sentido convencional aquí definido.

5. El dispositivo alternativamente desplazable 67 constituye un conjunto de pistón y cilindro y está deslizablemente sostenido sobre la placa superior 74 sellando un extremo de un cuerpo de cámara 75 que está montado sobre el borde periférico del horno 63 por medio de una base rebordeada 76. El cuerpo 75 encierra por completo la
10. entrada al recipiente, de manera que el área interna de dicho cuerpo definida por la pared lateral anular del mismo, por la superficie superior 65 del metal licuado y por el lado inferior de la placa 74, proporciona una cámara
15. de vacío 77. Esta cámara está adecuadamente conectada a una fuente de vacío 78 por medio de un conducto 80 y una válvula de interrupción 81. De esta manera, la cámara 77 puede proporcionar una atmósfera controlada. En una forma, puede introducirse nitrógeno frío circulante en la cámara
20. 77, de manera que ésta pase a constituir una cámara de aire frío cuando se desee efectuar la solidificación del metal licuado capturado dentro de la cavidad 72. Si se desea, pueden colocarse unos serpentines calentadores 79 dentro de la cámara de vacío, de manera que la temperatura de la misma pueda controlarse con exactitud en el
25. caso en que se desee mantener calentada a dicha cámara, pero a temperatura inferior a la de la masa licuada.

30. El dispositivo alternativamente desplazable 67 está sostenido sobre un alojamiento 82 que tiene un motor hidráulico y un medio 83 accionador de una bomba, pa



ra desplazar alternativamente al dispositivo en dirección vertical. Este dispositivo incluye un pistón 84 sostenido sobre el extremo superior del árbol 84', que puede fijarse adecuadamente a un vibrador 85.

5. El extremo del dispositivo alternativamente desplazable 67, opuesto a su extremo accionado por el motor hidráulico 83, está provisto de una barra de enfriamiento de metal 86 fijamente colocada inmediatamente detrás de la porción ahusada 68. Para efectuar un máximo enfriamiento controlado, la mayor parte de la longitud del dispositivo 67 está provista de un paso continuo 90 a través del cual puede pasarse a presión agua fría, aire frío o un refrigerante seleccionado. Además, puede colocarse un mandril toroidal 88 en la cámara de vacío circundando a la barra de enfriamiento y presentando una serie de chorros de descarga 89 dirigidos para hacer incidir corrientes de refrigerante directamente sobre la superficie exterior del molde, al elevarse a la cámara de vacío.
- 10.
- 15.

- Un frente de formación o solidificación, mostrado con detalle en la figura 3ª, se encuentra presente en una zona próxima a la superficie superior 65 del metal licuado, en la que el metal líquido contenido en la cavidad 72 adyacente al medio de enfriamiento, tal como la barra 86 y el extremo 68, cambia de estado líquido a sólido. Extendida en el mismo plano que el frente de solidificación, se dispone una bobina de inducción 91 conectada a una adecuada fuente de energía eléctrica 92. La finalidad de esta bobina de inducción es proporcionar un campo magnético dentro del frente de solidificación para crear una suficiente turbulencia en el metal licuado en esta zona al ob
- 20.
- 25.
- 30.

24 JUN 1953



jeto de controlar dicho frente de solidificación. La turbulencia del metal causará una difusión en la masa líquida, de manera que no se formen dendritas o se restrinja su desarrollo incontrolado.

5. Se dispone otro medio para establecer turbulencia en el frente de solidificación, que incluye un vibrador ultrasónico 93 adaptado para irradiar energía ultrasónica al metal licuado 64 dentro de la zona del frente de solidificación. Asimismo, el vibrador 85 puede emplearse para el mismo fin,

10.

El frente de solidificación proporciona una línea marcadamente definida de cambio de temperatura. Esta línea se representa por el nivel 65 del metal en el recipiente y el movimiento gradual del molde que contiene -

15.

metal a través de este nivel hacia la zona refrigeradora situada dentro de la cámara 77. Esta operación se efectúa generalmente a un ritmo muy lento. En la zona del frente de solidificación se produce un efecto cristalizador y -

20.

una solidificación cuando el dispositivo 67 se desplaza lentamente hacia arriba. Por los medios y métodos mostrados en la figura 2ª, se mantiene el equilibrio térmico entre el material del molde y el metal que llena la cavidad del mismo. Durante el llenado del molde se experimenta una completa ausencia de turbulencia, lo cual

25.

representa una importante desviación respecto a los procedimientos convencionales de fundición cuando se emplea el vaciado. La ausencia de contacto con el aire durante el procedimiento de llenado del molde y la posibilidad de utilizar moldes de cápsula delgada que no requieren

30.

solidez para mantener una precisión configurativa, cons



24

tituyen asimismo un gran beneficio.

5. El recipiente de metal licuado es desgasificado al vacío mediante la cámara de vacío, sellada por la conexión rebordeada 76 ó, si se desea, mediante la inmersión de la base de la cámara ligeramente en el metal licuado, tal como puede representarse por la unión del cuerpo 75 con el borde superior del recipiente 60. La válvula 81 conecta la fuente de vacío, que incluye una bomba - productora del mismo, con la cámara 77, pudiendo emplearse otra válvula 79' para conectar la cámara con un suministro de gas, tal como argón por ejemplo. Los gases nocivos pueden eliminarse del metal licuado mediante la operación de vacío, pudiendo sustituirse éste por un gas - inerte u otro beneficioso, sin que el metal desgasificado entre en contacto con el aire durante el ciclo de solidificación en la producción de las piezas.
- 10.
- 15.

20. La barra de enfriamiento 86 puede estar compuesta de una aleación a base de cobre y cuando comienza la - solidificación después del enfriamiento, la barra y el metal y molde fijados se elevan mecánicamente mediante el - dispositivo 67. Preferiblemente, la elevación del dispositivo se programa electrónicamente con relación a la masa y configuración de la pieza formada. El recipiente, el molde y el dispositivo de vacío son ajustables, de manera que, al elevarse el molde, se mantiene un íntimo contacto entre la porción solidificada de la forma y el metal licuado, de modo que no se interrumpa el ambiente atmosférico, tanto si se trata de un vacío o de una atmósfera controlada.
- 25.

30. Una característica metalúrgica única del presen



- te sistema de reestructuración de metales es la constituida por un frente de solidificación muy estrecho. La condición de éste puede considerarse dotada de tres fases, tal como se muestra en la figura 3ª, durante el proceso de solidificación, consistentes en un metal licuado en el fondo, un desarrollo o formación controlada de sólidos en íntimo contacto con el líquido ligeramente más abajo de la superficie del metal licuado, y el sólido formado en parte por encima de la segunda fase. Esta progresión asegura -
5. una distancia de alimentación extremadamente corta, prácticamente sin ningún laberinto de dendritas en desarrollo a través de las cuales fluye metal líquido para suministrar a las dendritas y sustituir la contracción volumétrica debida a una contracción normal. Esto ofrece un -
10. directo contraste con el modo de solidificación normalmente practicado en los métodos de fundición convencionales, en los que la solidificación tiene lugar en varias zonas de toda la masa, dificultando así la consecución de un 100% de homogeneidad.
15. Puede anticiparse que el titanio y otros metales reactivos pueden configurarse satisfactoriamente por el sistema de la invención, debido a la oclusión de gases reactivos; por consiguiente, mediante la presente invención puede efectuarse la fundición de titanio o cualesquiera metales reactivos.
20. El concepto inventivo incluye también una modificación en la que el metal, que ha llenado el molde como en el aparato de la figura 2ª, puede descenderse del molde lleno y evitar la salida del metal contenido en aquél mediante el grifo de flotador cerámico. Este metal líqui
25. 30.



- do contenido en el molde puede mantenerse luego en dicho estado usando sólo el campo eléctrico de las bobinas de inducción 91. Esto puede efectuarse descendiendo el recipiente 60 y el metal 64 a un nivel inferior y permitiendo que la corriente creada por las citadas bobinas mantenga la condición fluida necesaria para una solidificación controlada. Puede aplicarse el uso de rayos laser, a una intensidad controlada, para controlar el mantenimiento del estado líquido en el metal contenido en el molde.

- Las operaciones necesarias para llevar a cabo el proceso de la invención empleando el aparato mostrado en la figura 1ª, se ilustran en el diagrama en bloques de la figura 4ª. Inicialmente, se coloca en el crisol 13 una cantidad de metal sólido, que puede ser por ejemplo un tipo de metal o aleación exótico, calentándose (90) a una temperatura suficiente, comprendida entre 38 y 2.200°C, por el calor de gas quemado, generado en la cámara mezcladora 25, para fundir el material original. Durante esta operación inicial, la cubierta 18 es retirada de manera que la cámara 15 sea ventilada a la atmósfera. Durante esta fase de calentamiento, el molde 10 es calentado a una temperatura suficiente, dentro de los 260°C de la temperatura del material original licuado, compatible con la aceptación del metal licuado del crisol. Después del calentamiento, se asegura la cubierta 18 en su posición sobre la cámara 15, que es luego evacuada (92) a un nivel comprendido entre 100 y 5 micras de mercurio, por medio de una fuente de vacío 22 a través de la válvula 24, de manera que rodee un su

24 JUN 1954



- ficiente vacío al molde y el crisol. Si se desea, puede introducirse un gas inerte en la cámara 15. Luego se gira la manivela 35 de manera que pase metal licuado (93) desde la boca 14 del crisol a la abertura 12 del molde,
5. de modo que el metal licuado sea transferido a la cavidad 11 del molde. Luego se energiza el accionador 43 para mover la unidad de pistón 40 en dirección descendente, lo que determina el paso del fondo del molde a la cámara de enfriamiento 36. Al entrar el fondo del crisol en la
10. cámara 36, es pasado por los chorros refrigerantes 47, -- que efectúan la solidificación del metal licuado dentro de la cavidad del molde mediante enfriamiento (94) desde la temperatura ambiente a 51,1°C, por ejemplo. El metal solidificado sostiene el metal licuado encima de él hasta --
15. que se solidifica metal licuado adicional al desplazarse hacia abajo el molde pasando por los chorros refrigerantes. De esta manera, se controla gradualmente la solidificación del metal licuado, al tiempo que se permite una alimentación por gravedad de la formación cristalina dentro de la cavidad del molde, mediante la continua disponibilidad de metal licuado por encima, al objeto de eliminar (reducción térmica) las fracturas dentro de la cavidad del molde. Finalmente, éste se coloca por completo en la cámara de enfriamiento 36, donde se deja curar el metal solidificado dentro de la citada cavidad mediante enfriamiento (95) a temperatura ambiente, por ejemplo. Tras --
20. la retirada del molde del aparato, el molde que rodea el material solidificado puede romperse fácilmente al objeto de exponer la pieza completada y formada, que presenta la configuración del interior del molde.
- 25.
- 30.



24 JUN 1954

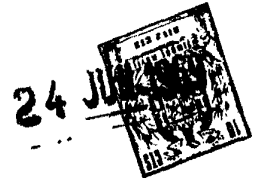
- Con referencia ahora a la figura 5a, se ilustran las operaciones destinadas a realizar el proceso empleando el aparato mostrado en la figura 2a, en relación con el uso de materiales reactivos. Inicialmente, se crea
5. un vacío (100) del orden de 100 a 5 micras de mercurio dentro de la cámara 77 mediante la fuente de vacío 78, a través de la válvula 81. Luego se licúa una cantidad de metal del material original (101) mediante el calor del horno, del orden de 38 a 2.200°C, hasta su estado licuado, -
  10. dentro de los confines del recipiente 60. Cuando el metal se ha licuado por completo, se establecerá la superficie 65 como fondo de la cámara de vacío 77. Luego se sumerge (103) el conjunto de pistón y cilindro 67, que sostiene al molde configurado 66 en condición precalentada (102) dentro de los 260°C de la temperatura del material original licuado, descendiendo a través de la cámara 77 al metal licuado, determinando el flujo del metal al interior de la cavidad del molde a través del orificio 71. Cuando se ha descendido por completo el miembro 67, el metal habrá llenado totalmente la cavidad del molde, funcionando el molde de cápsula como medio para -
  15. separar la cavidad de la masa licuada circundante. Una vez llenada la cavidad, se calienta más el molde por conducción desde el metal licuado, de manera que se produce un equilibrio térmico. Si se desea, el vacío puede ser
  20. sustituido por gases inertes, tales como argón o helio, al objeto de facilitar una rápida transición al sólido en la interfase líquido/sólido. Esta operación modificada está representada por el bloque ambiental controlado (104). Luego se agita (105) el metal licuado próximo
  - 25.
  - 30.



24 JUN 1970

- a la parte superior de la cavidad por medio de los vibradores ultrasónicos 85 y 93 ó mediante la bobina de inducción 91, de manera que se agite minuciosamente el metal licuado situado junto a la superficie 65. Mientras se está agitando el metal, se inicia el enfriamiento (106), tal como mediante circulación de refrigerante a través del paso 90, elevándose (107) el miembro 67, de manera que el molde irrumpa gradualmente a través de la superficie 65 al interior de la cámara de vacío. El gradiente de temperatura -
5. entre la cámara relativamente enfriada 77, aumentado por el frío de la barra 86, que es enfriada por medio de refrigerante que circula a través del paso 90 y el anillo de -
10. chorros refrigerantes secundarios 88, respecto al metal licuado caliente situado en el crisol, inicia la solidificación del metal licuado dentro de la cavidad, cerca del nivel superficial 65. Al pasarse el molde a la cámara 77, el metal licuado contenido en la cavidad se solidifica -
15. progresivamente. La temperatura de la cámara se controla (108) desde el valor ambiente a 51,1°C por ejemplo, mediante calentamiento por resistencia eléctrica o serpentes 79 conductores de refrigerante, siempre que la temperatura se mantenga por debajo de la del metal licuado. Una vez obtenido un suficiente enfriamiento, puede interrumpirse (109) el vacío de la cámara 77 y romperse (110)
20. las paredes del molde.
- 25.

30. Cuando se ha iniciado la solidificación en el molde, se eleva éste, según la masa que se esté moldeando, a una velocidad no superior a la capacidad del metal sólido para formar nuevos sólidos y la de formar éstos a su vez más sólidos, y así sucesivamente.



Como puede observarse fácilmente, los métodos de sustracción de calor, tales como la circulación de fluidos fríos o de aire o gases fríos a través de la barra de enfriamiento sólida, aplicando también aire o gases fríos directamente al molde expuesto, imponen un gradiante térmico entre el estado líquido y el sólido del metal licuado dentro de la cavidad del molde. El calor indeseable que irradia de la masa metálica puede controlarse, si fuese necesario, mediante la flotación de glóbulos refractarios de ligero peso o preformados sobre la superficie de la masa metálica. Esta fase final permite al metal de la cavidad principal suministrarse así mismo el metal de repuesto requerido durante la solidificación desde las porciones inferiores de la cavidad, y no de parte de la sección de cavidad principal, y a su vez lo extrae de la masa principal de metal, puesto que los cristales del metal en proceso de solidificación están emergiendo a través de la superficie de la masa licuada en formas impuestas por la acción divisora de metal de las paredes del molde, y no necesariamente por los recipientes de contención de presión usados convencionalmente por los expertos en el arte de las prácticas de forja. Por esta razón, la estructura del molde, que funciona como divisor, puede ser tal frágil como lo permita su manipulación, no representando la fragilidad del molde ningún problema durante la fase de elevación y solidificación, puesto que el dispositivo elevador puede fijarse directamente a la porción superior del metal en proceso de solidificación. El molde, habiendo completado su objetivo de aislar el metal líquido en una forma prepara-



24

tiva de la solidificación, que tiene lugar cerca de la superficie del metal licuado, puede desmoronarse entonces y caer o colgar sobre la superficie de la forma en proceso de enfriamiento, siendo retirado finalmente por medio mecánico.

5.

Cuando se requiere una condición de vacío o atmósfera controlada antes, durante y después de la retirada del molde de la masa metálica, tal como cuando se emplean titanio u otros metales reactivos, puede colocarse un simple dispositivo a modo de cámara capaz de contener al molde y resistir la temperatura del metal, de tal manera que forme un contacto directo con la masa metálica. De esta manera, se mantiene un positivo cierre hermético al vacío.

10.

Es posible un método variante, consistente en descender un cilindro presurizado al interior de la masa metálica y desplazar el metal interno hasta que, en el momento deseado, se deje ascender al molde, anteriormente colocado en el cilindro, y alrededor del mismo. Volviendo a presurizar la cámara con un gas inerte, se hace retroceder al metal a un ritmo predeterminado, que satisfaría los requisitos de alimentación del metal en proceso de solidificación dentro del molde. Este método asegura el que todo

15.

el metal que pasa al molde sea el metal inferior, más preferido, ofreciendo también un segundo método de retirada del molde del metal mediante presurización de éste último a un nivel inferior. Evidentemente, puede usarse el vacío para pasar el metal a la cámara que contiene al molde, mientras se está descendiendo dicha cámara a la masa metálica. El ritmo de descenso de esta masa puede controlarse mediante el aminoramiento del vacío por control del

20.

25.

30.



gas inerte suministrado.

5. Con referencia ahora a la figura 5b, se muestran las operaciones conducentes a la reestructuración de materiales no reactivos, que comienzan por la fusión (111) del metal original a una temperatura del orden de 38 a 2.200°C, el precalentamiento (112) del molde a una temperatura comprendida dentro de los 260°C de la temperatura del material original licuado, y la inmersión (113) del molde calentado en el metal licuado. Las operaciones son similares a
10. las anteriormente descritas con relación al tratamiento de metales reactivos. Luego se produce un vacío (114) de -100 a 5 micras de mercurio, seguido de agitación (115) - del metal licuado dentro de la cavidad del molde. Particularmente, la agitación se efectúa cerca del nivel superficial de la masa licuada. El metal licuado adyacente al
15. medio de enfriamiento es enfriado (116) en la zona de solidificación y al solidificarse el metal licuado, los sólidos se elevan (117) al ambiente más frío de la cámara bajo condiciones de temperatura controlada (118). Una
20. vez curados en el ambiente más frío de la cámara, puede interrumpirse (119) el vacío y romperse (120) la pared - del molde.

25. Se comprenderá que en otra forma de la invención, el molde puede permanecer en el metal líquido circundante y que sólo la forma sólida reestructurada en la zona de solidificación será elevada a la cámara más fría. En este caso, no se encontrará presente la pared del molde y por consiguiente se eliminará su rotura.

30. Mediante los anteriores métodos y aparatos, se verá que se proporciona un sistema muy perfeccionado pa-



ra la formación de metales en un molde conductor del calor, de estructura heterogénea, que este método puede tener por resultado unas grandes economías en las técnicas de formación de metales en general y que dará lugar a un

5. producto perfeccionado dotado de unas mejores características estructurales que en el caso actual, en el que no se efectúa uniformemente una transferencia de calor, y que depende del empleo de procedimientos de canalización convencionales.

10. Aunque se han mostrado y descrito versiones particulares de la presente invención, resultará evidente para los expertos en la técnica que pueden efectuarse cambios y modificaciones sin apartarse de la invención en sus aspectos más amplios y, por consiguiente, el objetivo de las adjuntas reivindicaciones es abarcar todos -

15. los cambios y modificaciones que entren dentro del verdadero espíritu y ámbito de la invención.

#### NOTA

La Patente de Invención que se solicita por -

20. veinte años para España, de acuerdo con la vigente legislación, deberá recaer sobre: "APARATO Y METODO PARA LA REESTRUCTURACION DE MATERIALES", con Prioridad de la Solicitud de Patente en EE.UU. Ser. nº 742.875, presentada el 5 de Julio de 1968, según las características esenciales de las siguientes:

25.

#### REIVINDICACIONES

1ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, desde un estado líquido a un estado sólido, que comprende un molde provisto de una cavidad interna para

30. confinar una cantidad de material líquido; medios calen-



24

5. tadores adaptados para mantener dicho material líquido en tal estado; medios refrigerantes dispuestos junto a los citados medios calentadores, adaptados para enfriar el citado material líquido al objeto de solidificarlo, actuando dichos medios refrigerantes sobre el citado material líquido para introducir un frente de solidificación en el mismo, de manera que tal material líquido cambie en dicho frente de solidificación de líquido a sólido.

10. 2ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 1ª, en el que el citado frente de solidificación se desplaza continuamente de un extremo de la citada porción confinada al otro extremo de la misma, de manera progresiva.

15. 3ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 2ª, que incluye un medio ambiental controlado dispuesto alrededor del citado molde y de los referidos medios refrigerantes, de manera que el mencionado frente de solidificación y dicho material líquido se expongan solamente a un ambiente controlado.

20. 4ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 3ª, que incluye medios alternativamente desplazables para alejar selectivamente dicho molde de los citados medios calentadores.

25. 5ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 4ª, en el que los referidos medios ambientales controlados incluyen una cámara de enfriamiento adaptada para recibir la referida porción sólida después de su solidificación y que incluyen además medios para mantener el interior de la citada cámara a -  
30. una temperatura menor que la del referido material líquido



24 JUN 1953

do.

5. 6ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 4ª, en el que el citado molde se sumerge en dicho material líquido, separándolo en una porción confinada y una porción mayor circundante; y en el que los citados medios refrigerantes incluyen medios selectivamente acoplables a la citada porción confinada para cambiar la temperatura en el área de contacto al objeto de establecer dicho frente de solidificación.

10.

15. 7ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 1ª, en el que dicho frente de solidificación se caracteriza por una porción líquida que sustenta a una porción semisolidificada adyacente a una porción sólida.

20. 8ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 6ª, en el que dicho molde comprende un separador configurado y de extremos abiertos.

25. 9ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 5ª, en el que los citados medios alternativamente desplazables están acoplados al mencionado molde para alejarlo selectivamente a un ritmo predeterminado de dicha porción mayor circundante de material líquido.

30. 10ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 7ª, que incluye medios funcionalmente acoplados a la mencionada porción semisolidificada para generar una acción agitadora de tal porción.

24 JUN 1952



- 11<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 8<sup>a</sup>, en el que dicho material líquido tiene un nivel superficial y los mencionados medios acoplables están sustentados por encima de dicho nivel superficial, funcionando para acoplarse selectivamente a la referida porción separada, aproximadamente en dicho nivel superficial; y en el que los referidos medios acoplables están a menor temperatura que el material original licuado y confinado, en virtud de lo cual dicho material situado en la interfase de contacto con los medios acoplables se caracteriza por establecer el referido frente de solidificación, adaptado para transformar o convertir el estado de dicha porción separada líquida en una forma sólida dotada de la configuración de la referida cavidad interna.
- 5.
- 10.
- 15.

- 12<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 11<sup>a</sup>, en el que los citados medios alternativamente desplazables están funcionalmente conectados a los medios acoplables para alejar a la referida forma sólida del nivel superficial citado, a un ritmo predeterminado, de manera que dicho frente de solidificación se desplace progresivamente a todo lo largo de la mencionada porción separada del material original licuado.
- 20.

- 13<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 1<sup>a</sup>, que incluye medios funcionalmente acoplados a dicho material líquido confinado para agitarlo.
- 25.

- 14<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 11<sup>a</sup>, que incluye un man-
- 30.



- dril anular que circunda a los referidos medios de acoplamiento y presenta una serie de orificios suministradores de refrigerante dispuestos para dirigir corrientes de refrigerante a dicha forma sólida al salir del citado nivel superficial.
- 5.
- 15<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 6<sup>a</sup>, que incluye unos pasos formados en los citados medios acoplables para conducir un refrigerante a través de ellos al objeto de controlar la temperatura de los citados medios acoplables.
- 10.
- 16<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 11<sup>a</sup>, que incluye un recipiente para contener dicho material líquido, rodeando los citados medios calentadores a este recipiente por debajo de dicho nivel superficial, para calentar al recipiente y al mencionado material líquido; y en el que el mencionado molde tiene una abertura superior y se dispone en dicha masa de material líquido sustancialmente adyacente al referido nivel superficial; los citados medios de acoplamiento incluyen una barra de enfriamiento dispuesta sobre dicho nivel superficial en alineamiento con la mencionada abertura superior del molde y adaptada para acoplarse al referido material líquido dentro de la citada cavidad al nivel superficial del mismo; los citados medios alternativamente desplazables están adaptados para mover a la barra de enfriamiento hacia un acoplamiento con el material líquido contenido en dicha cavidad y para retirar dicho material después de su solidificación; y en el que la mencionada barra de enfriamiento está a una temperatura inferior a la del material líquido, en
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



virtud de lo cual se produce la solidificación del material contenido en dicha cavidad tras el contacto con aquélla.

5. 17ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 16ª, en el que se establece una unión entre la citada barra de enfriamiento y el material solidificado, de manera que éste se fija a la barra de enfriamiento y forma además un sumidor de calor, adicional a la citada barra de enfriamiento, para efectuar
10. la solidificación del referido material adyacente al mismo.

15. 18ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 16ª, en el que el citado frente de solidificación se dispone a dicho nivel superficial, comprendiendo el referido material solidificado adyacente a la citada barra de enfriamiento, material semisolidificado inmediatamente debajo de aquél y el referido material líquido inmediatamente debajo del citado material semisolidificado, de manera que la barra de enfriamiento y el material solidificado constituyen un sumidor
20. de calor adaptado para efectuar una adicional solidificación en respuesta al alejamiento de la barra de enfriamiento respecto al citado nivel superficial.

25. 19ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 16ª, que incluye una cámara de vacío sostenida sobre el citado recipiente y los mencionados medios calentadores, en el que dicho nivel superficial constituye el fondo de la citada cámara y está adaptado para recibir el referido material solidificado
30. en respuesta al movimiento de la barra de enfriamiento -



respecto al mencionado nivel superficial.

5. 20ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 16ª, que incluye medios de seguridad que aseguran desprendiblemente el citado molde a la mencionada barra de enfriamiento.
10. 21ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 16ª, en el que dicho molde está compuesto de material sensible a las temperaturas, eficaz para ser arrancado de dicho material solidificado al separarse del citado nivel superficial.
15. 22ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 13ª, en el que dichos medios agitadores incluyen un vibrador sónico adaptado para transmitir energía acústica a través del referido material líquido.
20. 23ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 22ª, en el que dicho vibrador está fijamente asegurado a la citada barra de enfriamiento.
20. 24ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 22ª, en el que dicho vibrador está fijamente asegurado a los citados medios calentadores.
25. 25ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 13ª, en el que dichos medios agitadores incluyen una bobina de inducción que circunda al citado molde, adaptada para inducir una agitación térmica del citado material líquido.
30. 26ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 21ª, en el que dicho



molde comprende un cuerpo unitario que tiene una cavidad interna de extremos abiertos, de configuración predeterminada, definida por una pared lateral continua de dicho cuerpo y adaptada para su inmersión en el material líquido, de manera que éste fluya al interior de dicha cavidad a través de una por lo menos de las mencionadas aberturas del cuerpo citado.

5. 27<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 26<sup>a</sup>, en el que dicho cuerpo incluye un par de aberturas situadas en los extremos opuestos del mismo, que definen las aberturas de los extremos opuestos de la citada cavidad interna para acomodar el flujo de material líquido al interior de tal cavidad.

10. 28<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 26, en el que la citada pared lateral está compuesta de material termosensible - adaptado para desmoronarse cuando se somete a un predeterminado diferencial de temperatura.

15. 29<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 26<sup>a</sup>, en el que el espesor de la citada pared lateral es del orden de una milésima de pulgada a media pulgada.

20. 30<sup>a</sup>.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 5<sup>a</sup>, que incluye materiales para una cámara calentadora dispuesta junto a la citada cámara refrigerante; disponiéndose los citados medios alternativamente desplazables en común entre dicha cámara refrigerante y la cámara de calentamiento, adaptados para desplazarse desde esta cámara de calentamiento

25. 30.

24 JUL 1969

- a la cámara de enfriamiento; siendo sostenido el referido molde por dichos medios alternativamente desplazables dentro de la cámara de calentamiento y estando adaptado para su introducción en la cámara de enfriamiento en respuesta al movimiento de los citados medios alternativamente desplazables; estando adaptado dicho molde para contener una cantidad de material líquido en la citada cavidad interna, en virtud de lo cual dicho material líquido se solidifica progresivamente a lo largo del referido molde desde un extremo hasta el extremo opuesto, al desplazarse tal molde a través de la cámara de enfriamiento.
5. 31ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 30ª, que incluye un medio refrigerante anular que circunda a los citados medios alternativamente desplazables, adaptado para dirigir corrientes de refrigerante contra dicho molde a su paso al interior de la cámara refrigerante.
10. 32ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 30ª, que incluye medios productores de vacío acoplados a la cámara de calentamiento para proporcionar un ambiente controlado en la misma.
15. 33ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 30ª, en el que dichos medios alternativamente desplazables incluyen una plataforma que constituye una pared común entre la cámara de calentamiento y la cámara de enfriamiento, para sustentar al citado molde.
20. 34ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 30ª, que incluye un -
- 25.
- 30.



crisol giratoriamente montado en la cámara de calentamiento y adaptado para verter material líquido en la mencionada cavidad interna del molde.

5. 35ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 31ª, en el que dicho frente de solidificación es adyacente a la entrada de la cámara de enfriamiento, en la que se reestructura el mencionado material líquido desde tal estado a otro sólido.

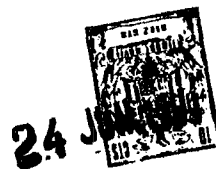
10. 36ª.- Aparato para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 1ª, en el que el citado material líquido es metal calentado a un estado licuado.

15. 37ª.- Método para la reestructuración de materiales, desde un estado líquido a un estado sólido, en el que se utiliza el aparato descrito en las reivindicaciones 1ª a la 36ª, que comprende las operaciones de licuar el material a una condición fundida, confinar una porción de dicho material licuado en un molde y reducir la temperatura del citado material licuado en dicho molde en un extremo seleccionado del mismo, para establecer un frente de solidificación eficaz para cambiar el estado de dicho material licuado separado de líquido a sólido.
- 20.

25. 38ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 37ª, que incluye la operación de retirar el citado material sólido, después de la mencionada operación de reducción, del mencionado material licuado, en virtud de lo cual el frente de solidificación opera como interfase entre el mencionado material sólido y el referido material licuado para producir material sólido adicional al retirarse el material sólido anterior.
- 30.



- 39<sup>a</sup>.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 37<sup>a</sup>, en el que dicha operación de separación incluye el mantenimiento de un intercambio térmico entre la porción separada del material licuado y el material licuado circundante.
- 5.
- 40<sup>a</sup>.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 38<sup>a</sup>, en el que dicha operación de reducción incluye la agitación del material licuado en la interfase.
- 10.
- 41<sup>a</sup>.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 38<sup>a</sup>, en el que dicha operación de reducción incluye además el mantenimiento de un ambiente controlado alrededor del material sólido y de la superficie del material licuado.
- 15.
- 42<sup>a</sup>.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 38<sup>a</sup>, en el que el citado material licuado proporciona un nivel superficial, incluyendo las operaciones de sumergir un molde, provisto de una cavidad interna de extremos abiertos, a través del nivel superficial, en el material licuado, de manera que una porción de este material entre en la cavidad, ocupándola; y la introducción de un sumidón de calor a través de la abertura del molde más próxima al nivel superficial y en contacto con el material licuado que ocupa la cavidad, al objeto de establecer dicho frente de solidificación en la interfase de contacto para disminuir su temperatura, que está adaptada para convertir el estado del material licuado con el que se ha establecido contacto, a una forma sólida dotada de la configuración de la cavidad interna.
- 20.
- 25.
- 30.



5. 43ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 42ª, en el que tras la operación de introducir el sumidor de calor en el material licuado, se produce la operación de retirar el material sólido por encima del nivel superficial al formarse inicialmente sobre el sumidor de calor, y sobre sí mismo al retirarse continuamente el material sólido.

10. 44ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 43ª, en el que dicha operación de retirada incluye el desplazamiento de la forma sólida por encima del nivel superficial a un ritmo predeterminado, de manera que el frente de solidificación avance progresivamente a todo lo largo del material licuado dentro de la cavidad interna.

15. 45ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 43ª, en el que dicha operación de introducción incluye la agitación del material licuado en la interfase.

20. 46ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 37ª, que incluye la operación de precalentar el citado molde antes de recibir dicho material licuado.

25. 47ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 37ª, que incluye, después de la operación de reducción, la operación de ulterior enfriamiento al objeto de curar el material sólido.

30. 48ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 37ª, en el que la cita-

24 JUN 1954

da operación de confinamiento incluye la de vertido del material licuado.

5. 49ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 46ª, que incluye, después de la operación de calentamiento del molde, la de creación de un vacío alrededor del molde calentado.

10. 50ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 42ª, que incluye, después de la operación de llenado por inmersión del molde, la de creación de un vacío al nivel superficial del material licuado.

15. 51ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 37ª, que incluye la operación de interrumpir el vacío en la cámara después de la operación de reducción.

52ª.- Método para la reestructuración de materiales, según la reivindicación 36ª, que incluye una operación final de retirada del molde del material solidificado para exponer dicho material sólido configurado.

20. 53ª.- "APARATO Y METODO PARA LA REESTRUCTURACION DE MATERIALES".

Según queda sustancialmente descrito en la pre-

.../...

25.



sente Memoria Descriptiva, que consta de cuarenta y tres hojas, escritas a máquina por una sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid, a 24 de Junio de 1969.

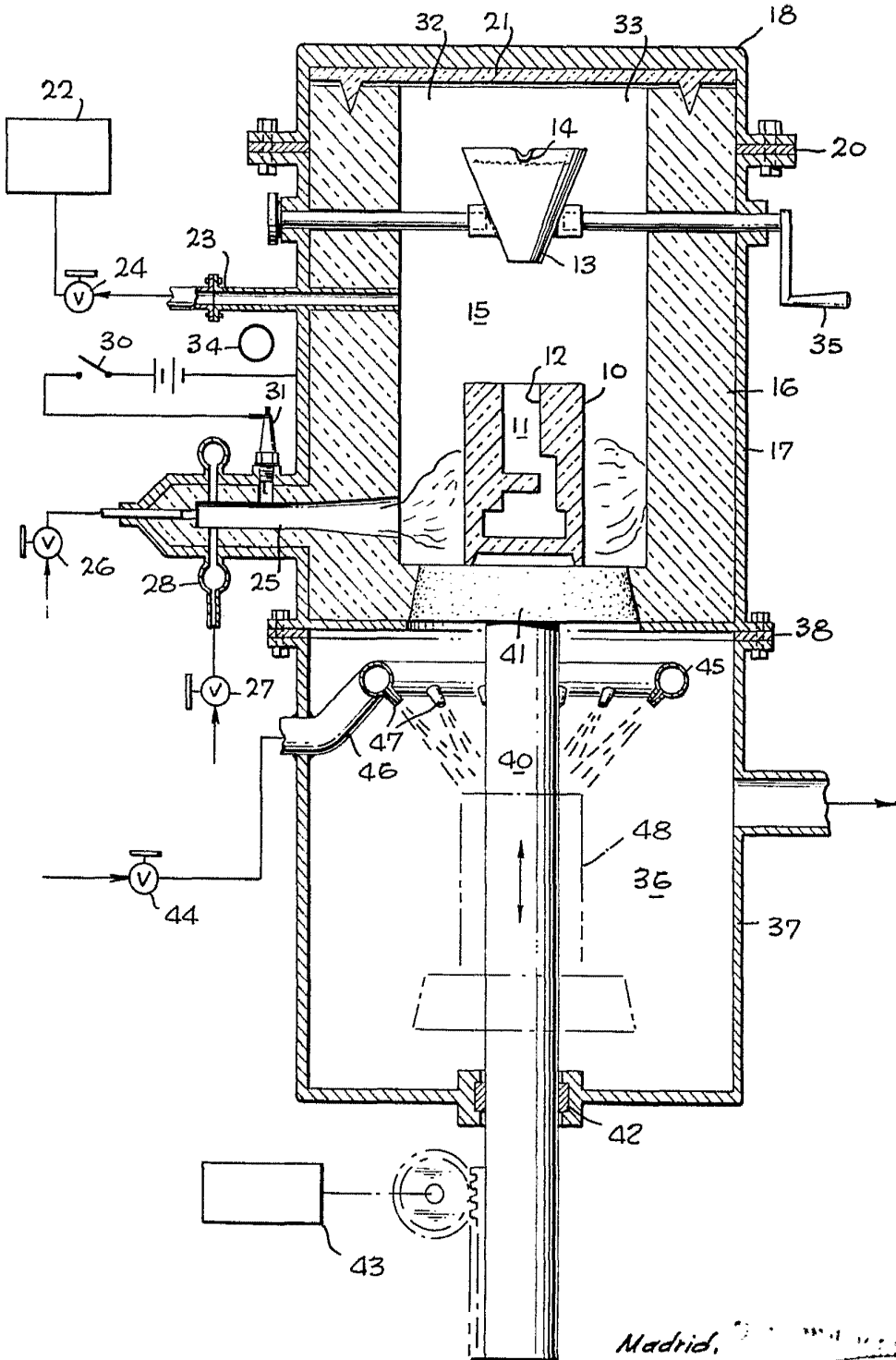
ANADITE, INC.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CABRENZO  
P. P.

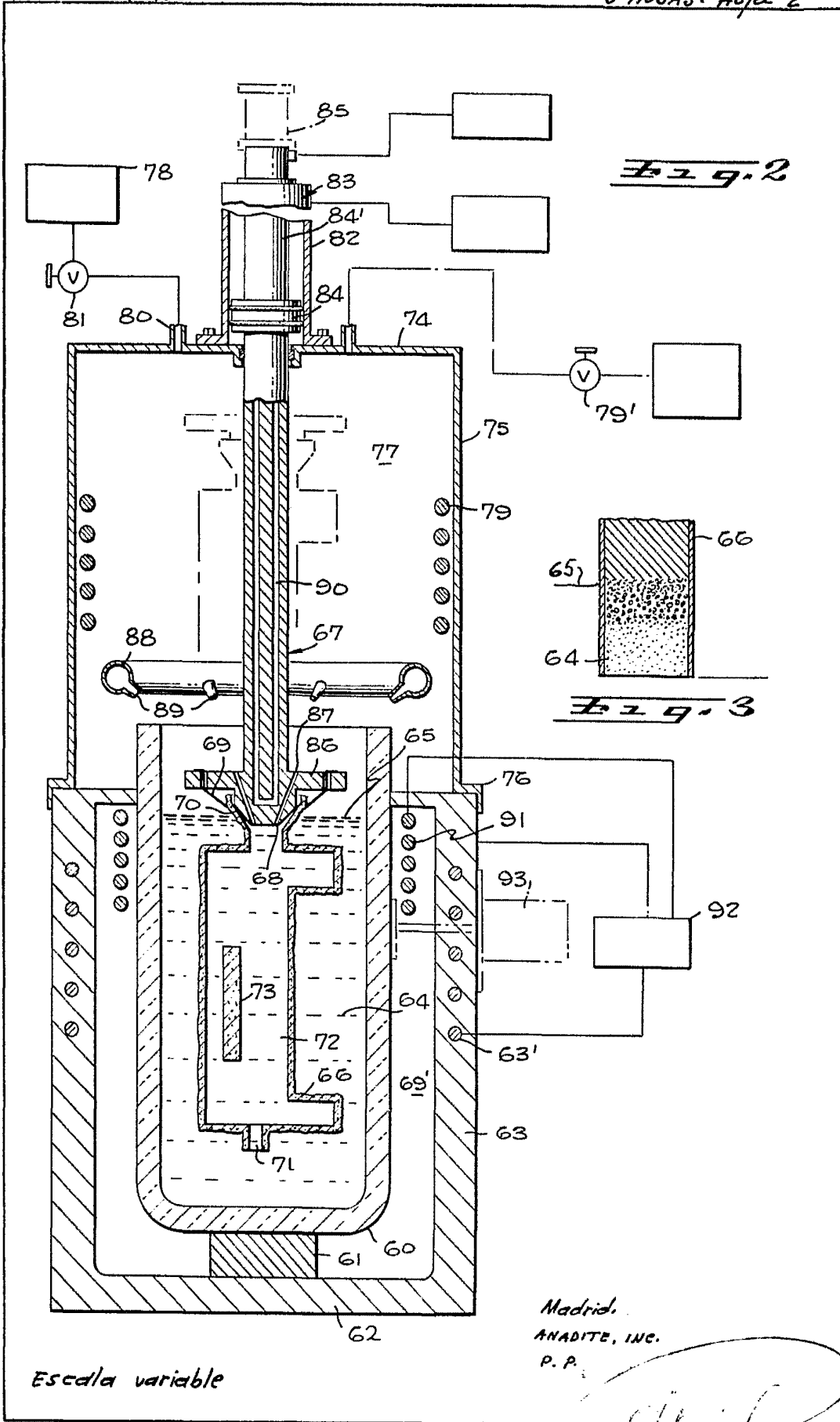
Firmado: M.<sup>a</sup> Dolores Jorquera

*Fig. 1*



*Escala variable*

Madrid, 1914  
 ANADITE, INC.  
 P. FRANCISCO GARCIA CARRERIZO



Escala variable

Madrid.  
ANADITE, INC.  
P. P.

*[Handwritten signature]*



Fig. 5a

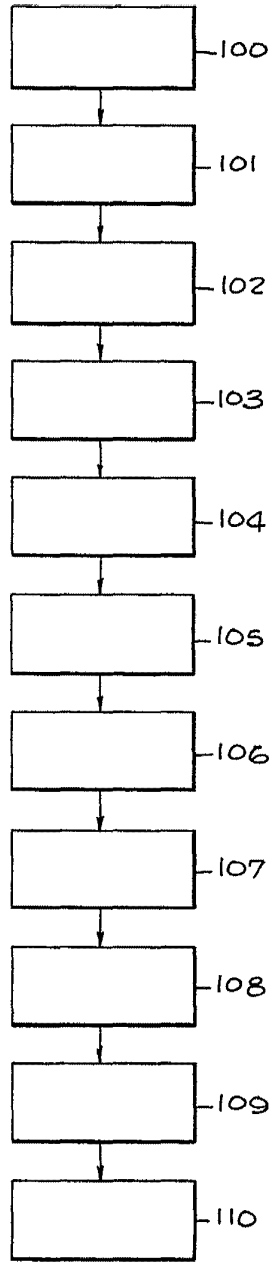


Fig. 5b

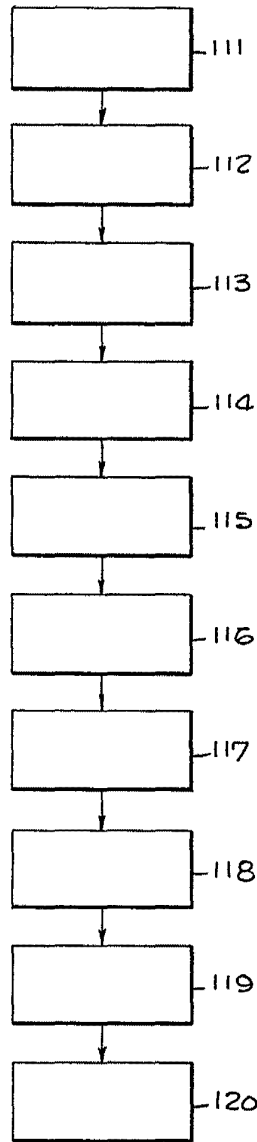
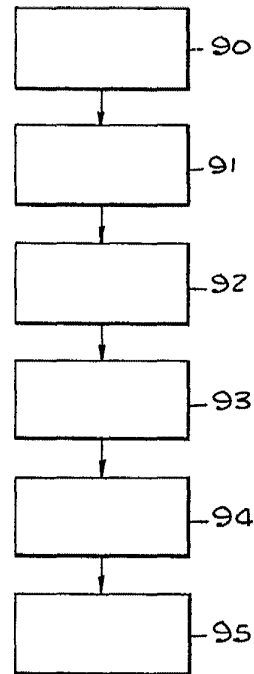


Fig. 9



*Escala variable*

Madrid,  
ANADITE, INC.  
P. P.

9 10  
*[Handwritten signature]*