



11

P.- 55.893

Case 294

420659

Int. Cl. C04B

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de ISHIKAWAJIMA-HARIMA JUKOGYO
KABUSHIKI KAISHA

entidad japonesa

con domicilio en No. 2-1, 2-chome, Ote-machi, Chiyoda-ku,
Tokyo-to, Japón.

por: "UN METODO PARA CALCINAR MATERIAS PRIMAS DE
CLINKER DE CEMENTO"
(Clase Internacional C04b)

4.9.74

- 1 -



El presente invento está relacionado con un método para quemar materias primas del clinker de cemento, especialmente las materias primas y/o el combustible que contienen gran cantidad de materias volátiles tales como álcalis, cloro y azufre para producir cemento con un bajo contenido de álcalis (porcentaje de Na_2O inferior al 0,6%).

El objeto, las características y ventajas del presente invento resultarán más aparentes a partir de la siguiente descripción de ejecuciones preferidas del mismo, tomadas conjuntamente con el dibujo adjunto.

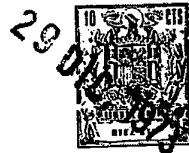
La figura 1 es una vista diagramática de un horno rotativo convencional con un precalentador de suspensión; la figura 2 es una vista diagramática de la primera ejecución de un horno rotativo con un precalentador de suspensión previsto para el presente invento; y la figura 3 es una vista de la segunda ejecución.

En todas las figuras se utilizan los mismos números de referencia para designar partes similares.

Antes de describir las ejecuciones preferidas del presente invento, se describirá brevemente un horno rotativo convencional con referencia a la figura 1, a fin de señalar específicamente los problemas y defectos del mismo. El horno rotativo convencional con un precalentador de suspensión que tiene un quemador o quemadores secundarios para cal-



5 cinar (a los que en adelante se denominará quemador de cal
cinación) es del tipo que incluye además un dispositivo de
derivación para extraer las materias volátiles. Las mate-
rias primas del clinker de cemento se cargan en un precalen-
tador 1 de suspensión a través de una lumbrera de alimenta-
ción A de la etapa más alta, como se indica con la flecha
de línea de trazos, y a medida que van bajando de una eta-
pa a la siguiente del precalentador 1 de suspensión, se ca-
lientan más por el gas de superior temperatura (indicado
10 con la flecha de línea llena). En la última etapa del pre-
calentador de suspensión, dichas materias primas se calien-
tan no solamente por el gas de escape de un horno rotativo
2, sino también por el gas producido por la combustión del
combustible suministrado a un quemador de calcinación 5 con
15 aire precalentado de combustión procedente de un enfriador
de clinker 3, como se indica con las líneas de trazos y un
punto. Debido a esta fuente suficiente de calor suministra-
do, las reacciones de calcinación de las materias primas se
terminan sustancialmente antes de que éstas se descarguen
20 al horno rotativo 2. Los materiales calcinados que se que-
man para convertirse en clinker de cemento mediante el hor-
no rotativo 2 se descargan a continuación al enfriador de
clinker 3 para ser enfriados por aire de refrigeración y des-
cargados por una lumbrera de descarga B. Del aire de refri-
25 geración que ha sido calentado por el clinker, el aire de



mayor temperatura se aspira al horno rotativo 2 según se in
dica con las líneas de trazos y un punto, como aire de com
bustión para un quemador 4 de horno, y el aire de la mayor
temperatura siguiente se transporta al precalentador de sus
5 pensión 1 como aire de combustión para el quemador de cal-
cinación 5. El número 6 muestra un ventilador principal de
tiro inducido.

Las materias volátiles introducidas en el sistema
por las materias primas y/o el combustible se vaporizan sus
10 tancialmente a una temperatura de combustión de clinker (unos
1.450° C) en el horno rotativo 2 y se transportan en fase ga
seosa al precalentador de suspensión 1 juntamente con el gas
de escape del horno. En el precalentador de suspensión 1,
en el que se lleva a cabo la transmisión de calor mientras
15 las materias primas son suspendidas en el gas caliente, el
polvo de la materia prima sirve de filtro para las materias
volátiles, de manera que éstas se condensan en su superfi-
cie y se devuelven al horno rotativo 2. Las materias voláti
les se van acumulando gradualmente a medida que se hacen cir
20 cular por todo el sistema, estableciéndose el equilibrio en-
tre la cantidad de materias volátiles introducidas en el sis
tema y la cantidad de materias volátiles descargadas del sis
tima en unión del clinker. Dependiendo de la cantidad de ma-
terias volátiles introducidas en el sistema, de las condicio
25 nes de trabajo, del tipo de clinker de cemento que se va a



producir, etc, la concentración de las materias volátiles que circulan por el sistema llega a ser una cantidad muy elevada en el punto de equilibrio, por lo que se forma una gran cantidad de recubrimiento en las paredes interiores del precalentador 1 y/o es afectada perjudicialmente la flui
5 dez de las materias primas. Como consecuencia, los ciclones y/o los canales inclinados de materia prima del precalentador 1 tienden a obstruirse con mucha frecuencia.

Con objeto de superar estos problemas, se ha pro-
10 puesto un dispositivo de derivación generalmente indicado con el nº 10 en la figura 1. Una parte del gas de escape del horno rotativo 2 se deriva y se mezcla con el aire de refrigeración enviado por un ventilador de impulsión 7, de manera que las materias volátiles acumuladas en la fase ga
15 seosa se enfriarán rápidamente hasta condensarse en el polvo suspendido en el gas del horno. A su vez, las materias volátiles que transportan polvo se recogen mediante un precipitador eléctrico 8 y se descargan del sistema por la lumbrera de descarga C. El gas de escape del horno, exento
20 del polvo del horno, se manda a la atmósfera mediante un ventilador 9 de tiro forzado.

Sin embargo, el dispositivo de puenteo 10 del tipo descrito tiene muchos defectos y problemas que se descri-
birán posteriormente en la presente memoria. En primer lu-
25 gar, un gas que sale del horno con alta temperatura, que po

22.12.73



dría haberse utilizado eficazmente para calcinar las materias primas en el precalentador de suspensión, se elimina en parte del sistema, por lo que el calor necesario para calcinar las materias primas resulta insuficiente. Por ejemplo, cuando se deriva el 10% del gas de escape del horno, la cantidad de calor a añadir al dispositivo de calcinación para compensar el calor perdido asciende a 60 - 80 Kcal/Kg de clinker, lo que es considerablemente elevado si se compara con el consumo total de calor, de unas 800 Kcal/Kg de clinker para una instalación de horno rotativo de este tipo. Por tanto, disminuye notablemente el rendimiento térmico.

En segundo lugar, la cantidad de gas derivado puede estar limitada al 10 - 15% del gas de escape del horno desde un punto de vista de economía térmica. Sin embargo, con el fin de transportar eficazmente las materias volátiles fuera del sistema mediante la mencionada cantidad de gas derivado, se ha aumentado considerablemente la concentración de materias volátiles en el gas. En consecuencia, no pueden evitarse perfectamente los problemas de la formación del recubrimiento en las paredes interiores del precalentador, y del atascamiento de los ciclones y/o de los canales inclinados de materia prima.

En tercer lugar, la cantidad de materias volátiles transportada fuera del sistema por el gas derivado depende de la cantidad de gas derivado y de la concentración de ma-



terias volátiles, y en general se transporta fuera del sistema como máximo del 10% al 30% de las materias volátiles introducidas en el sistema, mientras que el resto de las materias volátiles se descargan conjuntamente con el clinker de cemento. En consecuencia, cuando una calidad requerida es tal que la cantidad de materias volátiles contenidas en el clinker de cemento deba ser inferior a la mitad de la cantidad de materias volátiles introducidas en el sistema, no se puede emplear el horno rotativo convencional con un precalentador de suspensión, incluso aunque se provea un dispositivo de derivación.

En cuarto lugar, se forma un espeso recubrimiento en la abertura del punto de derivación que conduce el gas de escape del horno al dispositivo de puenteo, con lo que dicha abertura es estrangulada con facilidad. Como consecuencia, no se obtiene un funcionamiento estable del dispositivo de derivación.

En quinto lugar, el precipitador eléctrico, el soplate y el ventilador de impulsión utilizados en el dispositivo de puenteo son muy caros, por lo que aumenta el coste de construcción. Además, el coste de explotación también aumenta, porque el consumo de energía de estas máquinas adicionales asciende a 1 - 2 Kwh/tonelada de clinker.

El presente invento se ha llevado a cabo con objeto de superar los anteriores y otros problemas y defectos



que aparecen en el horno rotativo convencional con un precalentador de suspensión. Explicado en pocas palabras, los gases volátiles tales como Na_2O , K_2O , SO_2 , etc, se condensan positivamente sobre el polvo transportado por el gas de escape del horno rotativo, y el polvo rico en compuestos volátiles se separa del gas y se descarga fuera del sistema, antes de que el gas sea suministrado al dispositivo de calcinación del precalentador de suspensión.

La primera ejecución mostrada en la figura 2 es sustancialmente similar a la instalación de horno rotativo convencional representado en la figura 1, con la excepción de que el aire precalentado de combustión suministrado del enfriador de clinker 3 y el aire de escape del horno rotativo 2 se mezclan en una cámara mezcladora 11 y a continuación el polvo del horno se separa del gas mezclado mediante un separador 12, con objeto de que la mezcla de aire precalentado de combustión y de gas de escape del horno, exenta de polvo del horno, pueda suministrarse al quemador de calcinación 5 para la combustión.

Mediante la instalación de horno rotativo con un precalentador de suspensión 1 en que se calcinan sustancialmente las materias primas, el quemador 4 de horno consumirá alrededor del 40% del combustible que necesita el sistema, mientras que el quemador de calcinación 5 consumirá alrededor del 60%. El aire de refrigeración se calienta hasta tem



peraturas elevadas a medida que enfría el clinker en el enfriador de clinker, y con el anterior consumo de combustible, el aire precalentado a la máxima temperatura de unos 1.000° C se aspira al horno rotativo 2, mientras que el aire precalentado a 500 - 600° C se aspira al precalentador de suspensión 1. La temperatura del gas de escape del horno rotativo 2 es generalmente de 1000 - 1.100° C, y dicho gas contiene no solo el polvo transportado en el horno, sino también las materias volátiles vaporizadas de los materiales a la temperatura de combustión del clinker. Aunque la cantidad de polvo contenida en el gas de escape del horno depende de la velocidad del gas en el horno rotativo, de la velocidad periférica del horno rotativo, y de otros factores, en general ascenderá al 5 - 10% del clinker producido.

Quando el aire suministrado del enfriador de clinker 3 se mezcla con el gas de escape del horno 2 en la cámara de mezcla 11, la temperatura del gas mezclado llega a ser de unos 800° C, y más del 70% de las materias volátiles contenidas en el gas de escape del horno se condensa y se adhiere al polvo del horno. La cámara de mezcla 11 está conectada directamente con la campana extrema de descarga de gas del horno rotativo 2, y el aire de combustión suministrado desde el enfriador de clinker 3 se introduce en la cámara de mezcla de manera que pueda circular a lo largo de



la pared interior de la cámara de mezcla 11, mientras que el gas de escape del horno rotativo 2 circula por el centro. Debido a los torbellinos creados en la cámara por los dos flujos, el aire y el gas del horno pueden mezclarse de un modo completo e instantáneo. Si el gas de escape entra se en contacto con la pared interior de la cámara de mezcla, que está a una temperatura más baja, las materias volátiles se condensarían y formarían un recubrimiento en dicha pared. Sin embargo, esta disposición puede ayudar a impedir de una forma eficaz dicha adherencia a las paredes de la cámara de mezcla y a los dispositivos que siguen a la misma.

El separador 12 puede ser, por ejemplo, un ciclón que separa el polvo de la mezcla de aire y gas de escape del horno. Todo o una parte del polvo separado, rico en materias volátiles, se descarga fuera del sistema mediante un fraccionador ajustable 13 instalado en la lumbrera de descarga del separador 12 a través de una lumbrera de descarga C. El polvo restante puede devolverse por medio de una tubería de alimentación (indicada por la flecha de trazos) al horno rotativo 2. El separador 12 debe construirse de manera que tenga una caída de presión reducida, a la vista del coste de explotación. Por tanto, habrá que sacrificar en cierto modo el rendimiento de la separación. Aun en el caso de que el rendimiento del separador 12 sea únicamente del 70%, se



5 pueden extraer del sistema la mitad de las materias volátiles que circulan por el mismo. Además, puesto que la cantidad de materias volátiles que circulan es en cualquier caso mayor que la cantidad de materias volátiles recientemente introducidas en el sistema, se puede reducir el contenido de materias volátiles en el clinker de cemento incluso a menos de la mitad de la cantidad de materias volátiles recientemente introducidas en el sistema cuando todo el polvo recogido se descargue fuera del sistema.

10 A continuación se describirá el método del presente invento, comparándolo con el método convencional representado en la figura 1. Mediante el método mostrado en la figura 1, solamente se extrae del sistema un 10 - 15% de las materias volátiles contenidas en el gas de escape del horno, que se supone es llevado al dispositivo 10 de derivación, mientras que de acuerdo con el presente invento, se transporta fuera del sistema como mínimo un 50% de las materias volátiles contenidas en todo el gas de escape del horno. (El rendimiento de la condensación en la cámara de mezcla 11 es del 70%, y el rendimiento de la separación en el separador 12 es del 70%). Incluso cuando todo el polvo separado, cuya temperatura es de alrededor de 800° C, se expulsa del sistema, la pérdida térmica es solamente de 7 a 10 Kcal. por kilogramo de clinker. Para compensar esta pérdida térmica, el calor adicional que se debe suministrar al dispositivo de cal

22.12.73



cinación ascenderá a 10 - 20 Kcal. por Kilogramo de clinker, pero, comparado con el dispositivo convencional de derivación, el consumo adicional de calor es solamente de $1/3 - 1/4$. Además, las materias volátiles se extraen del sistema de un modo muy eficaz, por lo que se puede reducir la concentración de las materias volátiles en circulación en el punto de equilibrio. Como consecuencia, se forma poco recubrimiento en el conducto instalado entre el horno rotativo 2 y la cámara de mezcla 11, pudiéndose evitar completamente la obstrucción de los ciclones y de los canales inclinados de materia prima del precalentador 1. Una de las características del invento es que se puede controlar la cantidad de materias volátiles que se expulsa del sistema mediante el fraccionador y de una manera sencilla, dependiendo de las condiciones del proceso. Por ejemplo, supóngase que se produce clinker de cemento con bajo contenido de álcali, que tenga un contenido de álcali (Na_2O) menor del 0,6%, empleando materias primas que contengan un 0,8% de álcali. La cantidad de álcali introducida en el sistema es equivalente al 1,2% aproximadamente sobre la base del clinker, y la cantidad de álcali contenida en el polvo separado sobre la base del clinker es del 1,2%, suponiendo que la cantidad de álcali que circula por el sistema (que depende de la volatilidad del álcali y de las condiciones de trabajo) asciende al 2,4%, es decir una concentración doble de álcali. Por tanto, se



puede mantener el contenido de álcali del clinker inferior al 0,6% cuando se descarga fuera del sistema aproximadamente la mitad del polvo separado, mediante el ajuste del fraccionador 13. Sin embargo, es difícil predecir exactamente la cantidad o proporción de materias volátiles que circulan por el sistema, debido a diversos factores que influyen, en la etapa en que se va a construir la instalación de horno rotativo, por lo que debe montarse un dispositivo de derivación 10 de una capacidad mucho mayor que la capacidad que en realidad se necesita, en la instalación de horno rotativo convencional. Pero, de acuerdo con el presente invento, la cantidad de materias volátiles que se descarga fuera del sistema puede controlarse arbitrariamente en un margen amplio mediante el fraccionador 13 sin dejar fuera de servicio a ningún componente del dispositivo. Además, la cámara de mezcla 11, el separador 12 y el fraccionador 13 son de construcción sencilla y baratos, comparados con el dispositivo convencional de derivación 10. Asimismo, se puede facilitar mucho el control del proceso, puesto que el gas del horno no se deriva.

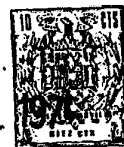
De acuerdo con el presente invento, las materias volátiles contenidas en el gas de escape del horno rotativo se enfrían por el aire de combustión, cuya temperatura es inferior a la del gas, de modo que se condensen y separen, habiéndose descrito en la primera ejecución la cámara de mez



cla 11 y el separador 12 como instalados por separado, para simplificar la explicación. Sin embargo, en la segunda ejecución mostrada en la figura 3, se utiliza un separador tipo ciclón 14 con una lumbrera superior de entrada de gas
5 y una lumbrera inferior de entrada. El aire de combustión suministrado desde el enfriador de clinker 3 se introduce en el separador 14 tangencialmente a través de la lumbrera superior de entrada de manera que forma un flujo helicoidal dirigido hacia abajo, mientras que el gas de escape procedente del horno rotativo 2 se aspira al separador 14 a través de la lumbrera inferior de entrada de manera que se mez
10 cle con el aire de combustión de un modo completo e instantáneo, antes de separar el polvo contenido en el gas.

Como se ha descrito antes, y de acuerdo con el
15 presente invento, el aire de combustión suministrado del enfriador de clinker, y el gas de escape del horno rotativo, se mezclan antes de ser introducidos en el quemador de calcinación del precalentador de suspensión, a fin de condensar las materias volátiles sobre el polvo del horno, y a
20 continuación se extrae el polvo de la mezcla de aire de com bustión y de gas de descarga que se suministra al quemador del precalentador a fin de calcinar las materias primas pre calentadas. Todo o una parte del polvo separado se descarga fuera del sistema, con lo que las materias volátiles pueden
25 descargarse fuera del sistema. Por tanto, una característica

11 SET.



importante del invento es que toda la cantidad de materias volátiles que circulan en el sistema es objeto de extracción. Como consecuencia, se puede reducir el contenido de materias volátiles contenidas en el clinker de cemento a

5 menos de la mitad del contenido de materias volátiles recientemente introducido en el sistema. Tal reducción considerable en el contenido de materias volátiles del clinker no se podría alcanzar nunca con cualquier instalación de horno rotativo convencional con sistema de derivación, en

10 la que solamente el polvo rico en materias volátiles contenido en el gas derivado es objeto de extracción. De este modo, se puede mejorar considerablemente la calidad del cemento. El método del presente invento es especialmente ventajoso cuando se trata de fabricar cemento portland con un

15 bajo contenido de álcali. Además, se pueden evitar por completo la formación de un recubrimiento sobre las paredes interiores del precalentador y la obstrucción de los ciclones y de los canales inclinados de materia prima del precalentador. Puesto que el gas del horno no se extrae del sistema, sino que únicamente el polvo rico en materias volátiles se separa del gas del horno y luego se descarga fuera

20 del sistema, la disminución del rendimiento térmico es extremadamente pequeña comparada con la instalación de horno rotativo convencional que emplea un sistema de derivación.

25 La instalación de horno rotativo prevista para



el presente invento incluye una cámara de mezcla para mez-
clar el aire de combustión suministrado desde un enfriador
de clinker con el gas de escape de un horno rotativo, a
fin de condensar las materias volátiles contenidas en el
5 gas de escape del horno rotativo y por tanto de adherir las
materias volátiles condensadas al polvo del horno, un dispo-
sitivo de separación para separar el polvo de la mezcla de
aire de combustión y gas descargado, un conducto para diri-
gir la mezcla de aire de combustión y gas de escape del
10 horno, de la que se ha separado el polvo, a un quemador de
calcinación de un precalentador de suspensión, y un fraccio-
nador para descargar el polvo separado fuera del sistema de
la instalación de horno rotativo. En consecuencia, el méto-
do del presente invento se puede llevar a cabo de una mane-
15 ra muy fiable. Además, toda la cantidad de materias voláti-
les que circulan por el sistema es objeto de extracción, con
lo que puede reducirse considerablemente el contenido de ma-
terias volátiles del clinker de cemento, mejorando con ello
la calidad del clinker de cemento. Por tanto, la instalación
20 de horno rotativo prevista para el presente invento es es-
pecialmente ventajosa cuando se trata de producir un clinker
de cemento con bajo contenido de álcali. Se han utilizado
plenamente en el presente invento las características desea-
bles de la instalación de horno rotativo convencional don
25 un precalentador de suspensión, pero se ha eliminado por com-



pleto el defecto de la formación de un recubrimiento sobre las paredes interiores del precalentador, por lo que se puede asegurar un funcionamiento fiable durante un período largo. Como se forma poco recubrimiento, se puede eliminar la
5 mano de obra necesaria para quitar el recubrimiento. La cantidad de materias volátiles que se va a descargar fuera del sistema puede controlarse fácilmente desde el 0% hasta el 100% mediante el fraccionador, dependiendo de la calidad que se desee para el clinker de cemento, de las condiciones de
10 las materias primas y del combustible y de otros factores, y como consecuencia se puede evitar un desperdicio innecesario de materias primas y de combustible. Además, se puede reducir el número de componentes que requieren inspección y entretenimiento y el coste de construcción puede disminuirse notablemente.
15

Esta solicitud que corresponde a la presentada en Japón, el 3 de Julio de 1.973, bajo el N^o 74451/73, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

22.12.73



REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un método para calcinar materias primas de clinker de cemento, del tipo que comprende una etapa de precalentamiento y calcinación de las materias primas mediante un precalentador de suspensión provisto de un dispositivo de calcinación que tiene un quemador o quemadores, una etapa de calcinación del clinker en un horno rotativo, y una etapa de enfriamiento del clinker de cemento mediante un en-

15 friador de clinker, que comprende la mejora que incluye mezclar aire de combustión suministrado desde dicho enfriador de clinker con el gas de escape del citado horno rotativo que contiene polvo, antes de que se les introduzca en dicho dispositivo de calcinación, de manera que se condensen las

20 materias volátiles contenidas en dicho gas de escape y con ello se adhieran al polvo dichas materias volátiles condensadas; separar el mencionado polvo; alimentar la mezcla de dicho aire de combustión y del citado gas de escape exenta de dicho polvo al citado dispositivo de calcinación, calci-

25 nando de ese modo las materias primas precalentadas de clin-

MC

11 SET 1974



ker de cemento; y descargar fuera del sistema todo o una parte de dicho polvo, descargando con ello fuera del sistema a las materias volátiles introducidas en la instalación de horno rotativo.

5 2ª.- Un método para calcinar materias primas de clinker de cemento.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

10 Esta Memoria consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

11 SET. 1974

Fernando de Eizaburu
Por Poder




4.9.74-AVS.

29

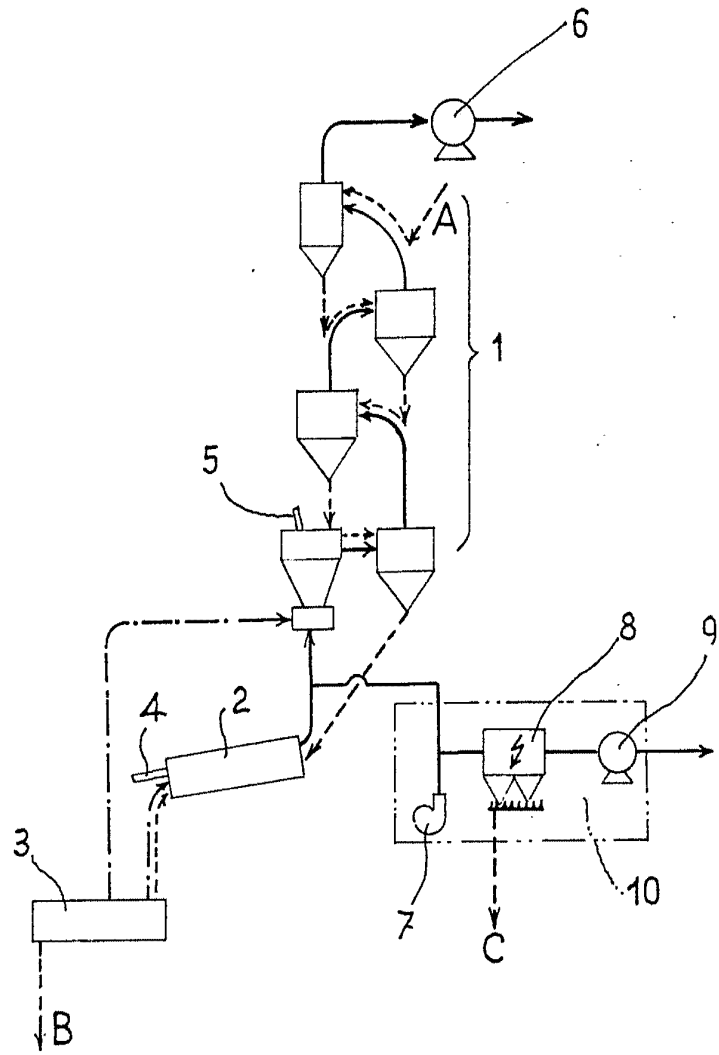


Fig: 1

Fernando de Elizaburu
Por Patent

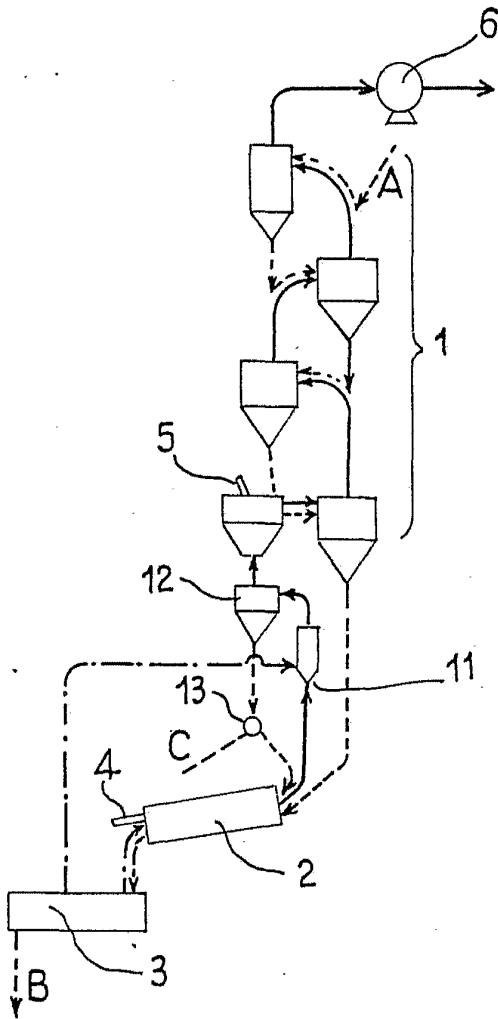


Fig: 2

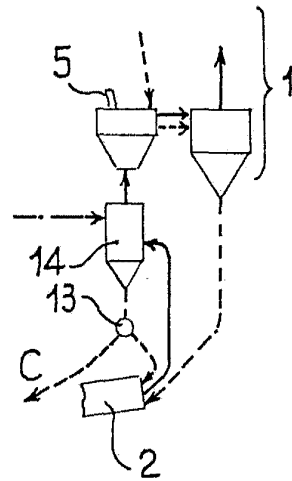


Fig: 3

Fernando de Elizaburu
Per Feder.