

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 594**

51 Int. Cl.:

**B22C 9/02** (2006.01)

**B22C 9/12** (2006.01)

**B22C 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2012 PCT/US2012/047351**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.01.2013 WO2013013015**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2012 E 12738381 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016 EP 2734320**

54 Título: **Método para el curado de un perfil de fundición de caja fría con un catalizador gaseoso**

30 Prioridad:

**19.07.2011 US 201161509427 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**24.05.2017**

73 Titular/es:

**ASK CHEMICALS L. P. (100.0%)  
The Corporation Trust Company, Corporation  
Trust Center, 1209 Orange Street  
Wilmington, DE 19801, US**

72 Inventor/es:

**WANG, XIANPING;  
DESMIT, DOUGLAS, J. y  
KROKER, JOERG**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 613 594 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para el curado de un perfil de fundición de caja fría con un catalizador gaseoso

5 **Campo de la invención**

Las formas de realización descritas de la presente invención se refieren a mejoras en un dispositivo y un proceso para el curado de un aglutinante en una mezcla de fundición, para formar un molde de fundición en un proceso denominado "de caja fría" para la fabricación de machos y moldes. En el proceso mejorado, se utilizan al menos dos catalizadores gaseosos, de una manera secuencial. El dispositivo mejorado permite el uso secuencial de los catalizadores. En una puesta en práctica preferida de la presente invención, el primer catalizador usado es menos activo que el segundo catalizador con respecto al curado del aglutinante. En muchas de estas formas de realización, la cantidad molar utilizada del primer catalizador es superior a la del segundo catalizador.

15 **Antecedentes**

En la técnica se conoce el uso de catalizadores gaseosos, y especialmente aminas terciarias, como agentes de curado en el proceso de caja fría de curado de las resinas fenólicas de formaldehído y poli-isocianato.

20 La solicitud publicada US 2010/0126690, de van Hemelryck, enseña que algunas de las aminas terciarias preferidas son trimetilamina ("TMA", CAS RN 75-50-3), dimetiletilamina ("DMEA", CAS 75-64-9), dimetilisopropilamina ("DMIPA", CAS 996 -35-0), dimetil propilamina ("DMPA", CAS RN 926-63-6) y trietilamina ("TEA", CAS RN 121-44-8). La solicitud publicada '690 enseña que, aunque en el pasado se ha enseñado que estas aminas terciarias se han utilizado de forma individual, es posible utilizar las aminas terciarias en mezclas. Las mezclas normalmente son binarias, pero pueden comprender más de dos aminas terciarias.

La solicitud publicada '690 también enseña que el punto de ebullición preferido de la amina está por debajo de 100 °C, al menos cuando se usa la amina individual, para permitir la evaporación y para alcanzar la concentración satisfactoria de la amina en la mezcla de gas inyectada. Esta pauta también ayuda a evitar la condensación de la amina en el molde.

Además del límite superior, también hay un límite inferior del punto de ebullición preferido. Por ejemplo, la TMA es un gas a temperatura ambiente (punto de ebullición de aproximadamente 3 °C), por lo que es más difícil de manipular que las aminas con puntos de ebullición más altos. Las aminas de peso molecular inferior en general, con DMEA (punto de ebullición de 44-46 °C) como ejemplo específico, suelen tener un fuerte olor a amoníaco, haciendo desagradable trabajar con ellas. En el otro extremo del espectro de los puntos de ebullición, la TEA (punto de ebullición de 89 °C) tiende a condensarse de la mezcla de gas, especialmente en invierno, lo que indica que el límite superior práctico para el punto de ebullición está muy por debajo de 100 °C.

Un parámetro relacionado con el punto de ebullición es el peso molecular, que debe ser lo suficientemente bajo para permitir la difusión de la amina gaseosa a través de la mezcla de fundición. La solicitud publicada '690 enseña que la TEA (PM 101) está en el extremo superior del intervalo aceptable para el proceso de caja fría. La solicitud publicada '690 enseña que un buen conjunto de catalizadores de curado aceptables incluyen el conjunto de aminas terciarias con 5 átomos de carbono que consiste en DMIPA (punto de ebullición de 64-67 °C), DMPA y N,N-dietilmetilamina ("DEMA", CAS RN 616-39-7). La patente de EE.UU. 2002/129915 desvela dos entradas para el suministro de un catalizador gaseoso a través de dos corrientes de alimentación diferentes procedentes de una fuente externa. La patente de EE.UU. 2002/129915 no dice nada sobre el uso consecutivo de dos catalizadores de curado diferentes.

A pesar de la creciente comprensión de estas aminas terciarias y de su función como catalizadores de curado, todavía no se sabe cómo utilizar mejor las aminas, especialmente en combinaciones que no son estrictamente mezclas.

**Sumario**

55 Esta y otras ventajas no satisfechas se proporcionan por un proceso de "caja fría" para formar un molde de fundición. En el proceso, se introduce una mezcla de fundición en un modelo para formar el molde de fundición. La mezcla de fundición usada comprende una cantidad principal de un agregado de fundición y un aglutinante no curado.

60 En el proceso, el perfil de fundición formada se pone en contacto de manera secuencial con un primer catalizador de curado en forma de vapor y a continuación con al menos un segundo catalizador de curado en forma de vapor. En algunas formas de realización del proceso, la segunda parte de la etapa de contacto utiliza una mezcla del primer y segundo catalizadores de curado en forma de vapor. En el proceso, cada uno de los catalizadores de curado en forma de vapor es capaz de curar el perfil de fundición formado. La etapa de contacto se lleva a cabo hasta que el molde de fundición formado se cura suficientemente para poder manipularse, después de lo cual se extrae del modelo. En la mayoría de formas de realización, un gas portador, preferentemente uno que sea catalíticamente

inerte, mueve el catalizador de curado a través de la caja de machos en la que está contenido el molde de fundición.

En la forma preferida de realizar estos procesos, el primer y segundo catalizadores de curado en forma de vapor se seleccionan de tal manera que, para el aglutinante utilizado en particular, el primer catalizador de curado en forma de vapor es menos activo que el segundo catalizador de curado en forma de vapor.

Los primer y segundo catalizadores de curado en forma de vapor preferidos son aminas terciarias, especialmente aminas terciarias con entre tres y seis átomos de carbono. De estas, la trietilamina es un primer catalizador en forma de vapor preferido, con segundos catalizadores de curado preferidos que incluyen dimetilisopropilamina, dimetiletilamina y dimetilpropilamina.

En estos procesos, la mezcla de fundición comprende una cantidad principal de agregado de fundición.

Otros aspectos de la invención se consiguen mediante un aparato o la puesta en práctica del proceso de "caja fría" en un molde de fundición. El aparato tiene un aparato para proporcionar un primer y un segundo catalizador de curado en un estado en forma de vapor y una caja de machos para contener el molde de fundición que se está formando, la caja de machos que tiene una entrada y una salida, la entrada conectada al aparato que proporciona el catalizador y dispuesto con respecto a la salida para facilitar el contacto entre el catalizador de curado en forma de vapor y el aglutinante.

Muchos de los aparatos para la puesta en práctica del método también incluirán un aparato para recuperar el catalizador de curado en forma de vapor, conectado a la salida de la caja de machos.

En estos procesos, el aparato que proporciona el catalizador comprende una fuente de un gas portador catalíticamente inerte para propulsar el catalizador de curado en forma de vapor a través de la caja de machos. El aparato que proporciona el catalizador en forma de vapor reivindicado tiene una primera cámara para vaporizar el primer catalizador y una segunda cámara para vaporizar el segundo catalizador, con cada una de la primera y segunda cámaras conectadas directamente a la fuente del gas portador y a la entrada de la caja de machos. En otros casos, la segunda cámara está conectada a la entrada de la caja de machos a través de la primera cámara.

Cuando se utiliza el aparato de recuperación del catalizador, preferentemente tiene la capacidad de separar los respectivos primer y segundo catalizadores de curado entre sí, por lo general usando una diferencia en el punto de ebullición o solubilidad.

### Breve descripción de los dibujos

Se obtiene una mejor comprensión de las formas de realización descritas de la lectura de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos en los caracteres de referencia idénticos se refieren a partes idénticas y en los que:

- La Figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un aparato utilizado para poner en práctica el proceso de caja fría usando catalizadores de amina gaseosos; y
- Las Figuras 2 a 4 son diagramas de bloques esquemáticos que muestran más detalles de la preparación del catalizador y un aparato de carga.

### Descripción detallada de una forma de realización preferida

La FIGURA 1 muestra una representación esquemática de un aparato para la puesta en práctica de las formas de realización de la idea de la invención. El aparato comprende una preparación de catalizador y un aparato de carga, una caja de machos y un aparato de recuperación de catalizador. Un proceso de caja fría para producir un perfil de fundición tal como un macho o un molde generalmente requiere que se forme la mezcla de fundición en una forma deseada en el interior de la caja de machos, después de lo cual se hace pasar un catalizador gaseoso desde el dispositivo de preparación del catalizador a través del conducto hacia la caja de machos. El catalizador interactúa hacia la caja de machos con la mezcla de fundición, curando una parte de aglutinante polimérico de la misma, formando un perfil de fundición curado en la naturaleza de un macho o molde. El catalizador, generalmente acompañado de un gas portador, tal como nitrógeno o aire, sale de la caja de machos a través del conducto, con el gas portador que determina en gran medida el tiempo de contacto del catalizador con el aglutinante. Debido a los requisitos normativos asociados a los catalizadores gaseosos, los costes de los catalizadores, o ambos factores, es habitual pasar la corriente de gas que sale a través del conducto hacia el dispositivo de recuperación del catalizador, donde se pueden utilizar varios métodos diferentes para separar y recuperar el catalizador a partir del gas portador. A modo de ejemplo, y relevante para muchas de las formas de realización descritas en este documento, la recuperación del catalizador puede suponer el uso de un depurador de ácido para neutralizar una amina gaseosa que se haya utilizado como catalizador, seguido de las medidas apropiadas para recuperar la amina para utilizarse de nuevo.

En un aparato convencional, el aparato de catalizador solo tiene que proporcionar un único catalizador de curado en forma de vapor, por lo que son suficientes una cámara de vaporización y una fuente de gas portador

**G**, como se muestra en la **FIGURA 2**. Sin embargo, en los métodos descritos en el presente documento, la mezcla de fundición hacia la caja de machos se debe poner en contacto, de una manera secuencial, con un primer catalizador de curado en forma de vapor y a continuación con al menos un segundo catalizador de curado en forma de vapor, por lo que se representan disposiciones adicionales del aparato de catalizador.

5 Por ejemplo, en la **FIGURA 3**, el aparato de catalizador **120** tiene cámaras de vaporización separadas **22** y **24**. Cada cámara de vaporización **22**, **24** está conectada a la fuente de gas portador **G**, y las salidas de cada una están comunicadas para que fluya el gas hacia el conducto **50**. Cuando uno de los catalizadores gaseosos se vaporiza en la cámara **22** y el otro se vaporiza en la cámara **24**, válvulas apropiadas (que no se muestran expresamente) pueden causar un flujo secuencial seleccionado de los catalizadores a través del conducto **50** hacia la caja de machos (no mostrado en la Fig. 3). Se entenderá que las dos fuentes de gas portador **G** pueden ser una única fuente que comunica adecuadamente con cada una de las cámaras **22**, **24** y también con válvulas adecuadas para controlar el flujo del gas portador.

15 En la **FIGURA 4**, se ilustra una preparación de catalizador diferente y una disposición de administración **220**. Al igual que con la disposición **120**, se proporcionan cámaras de vaporización separadas **22**, **24** y cada cámara está comunicada con el suministro de gas portador **G** a fin de que el catalizador vaporizado se pueda conducir al conducto **50** por el gas portador. Sin embargo, en esta disposición **220**, se vaporiza el primer catalizador gaseoso en la cámara **22** y se vaporiza el segundo catalizador gaseoso en la cámara **24**, con las cámaras dispuestas de manera que el flujo inicial proceda exclusivamente de la cámara **22** y la fuente de gas portador **G**, con el conducto **26** entre las cámaras **22** y **24** cerrado. A continuación, al abrir la válvula en el conducto **26**, el flujo procedente de la cámara **24** barre a través de la cámara **22** en su camino hacia el conducto **50**. De esta manera, el primer catalizador de curado en forma de vapor se puede mezclar con el segundo catalizador en forma de vapor durante la segunda parte del proceso de curado.

25 Los mecanismos implicados en las formas de realización descritas en el presente documento para proporcionar un curado mejorado de perfiles de fundición utilizando catalizadores gaseosos no se comprenden completamente, y los inventores no proponen una teoría para ello, en particular, con respecto a los mecanismos que se producen hacia la caja de machos **30**. Sin embargo, los detalles del proceso en los conductos **50**, **60** de la caja de machos son suficientemente conocidos para definir las etapas implicadas en la mejora de la técnica.

30 Un ejemplo de los tipos de aglutinantes utilizados en el proceso de caja fría se proporciona por la patente de EE.UU. 5.688.857 de Chen. También se conoce la utilidad de las aminas, y especialmente los gases de aminas terciarias, como catalizador de curado y se describe en la patente de EE.UU. 3.409.579, de Robins.

## 35 Resultados experimentales

### Ejemplo 1

40 En una forma de realización del dispositivo de preparación del catalizador **20**, el dispositivo es un vaporizador que recibe la amina terciaria como un líquido, lo calienta y utiliza un gas portador para mover el vapor de amina a través del conducto **50** hacia la caja de machos **30**. Esta forma de realización se simuló en el laboratorio, utilizando una caja de machos pequeños para generar el macho de prueba. En lugar de utilizar una sola amina, se utilizó una mezcla de dos aminas. Un protocolo y dispositivo útiles en la forma de realización de las pruebas de laboratorio se describe en Showman, et al., "The Need for Speed or Measurement and Optimization of Cure Speed in PUCB Binders", AFS Transactions, artículo 04-02 (2004), American Foundry Society, Des Plaines, IL. En tales circunstancias, la primera amina se selecciona principalmente debido a los costes, con la segunda amina que se selecciona principalmente debido a su mayor actividad. Para este experimento, la primera amina era TEA y la segunda amina era DMIPA. Se generó un vapor de amina que tiene 3 volúmenes de TEA a 1 volumen de DMIPA y se mueve por el gas portador fuera del dispositivo de preparación del catalizador y hacia la caja de machos. Se formó el macho de prueba en la caja de machos a partir de una mezcla de fundición que comprende arena y una cantidad apropiada de Isocure Focus (TM) 106/206, un aglutinante de fundición disponible en el mercado en ASK Chemicals. La gasificación se prolongó durante 12 segundos, durante los cuales se pasaron 1200 µl de la mezcla de aminas a través de la caja de machos. Después de los 12 segundos de gasificación, el macho de prueba estaba completamente curado. Se repitió el ensayo a niveles reducidos de amina para determinar que se requieren aproximadamente 1200 µl para conseguir el curado completo.

### Ejemplo 2

60 Utilizando la misma caja de machos **30** y modificando el dispositivo de preparación de catalizador de **120** o **220** para permitir la gasificación de forma secuencial, usando la primera amina sola y a continuación la segunda amina, se puso una mezcla de fundición idéntica a la del Ejemplo 1 en la caja de machos. En los primeros 6 segundos, se utilizó 490 µl de TEA para gasificar la caja de machos, seguido de 6 segundos de gasificación con 160 µl de DMIPA, para un total de 650 µl de amina total. Después de estos 12 segundos de gasificación, el macho de prueba estaba completamente curado, usando 550 µl menos de amina total.

**Ejemplo 3**

Se repitió el experimento del Ejemplo 1 se repitió, con el único cambio de que la mezcla de fundición utilizada fue arena mezclada con una cantidad apropiada de Isocure Focus (TM) 112/212, también un aglutinante de fundición disponible en el mercado en ASK Chemicals. De nuevo, la gasificación se prolongó durante 12 segundos y se utilizó una mezcla 3:1 (en peso) de TEA y DMIPA, dando como resultado el curado completo del macho de prueba. En este caso, el flujo total de vapor de amina a través de la caja de machos fue de 900 µl.

**Ejemplo 4**

En este experimento, se repitió el experimento del Ejemplo 3, pero se utilizó la disposición de gasificación secuencial del Ejemplo 2. Se utilizó una mezcla de fundición usando el aglutinante de fundición Isocure 112/212, como en el Ejemplo 3. 6 segundos de gasificación usando 450 µl de TEA fue seguida por una gasificación de 6 segundos con 150 µl de DMIPA, para un total de 600 µl de amina total. Después de estos 12 segundos de gasificación, el macho de prueba estaba completamente curado, usando 300 µl menos de amina total.

**Ejemplo 5**

Se repitió el experimento del Ejemplo 1, con el único cambio que es que la mezcla de fundición era arena mezclada con una cantidad apropiada de Isocure (TM) 397CL/697C, también un aglutinante de fundición disponible en el mercado en ASK Chemicals. Al gasificar el macho de prueba con una mezcla 3:1 (en peso) de TEA y DMIPA, se produjo un curado completo después de usar 2200 µl de la mezcla de aminas.

**Ejemplo 6**

Se repitió el experimento del Ejemplo 5, pero se utilizó la disposición de gasificación secuencial del Ejemplo 2. Se utilizó la mezcla de fundición del Ejemplo 5. La gasificación secuencial, utilizando 1200 µl de TEA seguido de 400 µl de DMIPA, para un total de 1600 µl de amina totales, produjo un curado completo.

Una interpretación de este resultado, basado en la comparación con el Ejemplo 5, es que la gasificación secuencial utiliza 600 µl menos de amina total que la gasificación mixta. De los 600 µl, 450 µl serían TEA y 150 µl serían DMIPA.

**Ejemplo 7**

Se repitió el experimento del Ejemplo 5, usando la disposición de gasificación del Ejemplo 1 y el aglutinante de fundición Isocure (TM) 397CL/697C. Sin embargo, solo se utilizó TEA, en lugar de una mezcla de amina o gasificación secuencial usando aminas diferentes. Después de la gasificación del macho de prueba con 3400 µl de TEA, se produjo un curado completo.

Comparando este resultado con el Ejemplo 5, se observa que la TEA mezclada con DMIPA es más eficaz en la curación de que la TEA sola, puesto que 550 µl de DMIPA en mezcla con TEA sustituye eficazmente a 1750 µl de TEA cuando la TEA se utiliza sola.

Comparando este resultado con el Ejemplo 6, se observa que la TEA y DMIPA, usadas secuencialmente, son más eficaces en la curación de que la TEA sola, puesto que 400 µl de DMIPA, administrada secuencialmente después de la TEA, sustituye eficazmente a 2200 µl de TEA cuando la TEA se utiliza sola.

**Ejemplo 8**

Se repitió el experimento del Ejemplo 5, usando la disposición de gasificación del Ejemplo 1 y el aglutinante de fundición Isocure (TM) 397CL/697C. En este caso, solo se utilizó DMIPA, en lugar de una mezcla de amina o gasificación secuencial usando diferentes aminas. Después de la gasificación del macho de prueba con 1400 µl de DMIPA, se produjo un curado completo.

Comparando este resultado con el Ejemplo 5, se observa que el curado de TEA/DMIPA mixto requiere 800 µl más de amina total, pero, de esa amina adicional, 1650 µl de TEA reemplazaron 850 µl de DMIPA.

Comparando este resultado con el Ejemplo 6, se observa que la administración secuencial de TEA seguido de DMIPA requiere 200 µl más de amina total. El efecto real observado, sin embargo, fue que 1200 µl de TEA era capaz de sustituir a 1000 µl de DMIPA. Esto es inesperado, ya que comparando el resultado del Ejemplo 7 con el Ejemplo 8 indicaría que, cuando se utiliza sola, la DMIPA es casi 2,5 veces más activa o eficaz que la TEA en base de volumen a volumen.

65

**Ejemplo 9**

Se repitió el experimento del Ejemplo 5, usando la disposición de gasificación del Ejemplo 1 y el aglutinante de fundición Isocure (TM) 397CL/697C. Se utilizó por sí misma una amina diferente, la dimetiletilamina de cuatro átomos de carbonos ("DMEA", CAS RN 75-64-9), en vez de DMIPA y en lugar de cualquier mezcla o gasificación secuencial. Después de la gasificación del macho de prueba con 950 µl de DMEA, se produjo un curado completo.

Este resultado sugiere que, al trabajar con este aglutinante de fundición, una mezcla de TEA con DMEA en una relación similar a la relación 3:1 del Ejemplo 5 se traduciría en un curado total usando menos de los 2200 µl de amina total utilizados en el Ejemplo 5. También sugiere que aproximadamente la mitad de los 950 µl de DMEA necesarios en el Ejemplo 9 se sustituyen por aproximadamente 1500 µl de TEA.

Este resultado también sugiere que, al trabajar con este aglutinante de fundición, la técnica de gasificación secuencial del Ejemplo 6, utilizando TEA seguido de DMEA, daría lugar a un curado total que utiliza menos de los 1600 µl de amina total utilizados en el Ejemplo 6. También sugiere que más de la mitad de los 950 µl de DMEA necesarios en el Ejemplo 9 se sustituyen por aproximadamente 1100 µl de TEA.

Si bien estos ejemplos no utilizan todas las aminas u otros compuestos relacionados que se sabe son eficaces como catalizadores de curado en el proceso de caja fría, los resultados sugieren que la administración de un primer compuesto en un estado en forma de vapor, seguido de un segundo compuesto, también en estado en forma de vapor, el segundo compuesto seleccionado para que sea más activo como catalizador de curado que el primer compuesto, permitirá la sustitución eficaz del segundo compuesto por el primer compuesto en un volumen inesperadamente alto en relación al volumen.

**25 Compuestos útiles adicionales**

Los ejemplos anteriores se han citado como ejemplos de compuestos de aminas terciarias que tienen cuatro átomos de carbono (DMEA), cinco átomos de carbono (DMIPA) y seis átomos de carbono (DEA). Hay otras aminas que contienen de tres a seis átomos de carbono que parecen ser candidatos para su uso en los métodos a modo de ejemplo que se enseñan en esta solicitud.

Las aminas con tres átomos de carbono incluyen la TMA anteriormente mencionada y 1-metilaziridina (CAS 1072-44-2).

Las aminas con cuatro átomos de carbono incluyen N-metilazetidina (CAS RN 4923-79-9) y 1-etil aziridina (CAS RN 1072-45-3).

Las aminas con cinco átomos de carbono incluyen la DMPA anteriormente mencionada, dietilmetilamina (DEMA) (CAS RN 616-39-7), N-propilaziridina, N-iso-propilaziridina, N-etilazetidina, N-metilpirrolidina (CAS RN 120-94 -5) y N,N,N',N'-tetrametil diamino metano.

Las aminas con seis átomos de carbono incluyen la TEA anteriormente mencionada, N-etil-N-metil-1-propanamina (CAS RN 4458-32-6), N-etil-N-metil-2-propanamina (CAS RN 39198-07- 7), N,N-dimetil-1-butanamina (CAS RN 927-62-8), N,N-dimetil-2-butanamina (CAS RN 921-04-0), N,N,2-trimetil-1-propanamina (CAS RN 7239-24-9), N,N,2-trimetil-2-propanamina (CAS RN 918-02-5), N-etilpirrolidina (CAS RN 733-06-0), N-metilpiperidina, hexametilentetramina, dimetil piperazina, y N,N,N',N'-tetrametil diamino etano.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de "caja fría" para formar un perfil de fundición, que comprende las etapas de:

5 introducir una mezcla de fundición en un modelo para formar el perfil de fundición, comprendiendo la mezcla de fundición un agregado de fundición y un aglutinante no curado;  
poner en contacto, de una manera secuencial, el perfil de fundición formado con un primer y al menos un  
segundo catalizador de curado en forma de vapor, siendo cada catalizador de curado capaz de curar el perfil de  
fundición formado hasta que el perfil de fundición formado esté suficientemente curado para poderse manipular;  
10 y  
extraer del modelo el perfil de fundición formado y curado.

2. El proceso de la reivindicación 1, en el que:

15 la etapa de contacto secuencial comprende las subetapas de:

poner en contacto el perfil de fundición con un gas que comprende el primer catalizador de curado en forma  
de vapor, con o sin un gas portador catalíticamente inerte y sustancialmente desprovisto del segundo  
catalizador de curado en forma de vapor, dando como resultado un perfil de fundición parcialmente curado; y  
20 poner en contacto el perfil de fundición parcialmente curado con un gas que comprende el segundo  
catalizador de curado en forma de vapor, con o sin un gas portador catalíticamente inerte.

3. El proceso de las reivindicaciones 1 o 2, en el que:

25 el primer y el segundo catalizadores de curado en forma de vapor se seleccionan de tal manera que, para el  
aglutinante, el primer catalizador de curado en forma de vapor es menos activo que el segundo catalizador de  
curado en forma de vapor.

4. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:

30 cada uno de los primer y segundo catalizadores de curado en forma de vapor es una amina terciaria.

5. El proceso de la reivindicación 4, en el que: cada uno de los primer y segundo catalizadores de curado en forma  
de vapor tiene entre tres y seis átomos de carbono.

35 6. El proceso de la reivindicación 5, en el que:

el primer catalizador de curado en forma de vapor es trietilamina.

40 7. El proceso de las reivindicaciones 5 o 6, en el que:

el segundo catalizador de curado en forma de vapor es dimetilisopropilamina.

8. El proceso de las reivindicaciones 5 o 6, en el que:

45 el segundo catalizador de curado en forma de vapor es dimetiletilamina.

9. El proceso de las reivindicaciones 5 o 6, en el que:

50 el segundo catalizador de curado en forma de vapor es dimetilpropilamina.

10. El proceso de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la mezcla de fundición comprende una  
cantidad principal de agregado de fundición.

55 11. Un aparato para formar un perfil de fundición curado a partir de una mezcla de fundición que comprende un  
agregado de fundición y un aglutinante, por medio de un proceso de "caja fría", comprendiendo el aparato:

un aparato que proporciona un catalizador para que proporcione un primer y un segundo catalizadores de curado  
en un estado en forma de vapor; y  
60 una caja de machos para que contenga el perfil de fundición que se está formando, teniendo la caja de machos  
una entrada y una salida, estando la entrada conectada al aparato que proporciona el catalizador y dispuesta con  
respecto a la salida para facilitar el contacto entre el catalizador de curado en forma de vapor y el aglutinante,

65 en donde el aparato que proporciona el catalizador comprende una primera cámara para vaporizar el primer  
catalizador y una segunda cámara para vaporizar el segundo catalizador, en donde cada una de las primera y  
segunda cámaras está conectada directamente a una fuente de gas portador catalíticamente inerte para propulsar el

5 catalizador de curado en forma de vapor a través de la caja de machos en donde la segunda cámara está conectada a la caja de machos a través de la primera cámara y en donde opcionalmente la fuente de gas portador inerte puede ser una sola fuente de gas portador que está comunicada adecuadamente con cada una de las cámaras y con válvulas adecuadas para controlar el flujo del gas portador.

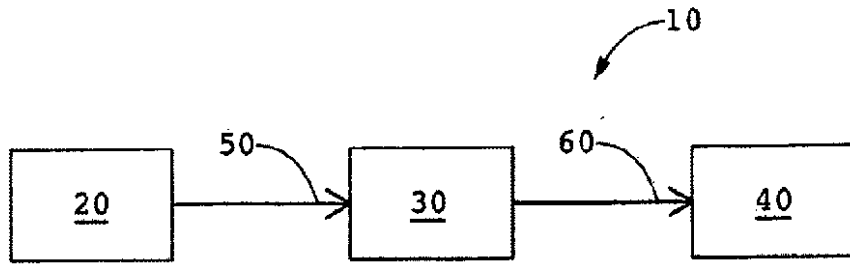
12. El aparato de la reivindicación 11, que comprende además:

10 un aparato para recuperar el catalizador de curado en forma de vapor, conectado a la salida de la caja de machos.

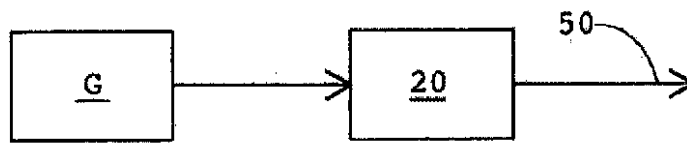
13. El aparato de la reivindicación 12 en el que:

15 el aparato para recuperar el catalizador de curado en forma de vapor comprende un aparato para separar los respectivos primer y segundo catalizadores de curado.

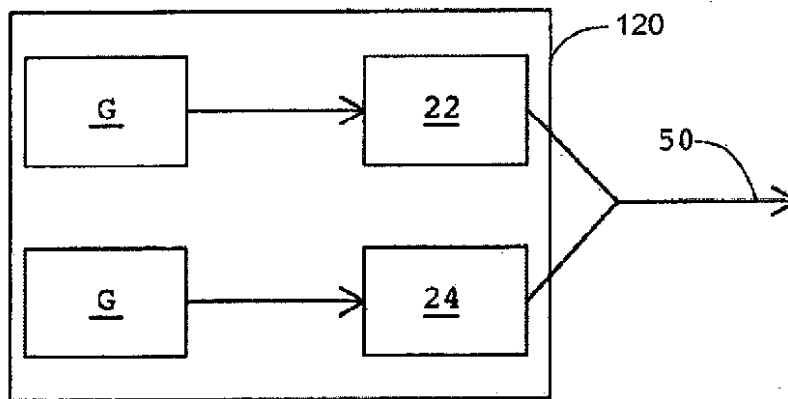




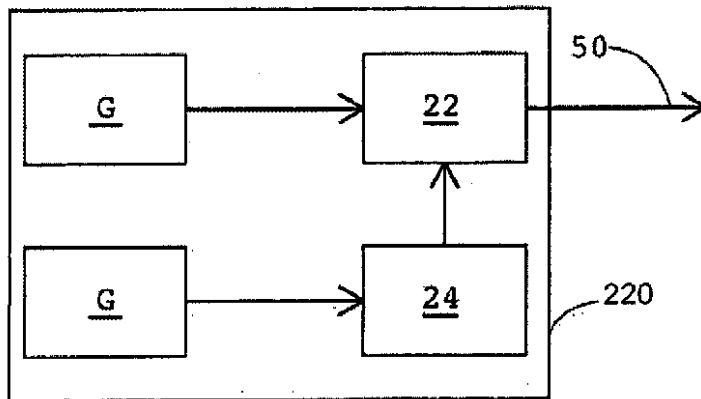
**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



**FIG. 4**