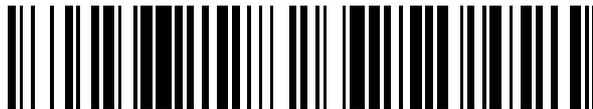


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 766 764**

51 Int. Cl.:

<b>C04B 7/44</b>	(2006.01)
<b>C10L 5/00</b>	(2006.01)
<b>F26B 3/00</b>	(2006.01)
<b>C04B 7/43</b>	(2006.01)
<b>F26B 3/10</b>	(2006.01)
<b>F26B 17/10</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2013 PCT/EP2013/074354**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014 WO14079915**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2013 E 13792701 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019 EP 2922800**

54 Título: **Procedimiento y equipo para secar material de desecho sólido utilizando gas de un enfriador de clínker**

30 Prioridad:

**22.11.2012 EP 12306453**

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

**15.06.2020**

73 Titular/es:

**HOLCIM TECHNOLOGY LTD (100.0%)  
Zürcherstrasse 156  
8645 Jona, CH**

72 Inventor/es:

**KOECK, BERNHARD**

74 Agente/Representante:

**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 766 764 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

Procedimiento y equipo para secar material de desecho sólido utilizando gas de un enfriador de clínker.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un equipo para secar material de desecho sólido, a un procedimiento para producir clínker que incluye este procedimiento de secado, y a una instalación de clínker que comprende este equipo de secado.

10 El documento WO2004/103927A2 da a conocer un equipo para secar harina cruda triturada en húmedo que comprende un tubo de secado que comprende por lo menos una sección ascendente, unos medios para suministrar harina cruda triturada en húmedo que va a secarse en un punto de suministro, ubicado en la parte inferior de dicha sección ascendente, unos medios para suministrar un gas de secado en dicha sección ascendente, consistiendo dicho gas de secado en vapor recirculado a partir del tubo de secado, con el fin de crear un flujo ascendente de dicho material de desecho en dicha sección ascendente y proporcionar un gas de secado final y un material de desecho sólido secado, y unos medios para separar el gas de secado final del material de desecho sólido secado.

15 El documento JP2006266552A da a conocer un procedimiento para secar material de desecho sólido que comprende proporcionar un tubo de secado que comprende una sección ascendente, suministrar material de desecho sólido que va a secarse en un punto de suministro, suministrar un gas de secado al interior de dicha sección ascendente, con el fin de crear un flujo ascendente de dicho material de desecho en dicha sección ascendente y proporcionar un gas de secado final y un material de desecho sólido secado, y separar el gas de secado final del material de desecho sólido secado, aguas abajo del tubo de secado.

20 El documento CA2416402A1 asimismo se refiere a un procedimiento para secar material de desecho sólido, y el documento GB2396400A da a conocer un procedimiento de combustión conjunta en el que el gas de escape de un enfriador de clínker se suministra al interior de un sistema de residuos sólidos municipales. En procedimientos de producción de clínker convencional, la harina cruda se transporta hasta una zona de piroprocesamiento, que puede incluir precalentadores y calcinadores para acondicionar la harina cruda antes de su introducción en un horno rotatorio, en el que se produce clínker. El horno principal y los calcinadores se calientan mediante un quemador que utiliza carbón, petróleo o gas como combustible. En la salida del horno rotatorio, el clínker caliente se introduce en un enfriador en el que se soplan cantidades sustanciales de aire a través del lecho de clínker, con el fin de reducir su temperatura hasta aproximadamente 80°C.

25 Uno de los elementos de mayor coste en la producción de clínker es el coste de combustible. Con precios cada vez mayores del carbón, el petróleo y el gas, se buscan constantemente fuentes alternativas de combustible para su utilización en este procedimiento de producción.

30 Con respecto a esto, la utilización de material de desecho sólido triturado es interesante. Sin embargo, este tipo de material de desecho presenta habitualmente un alto contenido en humedad, lo cual reduce su eficacia como combustible. A título de ejemplo, un material de desecho sólido con una humedad original del 25% presenta un poder calorífico inferior de 18.000 kJ/kg. Este material de desecho sólido presenta un poder calorífico inferior mejorado de 23.500 kJ/kg tras llevarse a cabo una operación de secado que reduce el contenido en humedad residual hasta el 5%.

35 Por tanto, existe una necesidad de secar este material de desecho, antes de introducirse en el horno y/o el calcinador. Un primer tipo conocido de solución utiliza secadoras de tambor y correas, en las que los sólidos que van a secarse se ponen en contacto con gas. Sin embargo, estas secadoras son voluminosas, caras y no están fácilmente disponibles.

40 Además, el documento US nº 7.434.332 describe la utilización de un secador por contacto, en la que se seca material de desecho antes de la introducción en el horno o el calcinador. Se suministra gas procedente del enfriador de clínker al interior de esta secadora, con el fin de tratar el material de desecho. Sin embargo, una solución de este tipo presenta inconvenientes. En primer lugar, implica altos costes para instalar esta secadora y sus conexiones a otras partes de la instalación de cemento. Además, el tiempo de estancia del material de desecho es muy alto durante este procedimiento.

45 A partir de lo anterior, el problema técnico que pretende resolver la presente invención es proporcionar un procedimiento que haga posible secar material de desecho de una manera rápida y sencilla, y que pueda llevarse a cabo utilizando equipos económicos.

50 Sorprendentemente, los solicitantes han mostrado que un procedimiento de secado de tipo instantáneo, en el que material de desecho sólido que va a secarse se impulsa hacia arriba mediante gas a alta velocidad, conduce a resultados positivos inesperados.

55 Por lo tanto, la presente invención proporciona un procedimiento para secar material de desecho sólido que

comprende:

- proporcionar un tubo de secado que comprende una sección ascendente;
- 5 - suministrar material de desecho sólido que va a secarse en un punto de suministro, ubicado en la parte inferior de la sección ascendente;
- suministrar un gas de secado al interior de dicha sección ascendente a una velocidad superior a 15 m/s, comprendiendo dicho gas de secado gas de escape procedente de un enfriador de clínker, con el fin de  
10 crear un flujo ascendente de dicho material de desecho en esta sección ascendente y proporcionar un gas de secado final y un material de desecho sólido secado; y
- separar el gas de secado final del material de desecho sólido secado, aguas abajo del tubo de secado.

15 La presente invención se refiere a la utilización de material de desecho sólido como combustible o aditivo de combustible en un procedimiento de producción de clínker. Generalmente el material de desecho sólido es material sólido desechado, no soluble, incluyendo lodos de depuradora, residuos municipales, material de desecho industrial, desechos agrícolas, material de desecho de demolición y residuo de minería.

20 La presente invención puede presentar una o más de las siguientes ventajas.

El procedimiento de secado de la invención puede llevarse a cabo de una manera muy sencilla. Además, este procedimiento puede utilizar únicamente unos pocos elementos mecánicos, que son de estructura sencilla y de bajo coste.

25 Además, el tiempo de estancia de material de desecho sólido es mucho menor para el procedimiento según la presente invención que para procedimientos de secado de la técnica anterior. Por tanto, según la invención, puede inyectarse directamente material de desecho sólido secado en el interior del quemador sin dosificación o almacenamiento adicional. Esto tiene que compararse con las soluciones conocidas descritas anteriormente, que  
30 comprenden por lo menos dos etapas de dosificación, debido a un tiempo de estancia mucho más prolongado del material de desecho.

La velocidad del gas de secado de suministro es preferentemente superior a 20 m/s.

35 El material de desecho utilizado en la presente invención presenta preferentemente una dimensión máxima inferior a 70 milímetros, en particular inferior a 50 milímetros. Con el fin de cumplir este requisito, el material de desecho se somete habitualmente a una etapa de tratamiento con el fin de reducir el tamaño. Tal tratamiento puede ser una etapa de trituración.

40 En la presente descripción y las reivindicaciones adjuntas, "superior a" e "inferior a" deben entenderse respectivamente como "superior o igual a" e "inferior o igual a". Además, "aguas arriba" y "aguas abajo" se refieren a flujos de gas en condiciones de funcionamiento normales.

45 Preferentemente la sección ascendente del tubo de secado es sustancialmente vertical. Con respecto a esto, el ángulo global de esta sección con respecto a la dirección vertical es inferior a 30°.

Se suministra material de desecho sólido en el punto de suministro, que está ubicado en la parte inferior del tubo de secado. Asimismo se suministra gas de secado al interior de este tubo. Una fracción sustancial de este gas es gas de escape procedente del enfriador de clínker. Este gas de escape puede diluirse con otros gases, en particular  
50 aire fresco, con el fin de controlar la temperatura del gas de secado global en la entrada del tubo.

El material de desecho se transporta hacia arriba, debido a la rápida velocidad de flujo del gas de secado. Durante su flujo a través del tubo, el material de desecho se mezcla con gas caliente, de modo que está inesperadamente bien seco en la salida del tubo. El tubo de secado puede estar constituido por una única sección ascendente, o  
55 puede comprender asimismo por lo menos una sección adicional, ubicada aguas abajo de la sección ascendente.

Una velocidad de gas típica en la entrada de la sección ascendente es de 15 a 35 m/s (metros por segundo), dependiendo de las propiedades del material de desecho y la manera en la que se introduce el material de desecho en el tubo. Esta velocidad se refiere a la velocidad de gas en el punto de suministro. Tal como se conoce en la  
60 materia, la velocidad de gas disminuye gradualmente a medida que pasa a través del tubo. La velocidad de sólidos es inferior a la velocidad de gas, y varía según la naturaleza de las partículas sólidas, en particular su densidad y tamaño.

65 Con respecto a esto, puede introducirse material de desecho en el tubo de secado mediante cualquier medio apropiado, por ejemplo, utilizando medios mecánicos o neumáticos. Durante el movimiento ascendente del material de desecho, las partículas pesadas pueden caer y pueden tener que retirarse. La velocidad de gas en la sección

ascendente puede ajustarse para optimizar esta posible caída de partículas pesadas.

5 En la salida del tubo de secado, una mezcla de gas y un material de desecho sólido secado entra en los medios de separación. La operación de separación puede comprender una o más etapas, que pueden llevarse a cabo de una manera conocida. Tras esta etapa de separación, el material de desecho secado se transporta hasta un quemador en la instalación. El quemador puede ser el quemador de horno y/o el quemador de calcinador.

10 El tiempo de estancia de gas en el tubo de secado es de manera adecuada inferior a 5 segundos, preferentemente desde 1 hasta 5 segundos, más preferentemente desde 1.5 hasta 3 segundos. El tiempo de estancia de sólidos es generalmente mucho más prolongado en procedimientos de la técnica anterior conocida.

La altura de la sección ascendente del tubo de secado puede ser superior a 20 metros, preferentemente desde 30 hasta 40 metros.

15 La sección transversal del tubo de secado, en particular el diámetro, es inferior a 1500 milímetros, preferentemente desde 500 hasta 1000 mm.

20 La longitud total del tubo de secado es de manera adecuada superior a 25 metros, preferentemente desde 30 hasta 80 metros.

25 El material de desecho se suministra de manera adecuada en el punto de suministro a una velocidad ascendente superior a 20 m/s. La velocidad de gas en el tubo puede ser inferior, permaneciendo suficiente para evitar caídas en exceso de sólidos en la sección ascendente. Por tanto, puede aumentarse el tiempo de estancia de los sólidos en el tubo de secado, lo cual fomenta el mezclado y la calidad de la operación de secado. Aunque puede aumentarse el tiempo de estancia, todavía está muy por debajo del tiempo de estancia en procedimientos según la técnica anterior.

30 El gas de secado puede suministrarse al interior del tubo de secado a una temperatura de desde 125 hasta 300°C, preferentemente desde 150 hasta 220°C. Esta temperatura depende en particular del contenido en humedad del material de desecho sólido que va a secarse. Preferentemente, no debe superarse el límite de temperatura superior para evitar la ignición y evitar la aglomeración a alta temperatura de posibles partes de plástico del equipo.

35 La velocidad de flujo del gas de escape suministrado al interior del tubo de secado puede ser de desde 2 hasta 15 Nm<sup>3</sup> por kilogramo de material de desecho tratado, preferentemente desde 2 hasta 8 Nm<sup>3</sup> por kilogramo de material de desecho tratado.

40 La proporción en volumen de gas de escape en el gas de secado total puede ser de manera adecuada superior al 20%, preferentemente superior al 40%. La proporción en volumen de gas de escape depende en particular de la temperatura de este gas cuando sale del enfriador, así como de la naturaleza del aparato de retirada de polvo aguas arriba del tubo de secado.

45 El gas de escape puede diluirse con aire fresco antes del punto de suministro. La velocidad de flujo de aire fresco puede controlarse en función de la temperatura del gas de secado aguas abajo del tubo de secado. Esta forma de realización hace posible controlar los parámetros de aire de secado de una manera sencilla y precisa.

50 El tubo de secado puede comprender, además, una sección descendente, separada de la sección ascendente por una sección curva. Esto mejora el mezclado del gas y los sólidos, y aumenta la longitud global del tubo de secado y, por tanto, el tiempo de estancia global, al tiempo que aumenta lo menos posible la altura global de este tubo, lo cual reduce su volumen ocupado.

La presente invención proporciona, además, un procedimiento para la producción de clínker, que comprende las siguientes etapas:

55 - secar el material de desecho sólido mediante un procedimiento de secado tal como se definió anteriormente en la presente memoria,

60 - suministrar el material de desecho sólido secado como combustible al interior de un quemador de un calcinador y/o al interior de un quemador de un horno, utilizándose otro combustible complementario cuando se necesite,

- calcinar harina cruda en dicho calcinador, y

- sinterizar la harina cruda en dicho horno para obtener dicho clínker.

65 En el procedimiento de la presente invención, el gas de secado final puede transportarse a un enfriador de clínker. En este caso, el gas de secado final puede transportarse al ventilador de entrada de por lo menos un compartimento

de dicho enfriador de clínker, estando dicho ventilador conectado a una cámara aguas arriba que recibe aire fresco, a través de una línea de aire fresco dotada de una tapa móvil.

5 La presente invención proporciona, además, un equipo para secar material de desecho sólido, comprendiendo dicho equipo:

- un tubo de secado que comprende por lo menos una sección ascendente;
- 10 - unos medios para suministrar material de desecho sólido que va a secarse en un punto de suministro, ubicado en la parte inferior de dicha sección ascendente;
- unos medios para suministrar un gas de secado en dicha sección ascendente a una velocidad superior a 15 m/s, en particular superior a 20 m/s, comprendiendo dicho gas de secado gas de escape procedente de un enfriador de clínker, con el fin de crear un flujo ascendente de dicho material de desecho en dicha sección ascendente y proporcionar un gas de secado final y un material de desecho sólido secado;
- 15 - unos medios para separar el gas de secado final del material de desecho sólido secado.

20 El tubo de secado de este equipo puede comprender cualquiera de las características indicadas anteriormente en referencia al procedimiento de secado de la invención.

El equipo de la invención está adaptado en particular para llevar a cabo el procedimiento de secado de la invención, tal como se definió anteriormente en la presente memoria.

25 La presente invención proporciona, además, una instalación para la producción de clínker, que comprende un calcinador para calcinar harina cruda, un horno para sinterizar la harina cruda, y un equipo tal como se definió anteriormente en la presente memoria, comprendiendo asimismo dicha instalación medios de transporte para transportar dicho material de desecho sólido secado, estando dichos medios de transporte conectados a un quemador de dicho calcinador y/o un quemador de dicho horno.

30 La instalación puede comprender, además, un enfriador de clínker que comprende varios compartimentos, estando el ventilador de entrada de por lo menos uno de dichos compartimentos conectado a una cámara preliminar que recibe una línea de aire fresco dotada de una tapa móvil, así como una línea adicional para suministrar el gas de secado final.

35 La invención se ilustra, adicionalmente, en los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama esquemático de un equipo de secado según la invención;

40 la figura 2, a mayor escala, es una parte de un tubo de secado en el equipo de secado de la figura 1;

la figura 3 es un diagrama esquemático de un horno y un enfriador, conectados al equipo de secado de la figura 1 para transferencias de gas; y

45 la figura 4, a mayor escala, es parte del enfriador ilustrado en la figura 3.

La figura 1 ilustra un equipo para secar material de desecho sólido, según la presente invención. Este equipo comprende unos medios de dosificación 10 para suministrar una velocidad de flujo controlada de material de desecho. Estos medios de dosificación comprenden una línea de suministro 12 en la que circula material de desecho sólido, tal como se definió anteriormente. Este material de desecho se ha tratado de una manera apropiada con el fin de reducir su tamaño, en particular mediante una trituradora. Después se suministra este material de desecho, a través de una tolva 14, al interior de un recipiente 16 que circula sobre una correa 18 sin fin. La velocidad de la correa se controla mediante medios de control típicos 20. Pueden utilizarse varios otros tipos de suministradores, por ejemplo, células rotatorias. La trituradora (no representada) y los componentes 12 a 20 de los medios de dosificación se conocen en sí mismos y no se describirán en más detalle.

Después se suministra material de desecho sólido dosificado, a través de una línea 22, al interior de un derivador 24 opcional, que se utiliza para evitar el tubo de secado 40 en caso de problemas, a través de la línea 26. En condiciones de funcionamiento normales, todo el material de desecho sale del derivador 24 a lo largo de la línea 28, a través de una válvula 30, a través de un dispositivo de inyección neumático no ilustrado en las figuras. Después se suministra material de desecho al interior de dicho tubo de secado 40. En la presente descripción, 32 se refiere al punto de conexión entre la línea de suministro 28 y el tubo de secado 40. En la presente descripción, 32 asimismo se refiere al punto de suministro.

65 El tubo de secado, al que se hace referencia mediante 40, comprende una sección de entrada 42, una sección ascendente 44, en la que el material de desecho sólido y el gas fluyen hacia arriba, una sección curva 46, y una

sección descendente 48, en la que el material de desecho sólido y el gas fluyen hacia abajo. La sección de entrada 42 está conectada a una línea de escape 52 procedente de un enfriador de clínker, que no se ilustra en la figura 1. Una línea adicional 54, que suministra aire fresco a temperatura ambiental, está conectada a la línea de escape 52. Un ventilador de refuerzo 56, conocido en sí mismo, asimismo se proporciona inmediatamente aguas arriba de la sección de entrada 42.

La sección de entrada 42 asimismo está conectada a un tubo de desechos 58, en el que partículas grandes pueden caer desde la sección ascendente 44, debido a la gravedad. Este tubo 58 está provisto de dos compuertas 60 y 62 sucesivas que se controlan mediante cualquier medio apropiado, en particular medios de control manuales o neumáticos. Se proporciona un recipiente de desechos 64, por debajo de la salida del tubo 58.

La longitud total del tubo de secado corresponde a la distancia entre el punto de suministro 32 y la salida 50 de la sección descendente 48. De manera adecuada, esta longitud es de desde 25 hasta 100 metros, preferentemente desde 30 hasta 80 metros. D se designa como el diámetro del tubo de secado, que puede ser constante o puede variar ligeramente a lo largo de las dos secciones 44 y 48. De manera adecuada, D es de desde 500 hasta 1500 mm, preferentemente desde 500 hasta 1000 mm. H se designa como la altura de la sección ascendente, desde el punto de suministro 32 hasta la conexión con la sección curva. De manera adecuada, H es de desde 20 hasta 40 metros, preferentemente desde 30 hasta 40 metros.

La sección curva garantiza una función de mezclado adicional del gas de secado y el material de desecho sólido que va a secarse. Esta sección puede designarse como un tubo que forma un ángulo de sustancialmente 180°. Alternativamente, tal como se ilustra en la figura 2, esta sección puede designarse como una caja o una cámara 46, con dos orificios conectados, respectivamente, a las secciones ascendente y descendente (44, 48).

En la figura 1, ambas de las secciones ascendente y descendente 44 y 48 son verticales con respecto a la sección curva. Alternativamente, toda la sección ascendente 44 puede formar un ligero ángulo ( $\alpha$ ) con respecto a la dirección vertical, ilustrado mediante las líneas discontinuas en la figura 1. Este ángulo es preferentemente inferior a 30°, más preferentemente inferior a 20°.

Además, por lo menos una porción de la sección ascendente 44 puede presentar una pendiente mayor que el ángulo ( $\alpha$ ). Sin embargo, con el fin de obtener un mezclado adecuado, esta pendiente máxima es preferentemente inferior a 40°, más preferentemente inferior a 25°, con respecto a la dirección vertical.

Como alternativa adicional (ver la figura 2), el extremo superior de por lo menos una de las secciones 44 y 48 puede formar un ángulo con respecto a la dirección vertical. Si V es una línea vertical que se extiende desde el centro de la sección curva 46,  $\alpha$  es el ángulo entre V y la sección ascendente 44, mientras que  $\beta$  es el ángulo entre V y la sección descendente 48. Preferentemente,  $\alpha$  es de desde 0° hasta 20°,  $\beta$  es de desde 0° hasta 40°, mientras que el ángulo total ( $\alpha+\beta$ ) es de desde 0° hasta 60°.

El aparato de secado en la figura 1 asimismo comprende medios para separar el material de desecho sólido secado del gas de secado. Estos medios comprenden en primer lugar un ciclón 70, conocido en sí mismo, cuya entrada está conectada a la salida 50. Este ciclón presenta una primera salida, para suministrar material de desecho sólido al interior de unos medios de recepción 72, a través de una línea 74 dotada de una válvula 76. Los medios de recepción 72, que son de cualquier tipo apropiado, asimismo reciben material de desecho sólido posiblemente sin tratar, a través de la línea 26 descrita anteriormente en la presente memoria.

La segunda salida del ciclón se extiende hasta la entrada de un filtro de bolsa 80, conocido en sí mismo, que asimismo pertenece a los medios de separación. Este filtro de bolsa presenta una primera salida, para suministrar material de desecho sólido a los medios de recepción 72, a través de una línea 84 dotada de una válvula 86. La segunda salida del filtro de bolsa está conectada a una línea de escape 90, provista de un ventilador de aspiración 92.

En funcionamiento, se utilizan medios de dosificación de una manera conocida, con el fin de transportar una velocidad de flujo predefinida de material de desecho sólido hasta el punto de suministro 32. A título de ejemplo, esta velocidad de flujo de suministro es de desde 0.5 hasta 5 t/h. Ventajosamente, se suministra material de desecho sólido en el punto 32 con una velocidad ascendente SW (mostrada por la flecha f) de desde 0 hasta 35 m/s. Alternativamente, es posible el suministro gravimétrico del material de desecho, sin ninguna velocidad ascendente o incluso con caída descendente. Esto se compensa mediante una velocidad de gas ascendente superior en el tubo de secado 40.

Al mismo tiempo, el ventilador 56 aspira gas de escape y aire fresco al interior de las líneas 52 y 54 respectivas, con el fin de soplar gas de secado al interior del punto de suministro 32. Preferentemente se elimina el polvo de un gas de escape de enfriador mediante cualquier medio apropiado, en particular un electrofiltro, un filtro de bolsa con bolsas de alta temperatura o un desprendimiento con un ciclón. De manera adecuada, cuando llega al punto de suministro 32, la temperatura del gas de secado es de desde 125 hasta 300°C, preferentemente desde 150 hasta 220°C, y una velocidad ascendente SG típica es de desde 15 hasta 35 m/s. La velocidad de flujo típica del gas de

escape suministrado al interior del tubo de secado es de desde 2 hasta 15 Nm<sup>3</sup>, preferentemente desde 2 hasta 8 Nm<sup>3</sup>, por kilogramo de material de desecho tratado.

Debido al movimiento ascendente del gas de secado, el material de desecho sólido que entra en el tubo de secado 40 en el punto de suministro 32 se levanta en primer lugar hacia arriba en la sección ascendente 44, y entra en la sección curva 46, lo cual da como resultado un mezclado adicional del material de desecho sólido y el gas de secado. Después de eso, el material de desecho sólido se transporta hasta la salida 50, a través de la sección descendente 48. El sentido de movimiento del material de desecho se muestra mediante las flechas F. Durante su paso a través de las secciones 44, 46 y 48, el material de desecho sólido se seca mediante la acción del gas caliente. El tiempo de estancia del gas es normalmente de desde 1 hasta 5 segundos, entre el punto de suministro 32 y la salida 50.

Las partículas sólidas más pesadas no alcanzan la sección curva 46, sino que caen al interior del tubo de desechos 58, debido a la gravedad. Estas partículas corresponden a material de desecho sólido que no se ha triturado de manera apropiada, o a otras partículas indebidas tales como piedras, vidrio o metales. Caen contra la cara superior de la compuerta 60. En primer lugar, ésta última está abierta, mientras que la compuerta 62 se mantiene cerrada, de modo que las partículas caen contra la cara superior de esta compuerta 62. Después de eso, se cierra la compuerta 60, y se abre la compuerta 62 de modo que las partículas pueden recogerse en el recipiente de desechos 64. El funcionamiento anterior de las compuertas 60 y 62 resulta ventajoso, dado que impide cualquier llegada de aire fresco al interior del tubo de secado 40, lo cual alteraría el procedimiento de secado. Las partículas más pesadas, recopiladas en el recipiente 64, se transportan a los desechos, o a otras ubicaciones apropiadas en la instalación de clínker. Pueden utilizarse otros tipos de extracciones estancas al aire en lugar de esta doble compuerta, por ejemplo, un bloqueo de aire giratorio.

Entonces, una mezcla de material de desecho secado y gas, a una temperatura de desde 65 hasta 100°C, entra en el ciclón 70 que garantiza una separación primaria. El material de desecho secado sale del ciclón 70 y se transporta hasta los medios de recepción 72, mientras que el gas, que todavía puede contener posiblemente una ligera fracción de material de desecho, entra en el filtro de bolsa 80, a una temperatura de 65 a 100°C. El filtro de bolsa 80 garantiza una separación final, y una fracción adicional de material de desecho secado puede transportarse hasta los medios de recepción 72. Entonces, el material de desecho secado procedente de la línea 74 y posiblemente de la línea 84 se suministra al interior del quemador, mediante cualquier medio apropiado, tal como un dispositivo de transporte neumático 81.

Un sensor 82 apropiado mide la temperatura del gas de secado, tras salir del tubo de secado 40. Si este valor medido es superior a un umbral de temperatura predeterminado, por ejemplo, 75°C en la salida del filtro de bolsa 80, una línea de control 94 abre una válvula 96 en la línea de aire fresco 54, con el fin de aumentar la velocidad de flujo de aire fresco. Por tanto, se reduce la proporción de gas de escape caliente en el gas de secado global, de modo que la temperatura del gas de secado disminuye, tanto aguas arriba como aguas abajo del tubo de secado 40. En cambio, si el valor medido es menor que el umbral anterior, se reduce la velocidad de flujo de aire fresco, con el fin de aumentar la temperatura del gas de secado, tanto aguas arriba como aguas abajo del tubo de secado 40. Debe apreciarse que el gas de secado comprende principalmente gas de escape procedente del enfriador, en ambas configuraciones de funcionamiento.

El gas, que está sustancialmente libre de material de desecho, asimismo denominado gas de secado final, sale del filtro de bolsa 80 a través de la línea de escape 90, a una temperatura normalmente de 65 a 100°C. En una primera forma de realización de la invención, este gas de secado final se envía a una chimenea, no mostrada en las figuras. Sin embargo, en particular si el gas de secado final presenta un olor significativamente desagradable, puede resultar ventajoso llevar a cabo un tratamiento adicional de este gas de secado final, tal como se muestra en las figuras 3 y 4.

Estas figuras ilustran una parte de una instalación para la producción de clínker. Esta instalación comprende generalmente un horno 100 rotatorio, provisto de una línea de combustible 102 parcialmente ilustrada. El clínker producido en este horno pasa hasta un enfriador 110 de clínker, que comprende una zona 112 de enfriamiento superior, y varios compartimentos inferiores 114. Cada uno de los compartimentos inferiores comprende una línea de suministro para aire fresco, un ventilador y una cara superior dotada de orificios, que permiten que pase aire al interior de la zona 112 y enfríe el clínker caliente. Según la ubicación de los compartimentos 114, el aire de enfriamiento se transporta o bien al interior del horno 100 o bien a una línea 130 como aire de enfriamiento en exceso. Este aire en exceso pasa normalmente al interior de un electrofiltro y/o un intercambiador de calor y/o al filtro de bolsa 132, y se suministra al interior de una chimenea 134 a través de un ventilador 136.

Según la invención, resulta ventajoso transportar el gas de secado final, a través de la línea de escape 90, al interior del enfriador 110 de clínker. La figura 4 ilustra un compartimento 114' específico con su línea de suministro 116' dotada de su ventilador 118'. Se proporciona una cámara 150 en el extremo aguas arriba de esta línea 116'. Esta cámara 150 recibe tanto una línea de aire fresco 152 como el extremo 90' aguas abajo de la línea de escape 90 descrita anteriormente en la presente memoria. Además, una tapa 154 móvil cierra el orificio aguas abajo, es decir, la salida de la línea de aire fresco 152.

En funcionamiento, el volumen interno de la cámara 150 se mantiene a una presión negativa. El gas de secado final entra en la cámara a través del extremo 90'. La tapa 154 móvil se controla para mantener la presión en la cámara 150 negativa, mientras que el ventilador 118' se hace funcionar según las demandas de flujo de aire frío del horno. Después, una mezcla de aire fresco y gas de secado final entra en el compartimento y la zona de enfriamiento, a través de los orificios 120'.

Existen dos posibilidades principales con respecto a la ubicación del compartimento 114' específico. Haciendo referencia a la figura 3, este compartimento, al que se asigna el número de referencia 114'<sub>1</sub>, puede posicionarse en el lado del enfriador 110 adyacente al horno 100. Por tanto, el gas de secado final se suministra al interior de este compartimento 114'<sub>1</sub>, enfría el clínker en la zona 112 y pasa al interior del horno 100 según el sentido de la flecha f1. Esta forma de realización de la invención, mostrada en líneas discontinuas, resulta ventajosa, ya que destruye completamente olores desagradables, así como emisiones posiblemente peligrosas contenidas en el gas de secado final, reintroduciéndose este último en el horno.

Alternativamente, el compartimento específico, al que se le asigna el número de referencia 114'<sub>2</sub>, puede estar posicionado en el lado del enfriador 110 opuesto al horno 100. Por tanto, el gas de secado final se suministra al interior de este compartimento 114'<sub>2</sub>, enfría el clínker en la zona 112, pasa al interior de la línea 130 según el sentido de la flecha f2 y se transporta hasta la chimenea 134, a través del ventilador 136. Esta forma de realización de la invención resulta ventajosa, ya que el lecho de clínker caliente KK destruye por lo menos parcialmente el olor y las emisiones posiblemente peligrosas, mientras que las operaciones del horno no se ven alteradas. Alternativamente, el ventilador de entrada de dos o más compartimentos puede suministrarse con el gas de secado final.

Según una forma de realización no mostrada, puede haber dos bucles de control adicionales. El volumen de gas puede controlarse con el ventilador 92, preferentemente controlarse su velocidad, opcionalmente controlarse con amortiguador, para ajustar el tiempo de estancia deseado, así como la caída. La presión en la entrada 42 puede controlarse hasta presiones ligeramente negativas mediante el ventilador 56, preferentemente se controla su velocidad, opcionalmente se controla con amortiguador. Opcionalmente, el procedimiento puede llevarse a cabo sin el ventilador 56, dependiendo de la ubicación del tubo de secado 40, principalmente de su distancia hasta la salida del enfriador.

Los siguientes ejemplos no limitativos ilustran formas de realización de la invención.

### **Ejemplo**

Se utilizó el equipo representado en la figura 1. El aparato de trituración comprendía una trituradora primaria (separador magnético, desviador de aire simple) con una caída de aproximadamente el 5%, y una trituradora secundaria. El material de entrada estaba constituido por material de desecho municipal. En la salida del aparato de trituración, la dimensión más grande de las partículas de material de desecho era de aproximadamente 35 mm. El tubo de secado 40 presentaba aproximadamente 37 metros de longitud, con un diámetro de 600 mm. Comprendía una sección ascendente 44 con una altura de aproximadamente 25 metros, una sección curva 46 y una sección descendente 48. Un gas de enfriador de clínker de escape estaba disponible a una temperatura de desde 250 hasta 300°C, a través de la línea 52.

Se llevaron a cabo tres ensayos sucesivos.

#### Ensayo 1

Se suministró material de desecho en el punto de suministro 32, a una velocidad de flujo de 1 t/h, y una velocidad ascendente SW de 30 m/s. La humedad de este material de desecho era de desde el 30 hasta el 36%. Un gas de secado estaba compuesto por el 50% en volumen de gas procedente de un enfriador de escape, y el 50% en volumen de aire fresco a 20°C. Este gas de secado, a una temperatura de 170°C, se suministró al interior de la parte inferior del tubo de secado 40 a una velocidad de flujo de 14.000 Nm/h y una velocidad ascendente SG de aproximadamente 23 m/s. El tiempo de estancia de gas, entre el punto de suministro 32 y la salida 50, fue de aproximadamente 2 segundos. En la salida del tubo de secado 40, se separó el material de desecho sólido secado del aire de secado final.

La humedad del material de desecho secado fue del 10% para este primer ensayo.

#### Ensayo 2

Se suministró material de desecho en el punto de suministro 32, a una velocidad de flujo de 2 t/h y una velocidad ascendente SW de 30 m/s. La humedad de este material de desecho estaba en el intervalo del 30 al 36%. Un gas de secado estaba compuesto por el 60% en volumen de gas procedente de un enfriador de escape, y el 40% en volumen de aire fresco a 20°C. Este gas de secado, a una temperatura de 200°C, se suministró al interior de la

## ES 2 766 764 T3

parte inferior del tubo de secado 40 a una velocidad de flujo de 15.000 Nm/h y una velocidad ascendente SG de aproximadamente 26 m/s. El tiempo de estancia de gas, entre el punto de suministro 32 y la salida 50, fue de aproximadamente 1.9 segundos. En la salida del tubo de secado 40, se separó el material de desecho sólido secado del aire de secado final.

5

La humedad del material de desecho secado fue del 7% para este segundo ensayo.

### Ensayo 3

10

Se suministró material de desecho en el punto de suministro 32, a una velocidad de flujo de 3 t/h, y una velocidad ascendente SW de 30 m/s. La humedad de este material de desecho estaba en el intervalo del 30 al 36%. Un gas de secado estaba compuesto por el 65% en volumen de gas procedente de un enfriador de escape, y el 35% en volumen de aire fresco a 20°C. Este gas de secado, a una temperatura de 210°C, se suministró al interior de la parte inferior del tubo de secado 40 a una velocidad de flujo de 16.000 Nm/h y una velocidad ascendente SG de aproximadamente 28 m/s. El tiempo de estancia de gas, entre el punto de suministro 32 y la salida 50, fue de aproximadamente 1.8 segundos. En la salida del tubo de secado 40, se separó el material de desecho sólido secado del aire de secado final.

15

20

La humedad del material de desecho secado fue del 15% para este tercer ensayo.

Para cada uno de estos ensayos, se recogió material que sólo comprendía piedras y vidrio en el recipiente 64. Sustancialmente todo el material de desecho sólido se recogió en el ciclón 70. No salió ningún material sólido del filtro de bolsa 80.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para secar material de desecho sólido que comprende:
  - 5 - proporcionar un tubo de secado (40) que comprende una sección ascendente (44);
  - suministrar material de desecho sólido que va a secarse en un punto de suministro (32), ubicado en la parte inferior de dicha sección ascendente;
  - 10 - suministrar un gas de secado a dicha sección ascendente a una velocidad superior a 15 m/s, comprendiendo dicho gas de secado un gas de escape de un enfriador de clínker, para crear un flujo ascendente de dicho material de desecho en dicha sección ascendente y proporcionar un gas de secado final y un material de desecho sólido secado; y
  - 15 - separar el gas de secado final del material de desecho sólido secado, aguas abajo del tubo de secado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el tiempo de estancia de gas en el tubo de secado (40) es inferior a 5 segundos.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, en el que la altura (H) de la sección ascendente es de más de 20 metros.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sección transversal del tubo de secado es inferior a 1500 mm.
- 25 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la longitud total del tubo de secado es de más de 25 metros.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que material de desecho se suministra en el punto de suministro a una velocidad ascendente superior a 20 m/s.
- 30 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el gas de secado se suministra al tubo de secado a una temperatura de desde 125 a 300°C.
- 35 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el gas de escape se diluye con aire fresco antes del punto de suministro, y la velocidad de flujo de aire fresco se controla como una función de la temperatura del gas de secado aguas abajo del tubo de secado.
- 40 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tubo de secado comprende además una sección descendente (48), separada de la sección ascendente (44) por una sección curva (46).
10. Procedimiento para la producción de clínker, que comprende las etapas siguientes:
  - 45 - secar el material de desecho sólido mediante un procedimiento de secado según cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
  - suministrar el material de desecho sólido secado como combustible a un quemador de un calcinador y/o a un quemador de un horno, utilizándose otro combustible complementario cuando se necesite,
  - 50 - calcinar harina cruda en dicho calcinador, y
  - sinterizar la harina cruda en dicho horno para obtener dicho clínker.
11. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que el gas de secado final se transporta a un enfriador de clínker (110).
- 55 12. Procedimiento según la reivindicación anterior, en el que el gas de secado final se transporta al ventilador de entrada (118') de por lo menos un compartimento (114') de dicho enfriador de clínker, estando dicho ventilador conectado a una cámara aguas arriba (150) que recibe aire fresco, a través de una línea de aire fresco (152) provista de una tapa móvil (154).
- 60 13. Equipo para secar material de desecho sólido que comprende:
  - 65 - un tubo de secado (40) que comprende por lo menos una sección ascendente (44);
  - unos medios (28) para suministrar material de desecho sólido que va a secarse en un punto (32) de

suministro, ubicado en la parte inferior de dicha sección ascendente;

- unos medios (70, 80) para separar el gas de secado final del material de desecho sólido secado, caracterizado por que
- el equipo comprende además un ventilador (56) para suministrar un gas de secado en dicha sección ascendente a una velocidad superior a 15 m/s, comprendiendo dicho gas de secado un gas de escape de un enfriador de clínker, para crear un flujo ascendente de dicho material de desecho en dicha sección ascendente y proporcionar un gas de secado final y un material de desecho sólido secado.

14. Instalación para la producción de clínker, que comprende un calcinador para calcinar harina cruda, un horno para sinterizar la harina cruda, y un equipo según la reivindicación 13, comprendiendo asimismo dicha instalación unos medios de transporte (81) para transportar dicho material de desecho sólido secado, estando dichos medios de transporte conectados a un quemador de dicho calcinador y/o un quemador de dicho horno.

15. Instalación según la reivindicación anterior, que comprende además un enfriador de clínker (110) que comprende varios compartimentos, estando la entrada de por lo menos uno (114') de dichos compartimentos conectada a una cámara preliminar (150) que recibe una línea de aire fresco (152) provista de una tapa móvil (154), así como una línea adicional (90) para suministrar el gas de secado final.

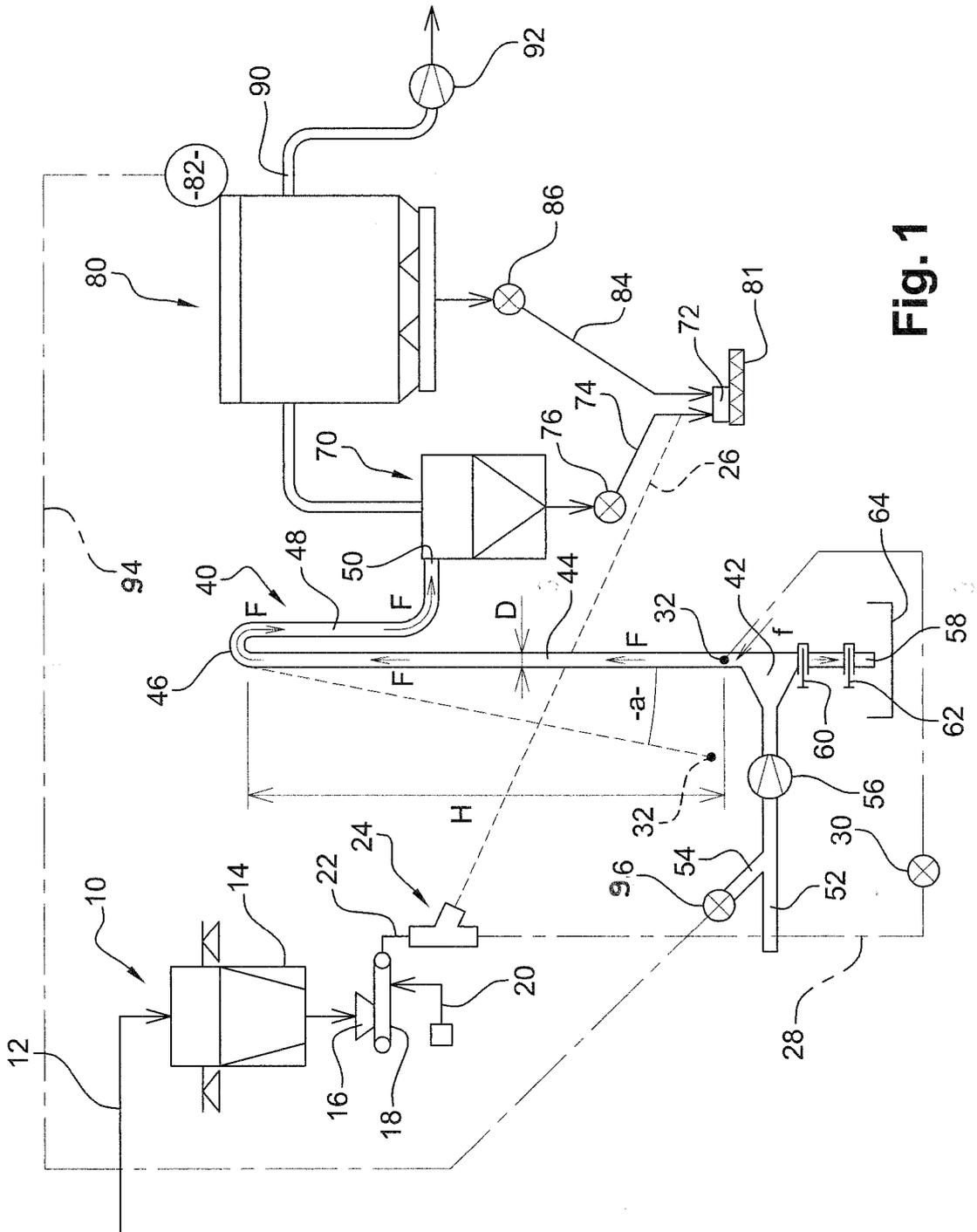
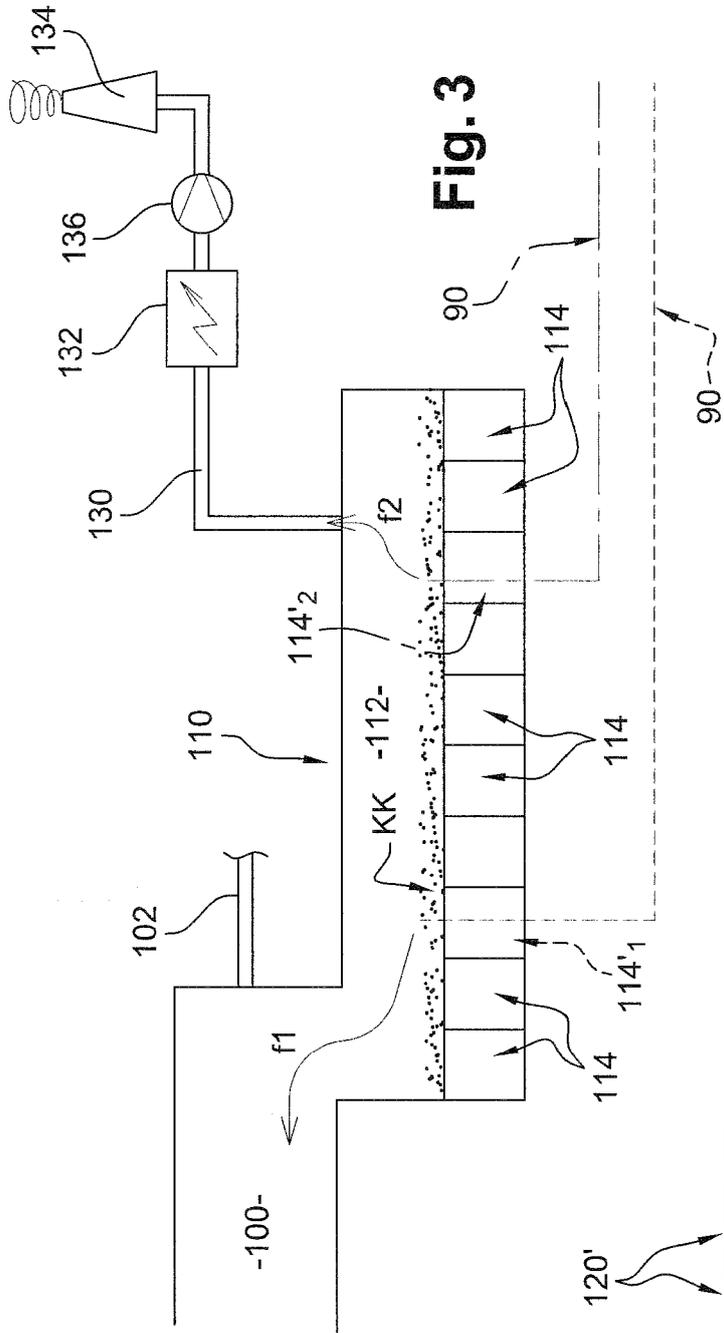
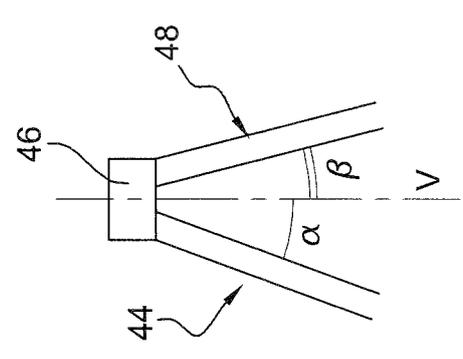


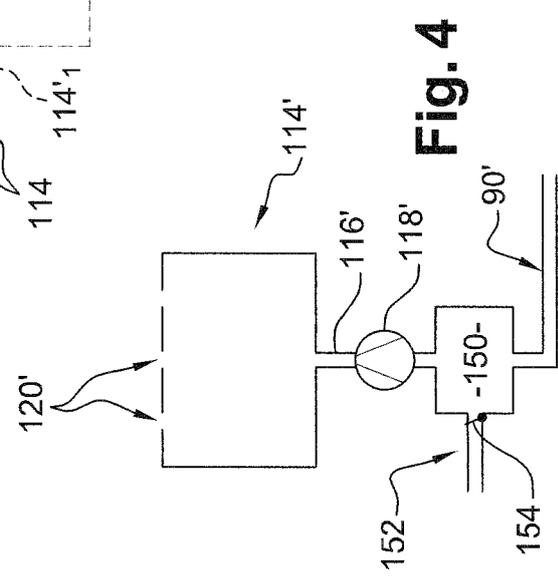
Fig. 1



**Fig. 3**



**Fig. 2**



**Fig. 4**