

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 635**

51 Int. Cl.:

**A61L 27/02** (2006.01)

**C01F 11/18** (2006.01)

**A61L 27/00** (2006.01)

**A61L 27/56** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.09.2015 PCT/JP2015/077513**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016 WO16052502**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.09.2015 E 15847820 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.07.2020 EP 3202714**

54 Título: **Método para producir bloques de carbonato de calcio**

30 Prioridad:

**30.09.2014 JP 2014200768**

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

**05.04.2021**

73 Titular/es:

**GC CORPORATION (50.0%)**

**3-2-14 Hongo Bunkyo-ku**

**Tokyo 113-0033, JP y**

**KYUSHU UNIVERSITY, NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ISHIKAWA, KUNIO y**

**YAMAMOTO, KATSUSHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 816 635 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 producir bloques de carbonato de calcio

Esta invención se refiere a un método para fabricar un bloque de carbonato de calcio útil como material para proporcionar hueso artificial.

5 En un campo médico, tal como la ciencia médica y la odontología, la primera opción como medio para restaurar un defecto o cavidad ósea grande es el injerto óseo autógeno en dicho defecto o cavidad. Sin embargo, el injerto mediante material de injerto óseo, que puede ser sustituido por un hueso autógeno, se realiza ampliamente porque la cirugía invasiva debe realizarse en una parte sana con el fin de extraer un hueso autógeno, y hay un límite en la cantidad de hueso extraído. Este material de injerto óseo requiere características mecánicas, de bioseguridad, de potencial osteogénico, etc., que sean similares a las de un hueso *in vivo*.

10 El material de injerto óseo se clasifica como: un hueso alogénico extraído de un cuerpo muerto; un hueso xenogénico extraído de otro animal, tal como del ganado vacuno; y un hueso artificial sintetizado químicamente. Si bien un hueso alogénico y un hueso xenogénico pueden conllevar un riesgo de enfermedades infecciosas debido a la contaminación por factores originados por otro organismo, un hueso artificial no conlleva dicho riesgo, por lo cual es superior. En consecuencia, en los últimos años ha aumentado el desarrollo de huesos artificiales.

15 Como hueso artificial se conoce un hueso artificial de cerámica cuyo componente principal es el fosfato de calcio. El material más estudiado es la hidroxiapatita. La hidroxiapatita es un material de injerto óseo extremadamente útil debido a su osteoconductividad. Sin embargo, la hidroxiapatita es un material no bioreabsorbible y no desaparece. Por lo tanto, la hidroxiapatita permanece en el cuerpo humano como un cuerpo extraño semipermanentemente. Esto puede producir fugas procedentes de un injerto defectuoso, e inflamación debido a la infección provocada por un injerto. Por lo tanto, se desea material de injerto óseo bioreabsorbible.

20 En consecuencia, se ha desarrollado un hueso artificial cerámico que consiste en fosfato de  $\beta$ -tricálcico ( $\beta$ -TCP), que es un material bioreabsorbible (por ejemplo, véase el Documento de patente 1). Este hueso artificial es superior en bioreabsorbibilidad y, por lo tanto, desaparece al final. Sin embargo, el mecanismo de su reabsorción no depende del de un cuerpo vivo, tal como una disolución fisicoquímica. Por lo tanto, si un defecto óseo es grande o similar, existe la posibilidad de que un hueso artificial desaparezca antes de que el hueso esté suficientemente osificado.

25 En contraste, la carbonato apatita se ha desarrollado en los últimos años como material de injerto óseo reabsorbido de acuerdo con un mecanismo de un cuerpo vivo (por ejemplo, Documento de patente 2). El carbonato apatita tiene una composición similar a un hueso *in vivo* y, por lo tanto, se reabsorbe de acuerdo con un mecanismo de un cuerpo vivo. En consecuencia, se dice que un hueso se puede reparar con una alta previsibilidad porque la formación de hueso realizada por las células osteoblastos y la reabsorción de material sustituto óseo realizada por las células osteoclastos (remodelación) se llevan a cabo adecuadamente.

30 Un método para sumergir un precursor de carbonato de calcio en una disolución de fosfato es eficaz como método para producir carbonato apatita (por ejemplo, el Documento de patente 2 descrito anteriormente). En este caso, sólo se puede aplicar carbonato apatita superior a cierto tamaño, que puede tener, por ejemplo, una forma granular o de bloque, a un cuerpo vivo porque se sabe que, un cuerpo vivo reconoce, por ejemplo, un material de injerto óseo en polvo inferior a cierto tamaño como cuerpos extraños, dando lugar a inflamación. Por otro lado, por ejemplo, es preferible que la carbonato apatita tenga forma de bloque grande porque tendría la capacidad de solucionar un defecto óseo grande o similar.

35 El carbonato de calcio en forma de bloque grande es necesario como precursor con el fin de obtener, por ejemplo, carbonato apatita en forma de bloque grande. Sin embargo, el carbonato de calcio es pulverulento y es necesario darle forma de bloque artificialmente. Por ejemplo, la sinterización no se puede emplear porque el carbonato de calcio se descompone si se lleva a cabo la sinterización en el mismo. Si bien existe alguna divulgación sobre la conformación del carbonato de calcio para formar un bloque, dicha divulgación no se puede emplear en una materia prima de un hueso artificial que requiere bioseguridad. Por ejemplo, una carga inorgánica, tal como el carbonato de calcio, está unido por un aglutinante orgánico y/o inorgánico para ser endurecido, con el fin de obtener un bloque de carbonato de calcio que se denomina generalmente mármol cultivado (por ejemplo, véase el Documento de patente 3). Dicho bloque de carbonato de calcio no se puede emplear porque existe la posibilidad de que queden impurezas que podrían ser perjudiciales para un cuerpo humano.

40 Por el contrario, en el Documento de patente 2 descrito anteriormente, el polvo de hidróxido de calcio se moldea por compresión y el cuerpo comprimido resultante se somete a carbonatación bajo una corriente de dióxido de carbono con una humedad relativa del 100 % para obtener bloques de carbonato de calcio. De acuerdo con este método, los bloques de carbonato de calcio se pueden obtener sin problemas de bioseguridad porque hay disponible hidróxido de calcio seguro, de acuerdo con la farmacopea japonesa o similar, y los polvos se unen entre sí al mismo tiempo de la carbonatación, para dar resistencia a los bloques.

55

Documento de patente 1: H5-237178A

Documento de patente 2: JP 4854300B2

Documento de patente 3: JP H8-290949A

5 Sin embargo, el método del Documento de patente 2 no es práctico porque la velocidad de carbonatación es lenta. Por ejemplo, se necesita mucho tiempo (por ejemplo, 168 horas) para carbonatar completamente un cuerpo comprimido que tenga un tamaño relativamente pequeño de no menos de 0,1 cm de diámetro y espesor. Además, la parte central no se carbonata completamente, incluso si ha pasado un tiempo más prolongado (por ejemplo, 672 horas) en el caso del cuerpo comprimido de no menos de 1 cm de diámetro y espesor. Por lo tanto, existe el problema de que el hidróxido de calcio permanece en la parte central de un bloque de carbonato de calcio obtenido, por lo que la parte central del bloque no se convierte en carbonato apatita, cuando el bloque se convierte en carbonato apatita en el siguiente proceso.

10 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir un bloque de carbonato de calcio de no menos de 0,1 cm de diámetro y espesor, que no incluya impurezas, y que se pueda emplear como materia prima de un hueso artificial que requiera bioseguridad.

15 Como resultado de los estudios intensivos y demás de los autores de la presente invención para resolver los problemas anteriores, ellos han descubierto que: el hidróxido de calcio se conforma en un bloque y se expone al dióxido de carbono, para carbonatar parcialmente la superficie del bloque, y después se sumerge en una disolución que contiene iones carbonato; incluso si queda hidróxido de calcio, que no ha reaccionado, este hidróxido de calcio restante reacciona con iones carbonato en la disolución, para producir carbonato de calcio; de este modo, se obtiene de forma segura un bloque de carbonato de calcio de no menos de 0,1 cm de diámetro y espesor, que no incluye impurezas. En consecuencia, han podido lograr el objeto la presente invención.

20 Es decir, de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para fabricar un bloque de carbonato de calcio de no menos de 0,1 cm de diámetro y espesor, útil como material de un hueso artificial, comprendiendo el método:

(a) conformar hidróxido de calcio en un bloque de hidróxido de calcio;

25 (b) exponer el bloque de hidróxido de calcio obtenido en (a) al dióxido de carbono usando una incubadora de ácido carbónico para carbonatar parcialmente la superficie del bloque de hidróxido de calcio, por lo que se obtiene un bloque parcial de carbonato de calcio; y

30 (c) sumergir el bloque parcial de carbonato de calcio obtenido en (b) en una disolución que contiene iones carbonato que consiste en agua y ácido carbónico gaseoso disuelto en la misma, o que consiste en agua y una sustancia suministradora de iones carbonato disuelta en la misma, en donde la sustancia suministradora de iones carbonato se selecciona del grupo que consiste en carbonato de sodio, hidrogenocarbonato de sodio, carbonato de potasio, hidrogenocarbonato de potasio, carbonato de amonio e hidrogenocarbonato de amonio.

Además, el método para producir un bloque de carbonato de calcio puede comprender, además:

antes de (a), (d) mezclar una sustancia formadora de poros con hidróxido de calcio; y

35 después de (b) o (c), (e) formar un poro disolviendo la sustancia formadora de poro.

40 El método para producir un bloque de carbonato de calcio de acuerdo con la presente invención es un método para producir un bloque de carbonato de calcio que se puede emplear como materia prima de un hueso artificial que requiere bioseguridad, y es un método sobresaliente para producir un bloque de carbonato de calcio, capaz de producir un bloque de carbonato de calcio de no menos de 0,1 cm de diámetro y espesor, y que no incluye ninguna clase de impurezas;

En lo sucesivo, se describirán con detalle las formas de realización de la presente invención.

45 Una etapa (a) de conformación de un bloque de hidróxido de calcio es una etapa de conformación de hidróxido de calcio, que es un precursor del carbonato de calcio, para formar un bloque. Generalmente, el hidróxido de calcio está disponible en forma de polvo. Por lo tanto, un molde de compresión se llena con polvo de hidróxido de calcio, para comprimir el polvo mediante una máquina de moldeo por compresión, lo que hace posible conformar el polvo para formar un bloque. La fuerza de un bloque a obtener se puede cambiar controlando la presión de moldeo. Se prefiere una presión de moldeo que varía de 10 a 300 kg/cm<sup>2</sup>.

La conformación de un bloque también se puede realizar, después de mezclar el hidróxido de calcio en polvo con un disolvente tal como agua, retirando el disolvente.

50 El tamaño del bloque conformado es, preferiblemente, de 0,1 cm a 50 cm de diámetro y de 0,1 cm a 5 cm de espesor. Especialmente, se prefiere el tamaño de 3 cm a 10 cm de diámetro y de 1 cm a 2 cm de espesor. Los ejemplos de una forma del bloque incluyen una columna redonda, un paralelepípedo rectangular y una placa plana.

No existe ninguna limitación en cuanto al tipo de hidróxido de calcio que se puede utilizar como materia prima, siempre que no incluya impurezas. El hidróxido de calcio de acuerdo con la farmacopea japonesa es especialmente preferido porque la seguridad está garantizada. También es posible mezclar hidróxido de calcio con otra sustancia para conformar un bloque. Los ejemplos de esta sustancia incluyen hidroxapatita, fosfato  $\beta$ -tricalcico y sulfato de calcio.

5 Antes de la etapa (a) de conformar un bloque de hidróxido de calcio, se puede incluir una etapa (d) de mezclar una sustancia formadora de poros. La etapa (d) de mezclar una sustancia formadora de poros es una etapa de mezclar una sustancia que es soluble en un disolvente específico (sustancia formadora de poros) con hidróxido de calcio que es una materia prima. Mediante la inclusión de esta etapa (d) de mezclar una sustancia formadora de poros, y de una etapa (e) de formar un poro, las cuales se describirán más adelante, se puede obtener un bloque poroso de carbonato de calcio, en el que los poros se distribuyen por todas partes. La relación de mezcla de este hidróxido de calcio con respecto a una sustancia formadora de poros varía preferiblemente de 2:1 a 1:2. El tamaño de la sustancia formadora de poros es preferiblemente de 50  $\mu\text{m}$  a 300  $\mu\text{m}$ . Un disolvente específico puede ser agua, y una sustancia soluble en agua puede ser cloruro de sodio, citrato trisódico o similares.

15 La etapa (b) de exposición a dióxido de carbono es una etapa de exposición a un bloque de hidróxido de calcio que se obtiene en la etapa (a) de conformación de un bloque de hidróxido de calcio en dióxido de carbono, que se va a carbonatar. De acuerdo con esta etapa, el hidróxido de calcio reacciona con dióxido de carbono para producir carbonato de calcio. De este modo, se obtiene un bloque parcial de carbonato de calcio al menos una parte del cual es carbonato de calcio. Sin embargo, cuando el tamaño del bloque es grande, o cuando la presión de compresión al conformar el bloque es alta, existe la posibilidad de que el hidróxido de calcio permanezca, especialmente, en la parte central, incluso si el tiempo de reacción es prolongado (por ejemplo, 672 horas).

20 De acuerdo con la presente invención, el procedimiento para realizar una atmósfera de carbonatación incluye un método en el que se utiliza una incubadora de ácido carbónico. Si bien las condiciones de carbonatación dependen, entre otros, del tamaño del bloque y de la presión de compresión, las condiciones de carbonatación, tales como la concentración de ácido carbónico gaseoso, la humedad relativa y la temperatura, se pueden controlar adecuadamente mediante el uso de una incubadora de ácido carbónico. Las condiciones de carbonatación preferidas son: del 5 % al 25 % de concentración de ácido carbónico gaseoso, del 90 % al 100 % de humedad relativa y de 2  $^{\circ}\text{C}$  a 40  $^{\circ}\text{C}$  de temperatura. El tiempo de carbonatación es, por ejemplo, de 1 hora a 168 horas.

30 La etapa (c) de inmersión en una disolución que contiene iones carbonato es una etapa de inmersión del bloque parcial de carbonato de calcio obtenido en la etapa (b) de exposición al dióxido de carbono, en una disolución que contiene iones carbonato. De acuerdo con esta etapa, el hidróxido de calcio que queda en el carbonato de calcio parcial reacciona con los iones carbonato para producir carbonato de calcio. Es decir, se obtiene un bloque de carbonato de calcio que no incluye ninguna impureza. En esta etapa, debido a que una disolución que contiene iones carbonato reacciona directamente con el hidróxido de calcio, es posible carbonatar completamente el hidróxido de calcio, una parte del cual no pudo ser carbonatada en la etapa (b) de exposición al dióxido de carbono, y es posible llevar a cabo la carbonatación más rápido que en la etapa (b) de exposición al dióxido de carbono. El tiempo de inmersión es, por ejemplo, de 1 hora a 168 horas.

40 De acuerdo con la presente invención, el procedimiento para preparar una disolución que contiene iones carbonato incluye un método para disolver una sustancia suministradora de iones carbonato además de un método para disolver ácido carbónico gaseoso en agua. Por lo general, no existe ninguna limitación en cuanto al tipo de sustancias suministradoras de iones carbonato que se pueden usar, siempre que no incluyan impurezas y sean solubles en agua. Se prefiere, especialmente, una sustancia suministradora de iones carbonato incluida en la farmacopea porque la seguridad está garantizada. De acuerdo con la presente invención, dicha sustancia incluye carbonato de sodio, hidrogenocarbonato de sodio, carbonato de potasio, hidrogenocarbonato de potasio, carbonato de amonio e hidrogenocarbonato de amonio. Es deseable una temperatura más elevada de la disolución porque la carbonatación es más eficaz y el progreso de la reacción es más rápido. Más específicamente, no es deseable que sea inferior a 20  $^{\circ}\text{C}$ . La disolución se puede preparar para que tenga la temperatura del punto de ebullición o superior, utilizando un aparato de reflujo, un aparato de reacción hidrotérmica que pueda aplicar presión, etc. En vista de la sencillez del aparato, es preferible que la temperatura sea de 2  $^{\circ}\text{C}$  a 95  $^{\circ}\text{C}$ , más preferiblemente de 60  $^{\circ}\text{C}$  a 90  $^{\circ}\text{C}$ . Si bien la concentración de iones carbonato en la disolución no se especifica especialmente, se desea una concentración más elevada porque la carbonatación es más eficaz y el progreso de la reacción es más rápido. Cuando se usa una sustancia suministradora de iones carbonato, la concentración depende de la solubilidad de la sustancia en agua. En vista de una etapa de limpieza o similar después de la reacción, la concentración de iones carbonato es deseablemente de 0,5 mol/L a 1,5 mol/L.

55 En un caso en que se incluye la etapa (d) de mezclar la sustancia formadora de poros descrita anteriormente, antes de la etapa (a) de conformar un bloque de hidróxido de calcio, se puede incluir una etapa (e) de formar un poro después de la etapa (b) de exposición al dióxido de carbono o la etapa (c) de inmersión en una disolución que contiene iones carbonato. La etapa (e) de formar un poro es una etapa de disolver la sustancia soluble en un disolvente específico, que se mezcla en la etapa (d) de mezclar una sustancia formadora de poro, en el disolvente específico. Esta etapa permite obtener un bloque poroso de carbonato de calcio, en el que los poros se distribuyen por todas partes. El disolvente específico puede ser agua, y la sustancia soluble en agua puede ser cloruro de sodio, citrato trisódico o similares.

60

El bloque de carbonato de calcio obtenido mediante el método para producir un bloque de carbonato de calcio de acuerdo con la presente invención, es un bloque de carbonato de calcio que no incluye impurezas como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, si se sumerge en una disolución de fosfato para que reaccione, se obtiene un bloque de carbonato apatita de gran tamaño que no incluye impurezas. La inclusión de la etapa (d) de mezclar una sustancia formadora de poros y la etapa (e) de formar un poro, hace posible obtener un bloque poroso de carbonato de calcio, para formar también un bloque poroso de carbonato apatita.

En la presente invención, se lleva a cabo la etapa (b) de exposición al dióxido de carbono y, por lo tanto, al menos una superficie externa del bloque de hidróxido de calcio obtenido en la etapa (a) de conformar un bloque de hidróxido de calcio, se convierte en carbonato de calcio, y las moléculas de carbonato de calcio generadas se unen químicamente entre sí de manera orgánica. Por lo tanto, se puede obtener un bloque de carbonato de calcio sin deterioro, incluso si se lleva a cabo la etapa (c) de inmersión en una disolución que contiene iones carbonato. Por el contrario, en un caso en el que se lleva a cabo la etapa (c) de inmersión en una disolución que contiene iones carbonato, sin llevar a cabo la etapa (b) de exposición a dióxido de carbono, las moléculas de hidróxido de calcio en el bloque de hidróxido de calcio obtenido en la etapa (a) de conformación de un bloque de hidróxido de calcio, únicamente se presionan y endurecen y no se unen químicamente entre sí. Por lo tanto, si el bloque se sumerge en una disolución que contiene iones carbonato, éste se deteriora fácilmente. En consecuencia, no se puede obtener un bloque de carbonato de calcio.

El empleo de la idea técnica descrita anteriormente hace posible obtener un bloque de carbonato de calcio que no incluye impurezas, al cubrir al menos la superficie externa del bloque con carbonato de calcio en la etapa (b) de exposición al dióxido de carbono y finalizar rápidamente la carbonatación de su interior en la siguiente etapa (c) de inmersión en una disolución que contiene iones carbonato, especialmente, incluso si el bloque no tiene menos de 1 cm de diámetro y espesor, que lo hace relativamente grande y difícil de carbonatar completamente mediante métodos convencionales. Por lo tanto, la presente invención es extraordinariamente eficaz.

En lo sucesivo, se proporcionarán ejemplos concretos y se describirá el método para producir un bloque de carbonato de calcio de acuerdo con la presente invención. La presente invención no se limita a los ejemplos.

## Ejemplos

### Ejemplo 1

El hidróxido de calcio de acuerdo con la farmacopea japonesa de 10 g se sometió a prensado uniaxial a 50 kg/cm<sup>2</sup> de fuerza axial utilizando un molde de metal circular de 30 mm de diámetro, para conformar un cuerpo comprimido de hidróxido de calcio. El cuerpo comprimido resultante de hidróxido de calcio se dejó en reposo en una incubadora de ácido carbónico a una concentración de ácido de carbono gaseoso del 5 %, una humedad relativa del 100 % y una temperatura de 30 °C, para que se carbonatara allí dentro durante 24 horas. Un bloque parcial de carbonato de calcio resultante se sumergió en una disolución de hidrogenocarbonato de sodio de 1 mol/L a 80 °C, y después de 48 horas, se lavó y secó. Se dividió el bloque de carbonato de calcio resultante y se dejó caer una disolución de fenolftaleína sobre una parte central expuesta del mismo. Como resultado, la parte central era blanca como el carbonato de calcio, y no se observó ninguna coloración. Por lo tanto, se confirmó que no quedaba hidróxido de calcio sin reaccionar.

### Ejemplo 2

El hidróxido de calcio de acuerdo con la farmacopea japonesa de 5 g y el cloruro de sodio de acuerdo con la farmacopea japonesa de 5 g, cuyos diámetros medios de partícula fueron de 300 µm, se mezclaron uniformemente mediante un mezclador de tipo V. El polvo mixto resultante se sometió a prensado uniaxial a 100 kg/cm<sup>2</sup> de fuerza axial usando un molde de metal circular de 30 mm de diámetro, para conformar un cuerpo comprimido de hidróxido de calcio/cloruro de sodio. El cuerpo comprimido resultante de hidróxido de calcio/cloruro de sodio se dejó en reposo en una incubadora de ácido carbónico a una concentración de ácido de carbono gaseoso del 20 %, una humedad relativa del 100 % y una temperatura de 30 °C, para que se carbonatara durante 24 horas. Un bloque parcial de carbonato de calcio/cloruro de sodio resultante se sometió a lavado por desplazamiento con agua destilada cinco veces, para eliminar el cloruro de sodio. Un bloque parcial poroso de carbonato de calcio resultante se sumergió en una disolución de carbonato de amonio de 0,5 mol/L a 1 °C, y después de 48 horas, se lavó y secó. Se dividió el bloque poroso de carbonato de calcio resultante y se dejó caer una disolución de fenolftaleína sobre una parte central expuesta del mismo. Como resultado, la parte central era blanca como el carbonato de calcio, y no se observó ninguna coloración. Por lo tanto, se confirmó que no quedaba hidróxido de calcio sin reaccionar.

### Ejemplo comparativo 1

Después de conformar un cuerpo comprimido de hidróxido de calcio en las mismas condiciones del Ejemplo 1, se llevó a cabo sobre el mismo una carbonatación mediante una incubadora de ácido carbónico para obtener un bloque parcial de carbonato de calcio. Sin embargo, la inmersión en una disolución de hidrogenocarbonato de sodio no se llevó a cabo después de eso. Se dividió el bloque parcial de carbonato de calcio resultante, y se dejó caer una disolución de fenolftaleína sobre una parte central expuesta del mismo. Como resultado, si bien una parte fuera de la parte central era blanca como había sido hasta ahora y no se observó ninguna coloración, la parte central era de color rojo. Por lo tanto, se confirmó que quedaba hidróxido de calcio sin reaccionar.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para producir un bloque de carbonato de calcio de no menos de 0,1 cm de diámetro y espesor, útil como material para proporcionar hueso artificial, cuyo método: comprende:

(a) conformar hidróxido de calcio en un bloque de hidróxido de calcio;

5 (b) exponer el bloque de hidróxido de calcio obtenido en (a) al dióxido de carbono usando una incubadora de ácido carbónico para carbonatar parcialmente la superficie del bloque de hidróxido de calcio, por lo que se obtiene un bloque parcial de carbonato de calcio; y

10 (c) sumergir el bloque parcial de carbonato de calcio obtenido en (b) en una disolución que contiene iones carbonato que consiste en agua y ácido carbónico gaseoso disuelta en la misma, o que consiste en agua y una sustancia suministradora de iones carbonato disuelta en la misma, en donde la sustancia suministradora de iones carbonato se selecciona del grupo que consiste en carbonato de sodio, hidrogenocarbonato de sodio, carbonato de potasio, hidrogenocarbonato de potasio, carbonato de amonio e hidrogenocarbonato de amonio.

2. El método para producir un bloque de carbonato de calcio de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el método, además:

15 antes de (a), (d) mezclar una sustancia formadora de poros con hidróxido de calcio; y

después de (b) o (c), (e) formar un poro disolviendo la sustancia formadora de poro.