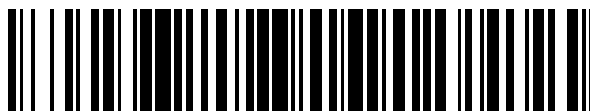


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 171**

51 Int. Cl.:

E04B 1/70 (2006.01)

F26B 3/347 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2011** **E 11151913 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017** **EP 2354349**

54 Título: **Aparato para el secado y descontaminación de mampostería, hormigón, madera y otros sólidos**

30 Prioridad:

25.01.2010 DE 202010001410 U

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

21.03.2018

73 Titular/es:

**HELMHOLTZ-ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG GMBH-UFZ (100.0%)
Permoserstrasse 15
04318 Leipzig, DE**

72 Inventor/es:

**ROLAND, ULF;
HOLZER, FRANK;
KRAUS, MARKUS y
TROMMLER, ULF**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 660 171 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).

Aparato para el secado y descontaminación de mampostería, hormigón, madera y otros sólidos**Descripción**

5 **[0001]** La invención se refiere a un aparato para el secado y/o descontaminación de un cuerpo sólido, preferiblemente de mampostería, hormigón o madera, mediante el aumento de la temperatura de la estructura a la que están unidos el agua y/o el contaminante. El dispositivo tiene al menos un electrodo para introducir energía de alta frecuencia, en cuya zona se encuentra el sólido a tratar al menos parcialmente, estando el electrodo conectado a una fuente de tensión de alta frecuencia. El dispositivo además tiene una estructura con un medio que es
10 adecuado para recibir el agua y/o los contaminantes y también medios de control para controlar e influir en el proceso de secado y/o descontaminación.

[0002] La deshumidificación de mampostería, hormigón o madera es una tarea común no solo para la renovación de edificios antiguos e históricos, sino también en edificios más nuevos como consecuencia de la planificación y errores de ejecución, así como fugas de agua no deseadas o daños por agua. Además de evitar el reingreso del agua mediante medidas estructurales adecuadas o de otro tipo, la deshumidificación de materiales ya empapados es una tarea esencial.

[0003] Por ejemplo, se puede reducir el contenido de agua capilar necesaria en materiales de construcción como requisito previo para la introducción de otros productos químicos, que se utilizan para reparación del material. Un ejemplo de sustancias químicas adecuadas son sustancias que hacen que el material de construcción sea más hidrófobo y, por lo tanto, menos sensible al agua. Los agentes usados preferiblemente contienen acrilatos, resinas, parafinas o siloxanos. Por regla general, tales métodos de inyección solo tienen sentido si el contenido de agua intersticial no ha excedido el valor del 60% del valor máximo o si este valor se alcanzó anteriormente mediante medidas preparatorias, tales como el secado térmico.

[0004] Un parámetro objetivo posible alternativo para el éxito de la rehabilitación es el logro del llamado contenido de humedad de equilibrio, el cual es un valor de equilibrio para el material de construcción respectivo con una humedad del aire exterior y temperatura correspondientes. Sin embargo, el equilibrio de humedad en particular y la humedad final a alcanzar en general están influenciados por una serie de factores materiales, ambientales y específicos de uso. Los valores correspondientes se pueden encontrar en la literatura especializada relevante.

[0005] La descontaminación de objetos sólidos, tales como mampostería, hormigón o madera, es necesaria cuando, debido al uso de materiales contaminados o por influencias externas, como, por ejemplo, accidentes de tanques de aceite o daños por agua, se encuentran presentes contaminantes en cuerpos sólidos, cuyas concentraciones hacen necesaria de una restauración o retirada. Se sabe que un aumento de la temperatura puede acelerar en gran medida la liberación de contaminantes como los hidrocarburos a través de termodesorción. La razón de esto es la influencia ventajosa de numerosos parámetros de los contaminantes tales como la presión de vapor, la solubilidad en agua, la difusividad o la tensión superficial. Los procesos térmicos para la eliminación de contaminantes ya están establecidos en el campo de la descontaminación de suelos.

[0006] Un calentamiento y secado de la madera también puede servir para plagas de la madera como, por ejemplo, pudrición seca, matándolas o privándolas de sus medios de vida. También en esta área, la elección de los parámetros a establecer, como la temperatura final, la duración del calentamiento o la humedad, depende del caso concreto y, en particular, del tipo de plagas de la madera.

[0007] Existe ya una serie de métodos para albañilería de secado que prohíben o restringen el transporte de agua en las áreas pertinentes. El espectro abarca desde procedimientos invasivos, como la introducción de capas de barrera y métodos electrocinéticos, hasta métodos cuyo modo de acción física se desconoce y cuya eficacia en muchos casos debe ser analizada críticamente.

[0008] De acuerdo con la técnica anterior, se puede lograr la deshumidificación de la albañilería, por ejemplo, por el aumento de la temperatura alcanzada por medio de radiación infrarroja. En este caso, se aplica la radiación electromagnética al material a una cierta frecuencia o rango de frecuencia específico, en este caso en el área de radiación infrarroja. Como resultado, la superficie del material se calienta y el agua se evapora en esta área, luego se escapa en forma de vapor de agua en el aire de la habitación y debe removerse de ella. La desventaja de este método es que solo se calienta el área superficial, ya que la radiación infrarroja prácticamente no puede penetrar en el material. La temperatura dentro del material aumenta solo por conducción de calor. Como resultado, el agua de esta área puede liberarse muy lentamente. También son desventajosos los grandes gradientes de temperatura que pueden provocar daños en el material. Los equipos típicos que operan según este principio están diseñados para superficies de paredes de menos de 1 m².

[0009] Para la descontaminación de los componentes, esta técnica puede aplicarse de manera análoga cuando los contaminantes pasen a la fase gaseosa a través del aumento de la temperatura y se transportan a la superficie de modo análogo al agua. De la misma manera, sin embargo, las bajas profundidades de penetración y los gradientes de temperatura grandes correspondientes también son desventajas aquí.

[0010] El uso de calentadores de inmersión para el secado es técnicamente más fácil, y, por el posicionamiento de las barras, se realiza y se controla mejor en el volumen interior del componente, pero el componente se daña mecánicamente por la introducción de las barras de calor. Los grandes gradientes de temperatura en las cercanías de la varilla también pueden provocar daños térmicos en el material. Sin embargo, el volumen entre los elementos de calentamiento puede conseguirse únicamente por conducción de calor, es decir, de manera indirecta. Las barras de calentamiento actualmente utilizadas tienen rendimientos de 100 a 200 W. Se introducen en perforaciones de 15 a 20 mm de diámetro.

[0011] Mientras que el uso de este método se conecta generalmente solo con un cierto daño en general reversible, pero significativo a la mampostería, hormigón o madera y por lo tanto conduce a mayores gastos en el curso de la restauración, frecuentemente se prohíbe por completo el uso de calentadores en la protección de monumentos. Como regla general, deben ser utilizados procedimientos no invasivos.

[0012] Otro método no invasivo para albañilería de secado basada en el uso de microondas con frecuencias en el rango de GHz. Los dispositivos para tratar materiales se describen, por ejemplo, en los documentos EP 1 374 676 A2, DE 94 13 736 U1, EP 0 928 855 A1 y DE 195 44 889 A1. El calentamiento se debe aquí al acoplamiento directo de energía en las moléculas de agua u otras estructuras polares en la mampostería. Sin embargo, aquí también, las profundidades de penetración son relativamente bajas, y el calentamiento también se centra en el área superficial del componente. Esto está asociado con las desventajas descritas anteriormente, es decir, la formación de gradientes de alta temperatura y una deshidratación no homogénea.

[0013] Por tanto, el objeto de la presente invenciones consiste proporcionar un aparato el cual supera las desventajas de la técnica anterior y con el cual se pueden secar térmicamente y eficientemente y/o descontaminar los cuerpos sólidos a partir de materiales como piedra, hormigón o madera. El dispositivo debe permitir un procedimiento no invasivo y evitar la formación de gradientes de temperatura locales. Además, el dispositivo según la invención también debería ser adecuado para controlar plagas de la madera.

[0014] El objeto de la invención se consigue con un dispositivo según la reivindicación principal, y formas de realización ventajosas se describen en las reivindicaciones dependientes.

[0015] Según la invención, se proporciona un dispositivo para secar y/o descontaminar un cuerpo sólido, donde el sólido contiene al menos un líquido y/o un contaminante, teniendo al menos un electrodo, con lo que el sólido está al menos parcialmente dentro del rango de influencia de al menos un electrodo y en donde el al menos un electrodo está conectado a un medio de alimentación para suministrar un voltaje de alta frecuencia y un medio de control, como una estructura que comprende una sustancia que es adecuada para recibir el líquido y/o el contaminante, en el que el al menos un electrodo está configurado para permitir un flujo de material desde el sólido a tratar a la estructura con la sustancia receptora. Al menos un electrodo es permeable para al menos un líquido y/o el contaminante, preferiblemente formado de modo perforado o un electrodo de red en una forma de realización preferible del dispositivo que contiene al menos un sensor de temperatura que está adaptado para determinar la temperatura del sólido, en el que el sensor de temperatura está colocado en el sólido, y está conectado con una unidad de evaluación y/o al menos un medio de control para controlar los medios de alimentación para alimentar el voltaje de alta frecuencia, en donde los medios de control están conectados a los medios de alimentación y la unidad de evaluación para el sensor de temperatura.

[0016] Preferiblemente se coloca la estructura en el segundo lado de al menos un electrodo. Preferiblemente, un sensor de temperatura está dispuesto en el primer lado de al menos un electrodo.

[0017] Preferiblemente, el sólido está en forma de partículas.

[0018] Preferiblemente, el sensor de temperatura es un sensor de temperatura de fibra óptica, un sensor de infrarrojos o una cámara de infrarrojos para determinar la temperatura de la superficie del sólido.

[0019] Se utilizan los términos líquido y contaminantes aquí y en lo sucesivo colectivamente para el agua y otras sustancias que pueden ser tratadas en los sólidos objeto de tratamiento tanto en la forma adsorbida como absorbida, y como una fase líquida. Para la aplicación del dispositivo de acuerdo con la invención, no se establecen límites fundamentales debido a la naturaleza de la interacción de las sustancias con el sólido. El término contaminante también se usa en su forma general si varios contaminantes están presentes al mismo tiempo como sustancias individuales y se liberan por el dispositivo.

[0020] El dispositivo de acuerdo con la invención es, por lo tanto, un dispositivo para calentamiento dieléctrico. Aunque son relevantes para el calentamiento principios básicos similares a la aplicación de microondas, por ejemplo, la polarización de orientación de moléculas dipolo u otras estructuras polares en sólidos, el uso de energía de alta frecuencia ofrece la ventaja de mayores profundidades de penetración para los materiales relevantes. De esta manera, generalmente se pueden establecer perfiles de temperatura prácticamente homogéneos en el molino o en el sólido a tratar, lo que conduce a evitar los problemas existentes en la técnica anterior. Otra ventaja importante del dispositivo de acuerdo con la invención es el potencial de una aplicación no invasiva, que también introduce la

posibilidad de uso en edificios históricos valiosos y, en general, en el campo de la preservación histórica.

[0021] El dispositivo según la invención se puede utilizar cada vez que han de reducirse eficientemente la humedad y/o el contenido de sustancias nocivas en un cuerpo sólido. Los sólidos preferidos que pueden secarse y/o descontaminarse con el dispositivo de acuerdo con la invención son textiles, productos alimenticios, madera, materiales de construcción, y mampostería. Por material de construcción de acuerdo con la invención, se entiende preferiblemente arena, marga, grava, cemento, hormigón, ladrillo, yeso, cartón-yeso o una mezcla de los mismos.

[0022] Es particularmente preferido el uso del aparato de la invención para el secado y/o descontaminación de albañilería, materiales de construcción o madera. El calentamiento dieléctrico del sólido aumenta su temperatura hasta el momento en que el agua y/o los contaminantes se desorben y/o se evaporan y se liberan de la matriz del sólido. Además, el aparato puede usarse para matar plagas de la madera al aumentar la temperatura y/o secarlas o perjudicar permanentemente sus medios de vida y base de desarrollo.

[0023] El aparato de la invención tiene al menos un electrodo, que está conectado a medios para suministrar un voltaje de alta frecuencia. Con respecto al medio de alimentación, se trata preferiblemente de un generador de radiofrecuencia (RF). Entre el al menos un electrodo y el generador de RF, se dispone preferiblemente una red de adaptación electrónica, que hace posible equilibrar la impedancia variable del sólido, por ejemplo debido a la fluctuación de la humedad, con la resistencia interna del generador de RF. Esto da como resultado la posibilidad de un calentamiento muy eficiente de la energía del sólido, ya que la energía de RF emitida se puede convertir casi completamente en calor de proceso. Por lo tanto, la eficiencia energética se incrementa significativamente mediante el uso de la red de adaptación. La regulación continua de la red de adaptación electrónica durante el proceso de secado y/o descontaminación permite mantener estas condiciones favorables incluso cuando cambia el contenido de humedad del material. El aumento de temperatura en el material conduce a la movilización de agua y/o contaminantes y, por lo tanto, al éxito deseado del tratamiento.

[0024] El dispositivo permite diferentes modos de entrada de energía y, en particular, el calentamiento del lecho fijo y la realización de diferentes perfiles de temperatura. En particular, es posible calentar el sólido homogéneamente, aunque los volúmenes técnicamente relevantes se pueden tratar hasta la escala del metro cúbico. El volumen del sólido a secar y/o descontaminar está preferiblemente en el intervalo de 0,001 a 100 metros cúbicos, más preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 10 metros cúbicos.

[0025] Preferiblemente, el generador de RF proporciona un voltaje con una frecuencia entre 500 kHz y 100 MHz, más preferiblemente, con frecuencias entre 1 MHz y 30 MHz. El uso de frecuencias aprobadas para aplicaciones industriales, científicas y médicas es particularmente preferido. Particularmente preferidas son las frecuencias ISM de aproximadamente 6,9 MHz, 13,56 MHz o 27 MHz.

[0026] Al menos un electrodo según la invención tiene un lado que se enfrenta al sólido a calentar y forma una interfaz con el mismo. El término "interfaz" abarca tanto la forma de realización que afecta tanto al cuerpo sólido como a al menos un electrodo, así como la configuración de que la interfaz es una capa de un medio de transmisión, preferiblemente aire. En el caso de la última realización, el grosor de la capa (región de transición) desde un medio de transmisión está limitado por el alcance de al menos un electrodo. Se prefieren espesores de capa pequeños, es decir, distancias entre el electrodo y el sólido en el intervalo de 0,1 a 50 cm.

[0027] Preferiblemente, al menos un electrodo se trata de un electrodo de placa. Los electrodos de placa están dispuestos preferiblemente de modo que la superficie de al menos un electrodo que enfrenta al sólido a tratar está alineada paralela o sustancialmente paralela al sólido a secar y/o descontaminar. Por "sustancialmente paralelo" se entiende de acuerdo con la invención un ángulo de desviación media en el rango de 0 a 20°, preferiblemente un ángulo en el rango de 0 a 5° y particularmente preferiblemente un ángulo en el rango de 0 a 1°. Preferiblemente, el electrodo está alineado de modo que, en la medida de lo posible, las superficies desiguales de la superficie del electrodo y la superficie sólida están dispuestas en paralelo. Preferiblemente, los electrodos están dispuestos en paralelo, estando el cuerpo sólido ubicado entre los electrodos.

[0028] Las dimensiones planas de la al menos un electrodo están preferiblemente en el intervalo de 0,1 a 10 m², y particularmente preferiblemente en el intervalo de 0,5 a 2 m².

[0029] Al menos un electrodo de la al menos un líquido y/o el contaminante permeable. Las realizaciones son particularmente preferidas como un electrodo perforado o como un electrodo de celosía. Mediante una configuración permeable se garantiza que el agua y/o al menos un contaminante escapen del sólido y luego puedan eliminarse de la superficie del sólido.

[0030] En una realización preferida adicional, el dispositivo según la invención tiene dos electrodos. Preferiblemente, uno de los dos electrodos es un electrodo frío y uno de los dos electrodos es un electrodo caliente. En este caso, el electrodo que está conectado a tierra se define como un electrodo frío. En una forma de realización particularmente preferida, el electrodo frío está conectado eléctricamente conductivamente a las carcasas del generador de RF y de la red de adaptación electrónica.

[0031] En una forma de realización particularmente preferida de la invención, se emplean electrodos de placa paralelos. Los electrodos de placas paralelos aseguran un perfil de temperatura con pequeños gradientes para sólidos homogéneos y, por lo tanto, son más adecuados para un calentamiento homogéneo. Preferiblemente, ambos electrodos tienen una interfaz con el cuerpo sólido (material sólido).

[0032] En una realización preferida del dispositivo, los electrodos están dispuestos de tal manera que las superficies de los electrodos de placa forman una superficie límite común con el cuerpo sólido, donde los electrodos están dispuestos uno al lado del otro de forma eléctricamente aislada y la superficie límite común es una superficie plana. En esta disposición, los electrodos están en el mismo lado del sólido. Esta disposición es particularmente adecuada si la expansión total del sólido es mayor que el rango de influencia de uno o más electrodos. Entonces, el dispositivo de acuerdo con la invención se puede mover a lo largo del cuerpo sólido y el secado y/o

[0033] descontaminación se lleva a cabo de forma secuencial. Los sólidos preferidos que se secan con esta disposición de electrodos son estructuras y mampostería.

[0034] Alternativamente, los electrodos están dispuestos preferiblemente de manera paralela, de modo que el cuerpo sólido se encuentra entre los electrodos. Esta disposición es particularmente adecuada para sólidos cuya extensión espacial se encuentra al menos en una dimensión dentro del rango de influencia de los dos electrodos en la presente separación de electrodos. Esta disposición es adecuada, por ejemplo, para madera, con una viga de madera que luego se coloca entre los electrodos. Si la barra es más larga que los electrodos son anchos, el dispositivo se desplaza a lo largo de la barra y el secado y/o descontaminación también se lleva a cabo secuencialmente. La elección de la geometría del electrodo, de la cual son posibles más variantes, está determinada por los requisitos del proceso respectivo (disposición del sólido a tratar en una estructura como la construcción, homogeneidad de temperatura necesaria, requisitos mecánicos para la disposición, velocidades de calentamiento que se deben alcanzar, etc.) y puede optimizarse por una persona experta si es necesario.

[0035] En una forma de realización adicional de la invención, se proporcionan más de dos electrodos, que son alimentados con una tensión alterna de alta frecuencia. Preferiblemente, se proporcionan electrodos calientes y varios fríos.

[0036] En una forma de realización adicional del dispositivo, se conduce el sólido a tratar a través del rango efectivo de al menos un electrodo. Como ayudas mecánicas, preferiblemente se pueden usar dispositivos transportadores tales como correas. En su caso, y antes del tratamiento, el sólido, por ejemplo un material de construcción o sustancia mineral natural, se fija en una forma que permita el tipo de suministro descrito a través de la esfera de influencia de al menos un electrodo.

[0037] El aparato de la invención tiene, en estrecha proximidad con al menos un electrodo para la calefacción dieléctrica, una estructura con una sustancia que absorbe el agua liberada y/o al menos un contaminante liberado. Esta sustancia se denomina generalmente material de adsorción y puede estar en forma sólida, líquida o gaseosa. El posicionamiento de un material adsorbente adecuado en las proximidades de al menos un electrodo permite una descarga efectiva de las sustancias problemáticas por su rápida absorción en el material adsorbente y el inicio de gradientes de concentración ventajosos.

[0038] En una configuración del dispositivo, la transferencia de masa entre el sólido a tratar y el material adsorbente puede estar mediada por un flujo de gas activo, que permite un transporte convectivo mejorado del agua liberada y/o de al menos un contaminante liberado.

[0039] El material a eliminar del sólido es preferiblemente una sustancia que está presente en la fase pura a temperatura ambiente como un líquido. Los líquidos que se eliminan de acuerdo con la invención son preferiblemente agua y contaminantes con diferentes propiedades químicas, físicas y toxicológicas. Los contaminantes que pueden eliminarse preferiblemente del sólido con el dispositivo de acuerdo con la invención son preferiblemente hidrocarburos o hidrocarburos halogenados, particularmente preferiblemente hidrocarburos de aceite mineral, solventes orgánicos, constituyentes de materiales de revestimiento, retardantes de llama, conservantes de madera y otras sustancias que se utilizan para proteger los materiales de construcción contra las plagas.

[0040] En una realización preferida, en la estructura que tiene la sustancia adsorbente, se trata de un cuerpo hueco con la forma exterior de un cilindro o cuboide. Sin embargo, la invención no está ligada fundamentalmente a una forma específica de la estructura, y cualquier otra geometría es posible sin la funcionalidad de las disposiciones restringidas. Ventajosamente, el recipiente es permeable a los líquidos o contaminantes a adsorber. Alternativamente, el contenedor tiene aberturas a través de las cuales pueden entrar el agua y/o los contaminantes. De manera particularmente preferible, el recipiente es un recipiente de celosía, es decir, una jaula, en el que los orificios se seleccionan en la celosía de modo que el material adsorbente permanezca en el recipiente.

[0041] En una forma de realización preferida de la invención, la sustancia contenida en el recipiente es un material adsorbente, preferiblemente un material poroso, como, por ejemplo, un γ -alumina, gel de sílice, carbón activado, una

zeolita o una mezcla de estos materiales. Particularmente preferido en el caso de secado de un sólido es una zeolita hidrófila, en particular una zeolita A, X o Y. Para los contaminantes orgánicos no polares o ligeramente polares, las zeolitas hidrofóbicas o el carbón activado se utilizarán como materiales adsorbentes. Particularmente preferida es una zeolita Y desaluminada que tiene una alta relación Si/Al. Al buscar medios adsorbentes adecuados, se puede recurrir al estado de la técnica.

[0042] Los adsorbentes usados preferiblemente tienen una alta porosidad con una gran superficie específica de preferiblemente más de 100 m²/g, más preferiblemente más de 250 m²/g más preferiblemente más de 500 m²/g. En muchos casos, estos materiales se mezclan con un medio de unión antes de comprimirse para lograr una mejor estabilidad mecánica. En lo siguiente, estos materiales de mezcla, sin embargo, se describen de modo tan simplificado como los componentes de adsorción activa.

[0043] En el contexto de un dispositivo de la invención configurado modularmente, se puede aplicar un componente para la eliminación de los contaminantes liberados a partir de las sustancias sólidas. El suministro de los contaminantes en el componente correspondiente se pueden obtener preferiblemente de nuevo mediante una corriente de gas. En una forma de realización ventajosa del dispositivo, el uso de un componente de catalizador adicional en el material adsorbente es ventajoso. Como catalizadores, se utilizan, por ejemplo, metales, preferiblemente platino, paladio u otros metales de transición o metales nobles, o perovskita. Los metales nobles catalíticamente activos se aplican preferiblemente sobre materiales de soporte porosos. Estos materiales porosos tienen típicamente porosidades entre 0,2 y 0,7.

[0044] La sustancia que se utiliza como adsorbente y/o como catalizador, es en particular un granulado u otro material a granel, en el que el diámetro de grano se encuentra preferiblemente en el área de milímetro. Particularmente adecuados de acuerdo con la invención son tamaños de partículas en el rango de 0,1 a 10 mm, preferiblemente de 1 a 5 mm, más preferiblemente de 1 a 3 mm.

[0045] Preferiblemente, se dispone el material a granel en un recipiente, con especial preferencia en un recipiente de jaula.

[0046] Preferiblemente, el conjunto contiene al menos un sensor de temperatura que es adecuado para determinar la temperatura durante el calentamiento dieléctrico del cuerpo sólido. Preferiblemente, se trata de un sensor de temperatura de fibra óptica, que puede ser utilizado bajo las presentes condiciones de un campo electromagnético y por lo tanto permite una medición continua durante el funcionamiento del aparato. El sensor de temperatura está preferiblemente dispuesto directamente en el volumen del cuerpo sólido. Particularmente preferido es el uso de una pluralidad de sensores de temperatura, que facilitan la detección de un perfil de temperatura tridimensional representativo en un cuerpo sólido.

[0047] En una realización preferida adicional, el aparato comprende además sensores, que permiten el análisis de agua y/o contaminantes. Los otros sensores preferiblemente también están conectados a una evaluación. En esta realización es ventajosamente posible registrar el agua y/o la descarga de contaminantes del cuerpo sólido y ajustar el calentamiento dieléctrico a estos datos. En particular, se puede determinar fácilmente cuando se puede detener el calentamiento dieléctrico.

[0048] El aparato de la invención incluye además en una variante preferida, los medios de control para controlar el generador de RF, en el que el medio de control está enlazado con el generador de RF y preferiblemente con el sensor de temperatura. Esto asegura que el calentamiento dieléctrico se adapta a la temperatura en estado sólido y, por ejemplo, se puede evitar el sobrecalentamiento local. Preferiblemente, el medio de control es una computadora personal (PC) o una unidad de control electrónica similar con sistema de control de proceso.

[0049] En una realización adicional de la invención, el aparato comprende un medio para determinar la formación de la sustancia sustancia de adsorción en relación con el líquido y/o contaminante. Esto garantiza ventajosamente que siempre haya suficiente material de adsorción disponible para recibir el agua y/o el contaminante y que el agua y/o el contaminante se eliminen del aire ambiente. El medio de determinación tiene preferiblemente un sensor y un sistema de alarma, que indica el estado de carga cuando se exceda de un valor límite predeterminado y se recomienda un intercambio del material adsorbente.

[0050] Ventajosamente, el aparato de acuerdo con la invención contiene también medios para utilizar el calor de adsorción y/o de reacción de las sustancias liberadas para su interacción con el material adsorbente así como la temperatura elevada del flujo de gas calentado dirigido en dirección contraria del cuerpo sólido para el calentamiento del cuerpo sólido. Pueden ser, por ejemplo, intercambiadores de calor de diferentes tipos.

[0051] Se debe entender que esta invención no se limita a los dispositivos, composiciones y condiciones específicas como se describen en el presente documento, ya que estos pueden variar. Se entiende además que la terminología utilizada en este documento tiene el propósito de describir realizaciones particulares solamente y no pretende limitar el alcance de la invención. Como se emplea aquí en la memoria descriptiva que incluye las reivindicaciones adjuntas, las formas de palabras en singular, como, por ejemplo, "un", "una", "de una", "el", o "la" implican la

correspondencia en plural, a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

[0052] En lo siguiente, la invención debería ser descrita en más detalle sobre la base de las figuras y formas de realización. Se muestra:

Fig. 1 un dispositivo según la invención en el que está dispuesto un cuerpo sólido 12 entre dos electrodos 14, 16;

Fig. 2 un dispositivo según la invención en el que dos electrodos 14, 16 están dispuestos en paralelo en un lado de un cuerpo sólido 12;

Fig. 3 perfiles de temperatura en un cuerpo sólido 12 en un plano medio a diferentes temperaturas de acuerdo con el Ejemplo 1;

Fig. 4 la disminución del contenido de agua normalizado con el tiempo y con el aumento de temperatura en un cuerpo sólido 12 de acuerdo con el Ejemplo 1;

Fig. 5 perfiles de temperatura en un cuerpo sólido 12 en un plano central a diferentes temperaturas de acuerdo con el Ejemplo 2;

Fig. 6 la disminución del contenido de agua normalizada a lo largo del tiempo y con el aumento de temperatura en un cuerpo sólido 12 de acuerdo con el Ejemplo 2;

Fig. 7 isotermas de adsorción de agua a tres sustancias diferentes 22; y

Fig. 8 un dispositivo de acuerdo con la invención con un dispositivo de transporte para los cuerpos sólidos 12 entre los electrodos 14, 16.

[0053] La Fig. 1 muestra un dispositivo según la invención en la que un cuerpo sólido 12 está dispuesto entre dos electrodos de placa 14, 16. Por lo tanto, el cuerpo sólido 12 está al menos parcialmente en la zona de influencia de los electrodos 14, 16. Los dos electrodos 14, 16 tienen cada uno un primer lado 15 y un segundo lado 17, en el que el primer lado 15 al cuerpo fijo 12 forma una interfaz 20. En el segundo lado 17 de al menos un electrodo 16 está dispuesto un recipiente 34, que se llena con una sustancia adsorbente 22. Preferiblemente, está perforado al menos el electrodo 16, diseñado como un electrodo de celosía o de otro modo permeable a gas.

[0054] La sustancia adsorbente 22 está adaptada para absorber un líquido 10 y/o un contaminante 11, que se libera desde el cuerpo sólido 12 por el calentamiento dieléctrico del cuerpo sólido 12, que, a su vez, realiza por medio de los electrodos 14, 16. El adsorbente 22 aparece aquí en forma de partículas que tienen un tamaño de partícula de aproximadamente 3 mm como cantidad en el recipiente 34. El recipiente 34 se proporciona como un recipiente en forma de jaula 34 (también denominado una estructura) configurado de forma que el líquido 10 y/o el contaminante 11 puede fluir fácilmente dentro del recipiente 34 y luego se adsorbe por el adsorbente 22. Dentro del recipiente 34, se dispone un medio 36 para la determinación del estado de carga del adsorbente 22 con el líquido 10 y/o el contaminante 11. Después de que supera un valor límite predeterminado, se transmite una señal desde el medio de determinación 36, lo que indica que el adsorbente 22 debe ser reemplazado. Por lo tanto, se proporciona siempre una cantidad suficiente de adsorbente 22 no cargada o no completamente cargada.

[0055] En el cuerpo fijo 12 se disponen sensores de temperatura 24 de fibra óptica, que están conectados a una unidad de evaluación 26. Los sensores de temperatura 24 monitorean la temperatura del cuerpo sólido 12 durante el calentamiento dieléctrico, de modo que se observa el progreso del proceso y, por ejemplo, se evita el sobrecalentamiento local. Ventajosamente, se proporcionan sensores adicionales 28 que registran la humedad o el estado de contaminación del cuerpo fijo 12 o también la temperatura de puntos de medición adicionales. Los otros sensores 28 también están conectados a la unidad de evaluación 26 o, opcionalmente, a una unidad de evaluación asociada.

[0056] Los electrodos 14, 16 están conectados en una red de adaptación electrónica 32 con un medio 18 para el suministro de tensión de entrada de alta frecuencia. Con respecto a los medios de alimentación 18 se tratan preferiblemente de un generador RF. Mediante el uso de una red de adecuación electrónica 32, se adecuan entre sí la resistencia interna del generador de RF 18 y la variable de impedancia del cuerpo sólido 12 debido a la temperatura cambiante y contenidos de humedad fluctuante y/o el contenido de contaminante. El control del dispositivo se lleva a cabo por medio de un medio de control 30. El medio de control 30 es preferiblemente un ordenador personal (PC) con un sistema de control de proceso, el cual está unido al generador RF 18 y la unidad de evaluación 26.

[0057] La Fig. 2 muestra una disposición alternativa del dispositivo de la invención. Los números de referencia se aplican en consecuencia. De este modo, los electrodos de placa 14, 16 se disponen entre sí en un plano. Al menos uno de los electrodos 14, 16 está perforado, diseñado como un electrodo de celosía o de otro modo permeable a gas. El primer lado 15 de los electrodos de placa 14, 16 se orienta en la dirección del cuerpo sólido 12 y forma la

superficie limitrofe 20 (no mostrada). En el segundo lado 17 de los electrodos 14, 16 se dispone el recipiente 34 en forma de jaula con el adsorbente 22a. El medio de adsorción 22 está adaptado para adsorber el líquido 10 y/o el contaminante 11. La temperatura del cuerpo sólido 12 está controlado por los sensores de temperatura 24 y los datos se transmiten por la unidad de evaluación 26 a la computadora con los sistemas de control de procesos 30. Preferiblemente, se prevén otros sensores 28, los cuales supervisan las temperaturas o contenidos de humedades 10 y/o contaminantes 11 y datos se envían por la unidad de evaluación 26 igualmente a la computadora 30 con los sistemas de control de procesos. La computadora controla el generador de RF 18 y por tanto el calentamiento dieléctrico, por lo que se puede realizar una transferencia óptima de energía desde el generador de RF 18 por una red de adecuación electrónica 32 al cuerpo sólido 12 con el cambio de la humedad.

[0058] La forma y disposición del electrodo se pueden alterar para diversas aplicaciones del dispositivo de la invención de manera que componentes y estructuras de madera pueden climatizarse efectivamente. El dispositivo se aplica preferiblemente de manera que una entrada de energía homogénea posible se puede realizar en el cuerpo sólido 12, y por lo tanto se forma un perfil de temperatura con gradientes bajos. Principalmente, no se diferencian sustancialmente las disposiciones para las aplicaciones, secado, decontaminación y control de plagas.

Ejemplo 1

[0059] El dispositivo de la invención se ensayó en un bloque sólido 12 (50 cm x 50 cm x 20 cm) hecho de piedra arenisca con un contenido de humedad inicial de aproximadamente 4,5 en peso.-%. El bloque de piedra 12 está previsto en ambos lados con electrodos de placa masivos 14, 16 hechos de lámina de cobre. Estos tenían en un lado agujeros (diámetro de aproximadamente 5 mm) para la aplicación de los sensores de temperatura de fibra óptica 24, con la que el perfil de temperatura podría ser monitoreado continuamente en el bloque de piedra 12 para el calentamiento dieléctrico de un generador de RF 18 con una potencia máxima de 5 kW y una frecuencia de trabajo constante de 13,56 MHz. La potencia de RF introducida continuamente durante la fase de calentamiento fue de 1,3 kW. Después de alcanzarse una temperatura media de 105°C, ésta se mantuvo constante mediante la introducción sólo temporal de la alimentación. Como sustancia adsorbente 22 en el contenedor 34, se utilizó un lecho de zeolita 13X con un tamaño medio de grano de 3 mm.

[0060] Los perfiles de temperatura en un plano central en el bloque de piedra se muestran en la Fig. 3 para las diferentes fases del ensayo. Los gradientes de temperatura producidos a altas temperaturas hasta el borde de la piedra 12 se deben principalmente a la falta de aislamiento térmico. Durante el calentamiento se determinó continuamente el peso de la piedra 12, que se colocó en una escala. La Fig. 4 muestra la disminución del contenido de agua normalizada, medida como la pérdida de peso debido al secado, en correlación con la temperatura media de la piedra 12 durante el secado. En el curso del experimento se alcanzó una sequedad de aproximadamente 94%. Cabe señalar que el contenido final de humedad no alcanza el contenido de humedad de equilibrio bajo ciertas circunstancias, que es deseable en una aplicación práctica. Para evitar daños en el material, se puede buscar una descarga de agua inferior, y sería más probable interrumpir el secado. Se espera que con una temperatura de 100°C en la piedra de estado sólido 12 se registre un marcado aumento en la tasa de aportación de agua en aproximadamente el factor 4. El grado de eficiencia energética, es decir la eficiencia de la transformación ambiental de energía RF en calor en la piedra arenisca 12, se encontraba en 91% en este experimento. Por un aislamiento térmico mejorado, este valor podría aumentarse más.

Ejemplo 2

[0061] En el Ejemplo 2, se secó un sólido cuerpo 12 del mismo material que en el Ejemplo 1 con la ayuda de la red de electrodos 14, 16 con el dispositivo de la invención. Los electrodos de cuadrícula 14, 16 han sido diseñados como celosía de acero inoxidable con un tamaño de celosía de aproximadamente 6 mm. Esta aplicación de los electrodos 14, 16 permite una mayor flexibilidad en el uso práctico y puede adaptarse más fácilmente la forma exterior del cuerpo sólido 12. El calentamiento de RF y el registro de datos se llevaron a cabo de una manera análoga a la del Ejemplo 1. La potencia introducida fue de 1,6 kW. La Fig. 5 muestra los perfiles de temperatura en diferentes momentos del ensayo en un nivel intermedio del cuerpo sólido 12. La Fig. 6 ilustra el desarrollo del secado del bloque de piedra 12 con el desarrollo de la temperatura media durante el ensayo. El grado de secado alcanzado fue de ca. 91% y la eficiencia energética, es decir, la eficacia fue del 89%. Ambos valores para estos electrodos forman el mismo intervalo que para los electrodos de cobre masivos, lo que subraya la flexibilidad en el diseño de electrodos.

[0062] En la Fig. 7 se ilustra el potencial de utilización de varios adsorbentes 22 para la unión del agua 10 retirada de la mampostería u otro cuerpo sólido 12 (como se muestra en los Ejemplos 1 y 2). Aquí, se indica la adsorción de equilibrio de agua en tres superficies diferentes de tipo zeolita 3A, 5A o 13X para diversas presiones parciales de agua. La adsorción de agua se indica en mililitros de agua por gramo de absorbente. Tales curvas se describen como isotermas de adsorción y según la literatura técnica se pueden emplear para la capacidad de unión de los contaminantes orgánicos 11 sobre zeolitas u otro adsorbente potencial 22 tal como carbono activo o geles sílice. Dependiendo de la aplicación del dispositivo de la invención, la persona experta puede seleccionar entonces la correspondiente sustancia de adsorción 22.

[0063] En la Fig. 8 se muestra una variante de dispositivo según la invención en la que el material a tratar 12 se mueve por medio de un transportador 40 entre los electrodos 14, 16 de tal manera que el material 12 esté localizado al menos temporalmente en la zona de influencia de al menos un electrodo 14, 16. Preferiblemente se utiliza el material antes del tratamiento por medio de un dispositivo adecuado 50, especialmente preferentemente en forma de embudo, al transportador 40. Preferiblemente, tiene lugar la recogida del material 12 después del tratamiento con un dispositivo de entrada 52 correspondiente. En una realización preferida, la temperatura de la superficie superior del material 14 se mide preferiblemente de modo continuado por medio de un transmisor 46. Preferiblemente, el material 14 fluye durante el movimiento por medio del dispositivo transportador 40 por una corriente de gas 42, de modo que las sustancias liberadas 10, 12 sean recibidas. El sensor está preferentemente conectado a una unidad de evaluación 26. El suministro de energía RF se realiza como en las otras variantes por una fuente de tensión de RF 18, que está conectada preferiblemente por una red de adaptación electrónica 32 a los electrodos 14, 16. El transportador 40 está perforado preferiblemente parcialmente para el flujo pasante. En una variante particularmente preferida, un cuerpo sólido 22 fluye por la corriente de gas 42 tras la recepción de los componentes 10, 12, que se encuentra en un recipiente adecuado 34 al menos parcialmente abierto. Preferiblemente, el material para la recepción de las sustancias liberadas 22 también tiene un componente 44, que, bajo condiciones marco adecuadas (por ejemplo, temperatura) es capaz de hacer sustancias nocivas 11 inofensivas.

Lista de referencias

[0064]

- 10 Agua (líquido)
- 11 Contaminantes
- 12 Cuerpo sólido
- 14, 16 Electrodo
- 15 Primer lado
- 17 Segundo lado
- 18 Medio para la alimentación de energía de RF
- 20 Interfaz/zona de transición
- 22 Sustancia para la recepción de líquidos/contaminantes liberados
- 24 Sensor de temperatura
- 26 Unidad de evaluación
- 28 Sensores de líquido/contaminante o temperatura
- 30 Medios de control
- 32 Red de adecuación electrónica
- 34 Recipiente/estructura
- 36 Medio para determinar la carga de adsorción
- 40 Transportador
- 42 Corriente de gas
- 44 Medio para limpieza reactiva de gas
- 46 Sensor de infrarrojos/cámara de infrarrojos
- 50 Medio para descarga del material a tratar
- 52 Medio para recogida del material a tratar

Reivindicaciones

1. Dispositivo para secar y/o descontaminar un sólido (12), que contiene al menos un fluido (10) y/o una sustancia peligrosa (11), comprendiendo

- al menos un electrodo (14, 16) que comprende un primer lado (15) y un segundo lado (17), en el que el primer lado (15) está expuesto y forma una parte exterior del dispositivo, y al menos un electrodo (14, 16) está conectado a un medio de suministro (18) para suministrar una tensión de alta frecuencia,
- una estructura (34) que comprende una sustancia (22), que es adecuada para contener un fluido (10) y/o una sustancia peligrosa (11), en la que la estructura (34) está dispuesta y diseñada de tal manera que se permite el flujo de sustancia desde la sustancia sólida (12) a tratar a la estructura (34),
- al menos un medio de control (30) para controlar los medios de suministro (18) para suministrar la tensión de alta frecuencia, en el que los medios de control (30) están conectados a los medios de suministro (18),

caracterizado en que

el al menos un electrodo (14, 16) para al menos un fluido (10) y/o la sustancia peligrosa (11) está diseñado para ser permeable, preferiblemente perforado, o es un electrodo de celosía.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque**, además, se proporciona al menos un sensor de temperatura (24), que es adecuado para determinar la temperatura del sólido (12), en el que el sensor de temperatura (24) está conectado a una unidad de evaluación (26).

3. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el sólido (12) es un textil, un producto alimenticio, un material de construcción, madera, arena, marga, grava, cemento, hormigón, ladrillo, yeso, una mezcla de los materiales anteriores, mampostería u otro material al menos parcialmente mineral.

4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se proporciona entre los electrodos (14, 16) una instalación de transporte (40) para guiarse a través del sólido (12), que es preferiblemente presente en forma particular.

5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporcionan medios para generar un flujo de gas adicional (42) y para eliminar las sustancias (10, 11) liberadas del sólido (12) y/o que las sustancias peligrosas (11) liberadas del sólido (12) se añaden a los medios para la purificación de gases reactivos (44).

6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el fluido (10) es un disolvente orgánico o inorgánico, preferentemente un disolvente polar orgánico o inorgánico, de forma especialmente preferente el agua y/o sustancia peligrosa (11) es un hidrocarburo o un hidrocarburo halogenado, preferiblemente un hidrocarburo de aceite mineral, un solvente orgánico, un elemento de pintura, inhibidor de llama, agente de protección de madera y otras sustancias que sirven para proteger los materiales de construcción contra plagas, o una mezcla de al menos dos de estos componentes.

7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la sustancia (22) es un material adsorbente, preferiblemente un material poroso, en particular un óxido de γ -aluminio, gel de sílice, carbón activado, una zeolita o una mezcla de éstos, particularmente preferiblemente una zeolita hidrófila, en particular una zeolita NaY, NaX, KA, NaA o CaA o una zeolita hidrofóbica, preferiblemente una zeolita Y des-aluminizada con una alta relación Si/Al.

8. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un electrodo (14, 16) comprende una expansión espacial en el intervalo de 0,1 a 10 m², de forma particularmente preferida de 0,5 a 2 m².

9. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos un electrodo (14, 16) es un electrodo de placa.

10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo comprende dos electrodos (14, 16), donde preferiblemente, uno de los dos electrodos (14, 16) es un electrodo frío (14) conectado a tierra y uno de los dos electrodos (14, 16) son un electrodo caliente (16).

11. Dispositivo según la reivindicación 10, **caracterizado porque** los electrodos (14, 16) están dispuestos adyacentes entre sí, donde los primeros lados (15) de los electrodos (14, 16) se encuentran en un plano y los electrodos (14, 16) están dispuestos en el mismo lado del sólido (12).

12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** una red de adaptación electrónica (32) está dispuesta entre los medios de suministro (18) para suministrar una tensión de alta frecuencia y

al menos un electrodo (14, 16).

13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el dispositivo comprende medios de determinación (36) para determinar la carga de la sustancia (22) en relación con el fluido (10) y/o la sustancia peligrosa (11) y/o un cambiador de calor para usar la energía del flujo de gas eliminado (42) y/o el calor de adsorción y/o reacción durante la interacción con la sustancia adsorbente (22) o se proporciona un catalizador para calentar el sólido (12).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

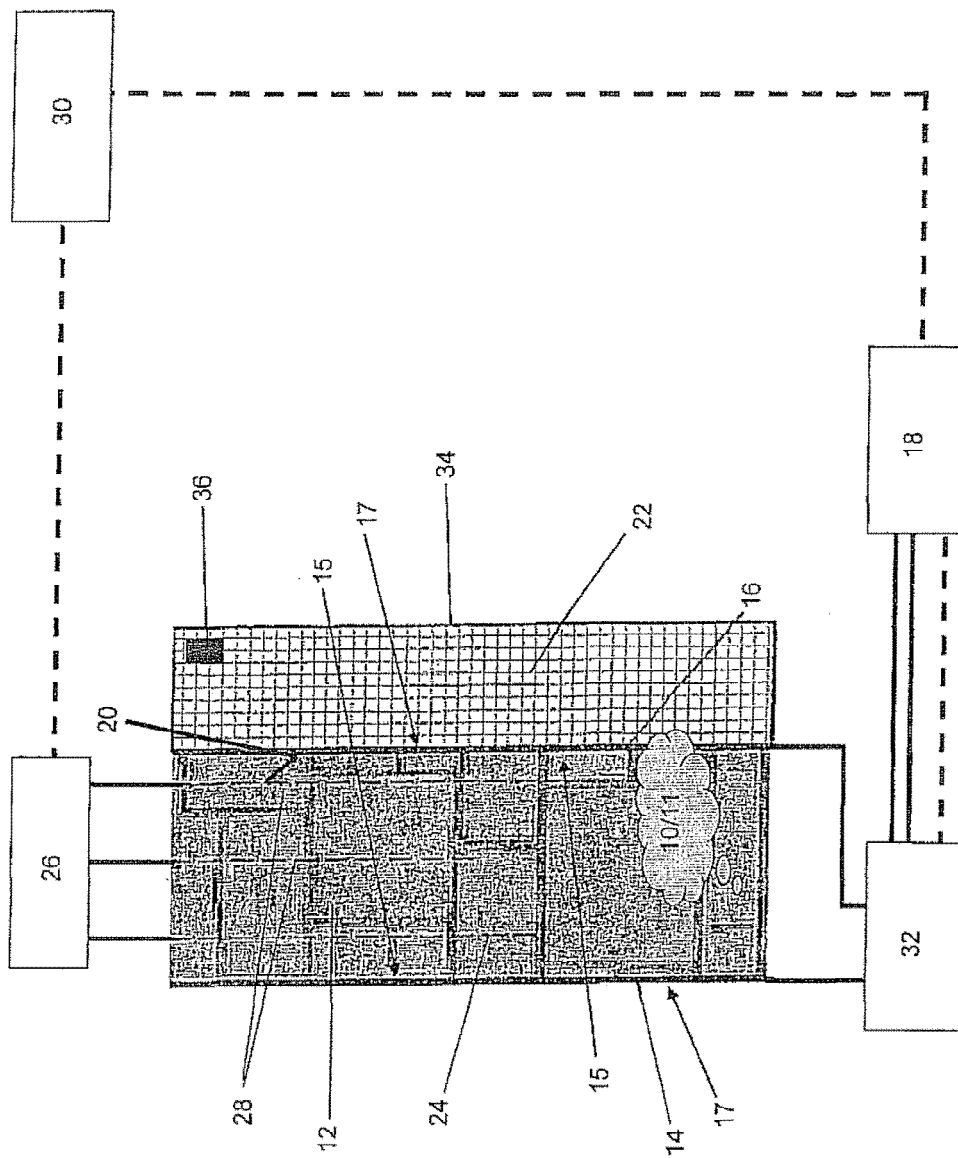


Fig. 1

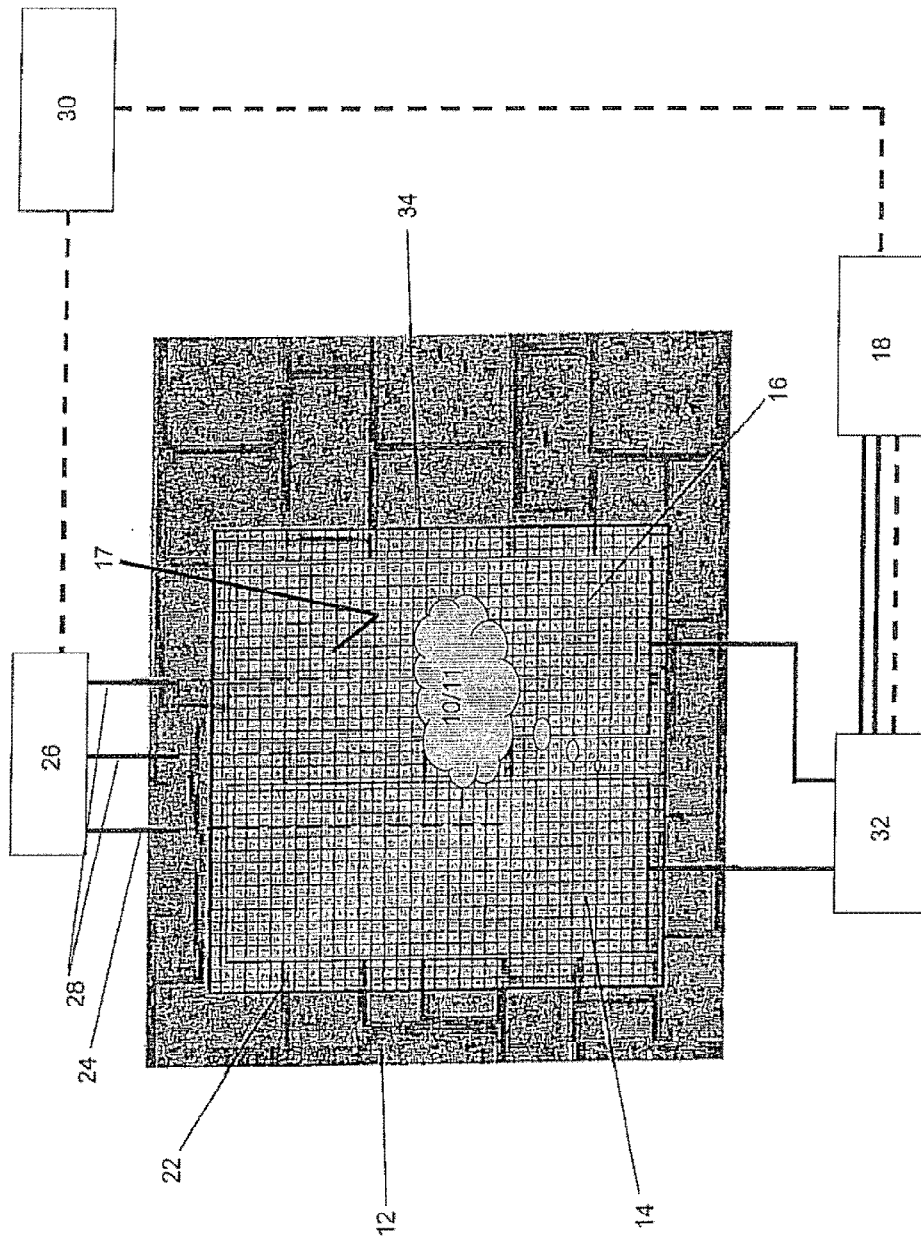


Fig. 2

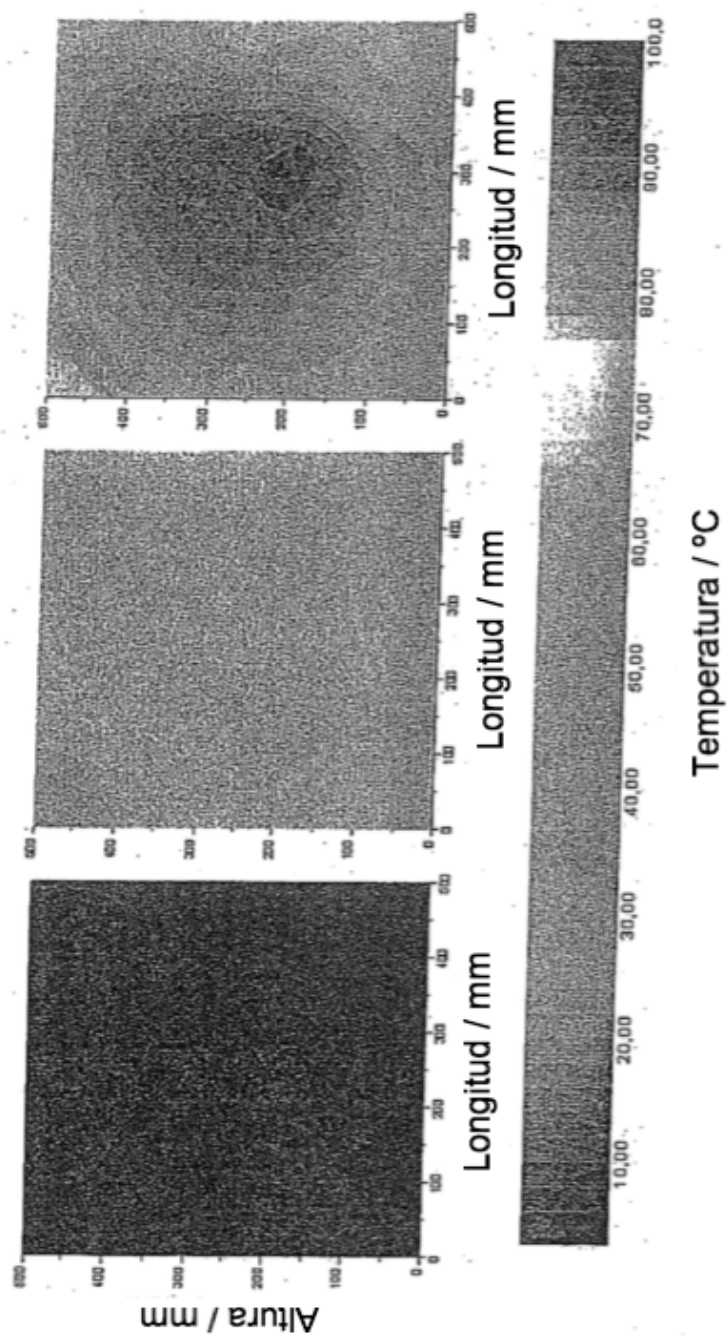


Fig. 3

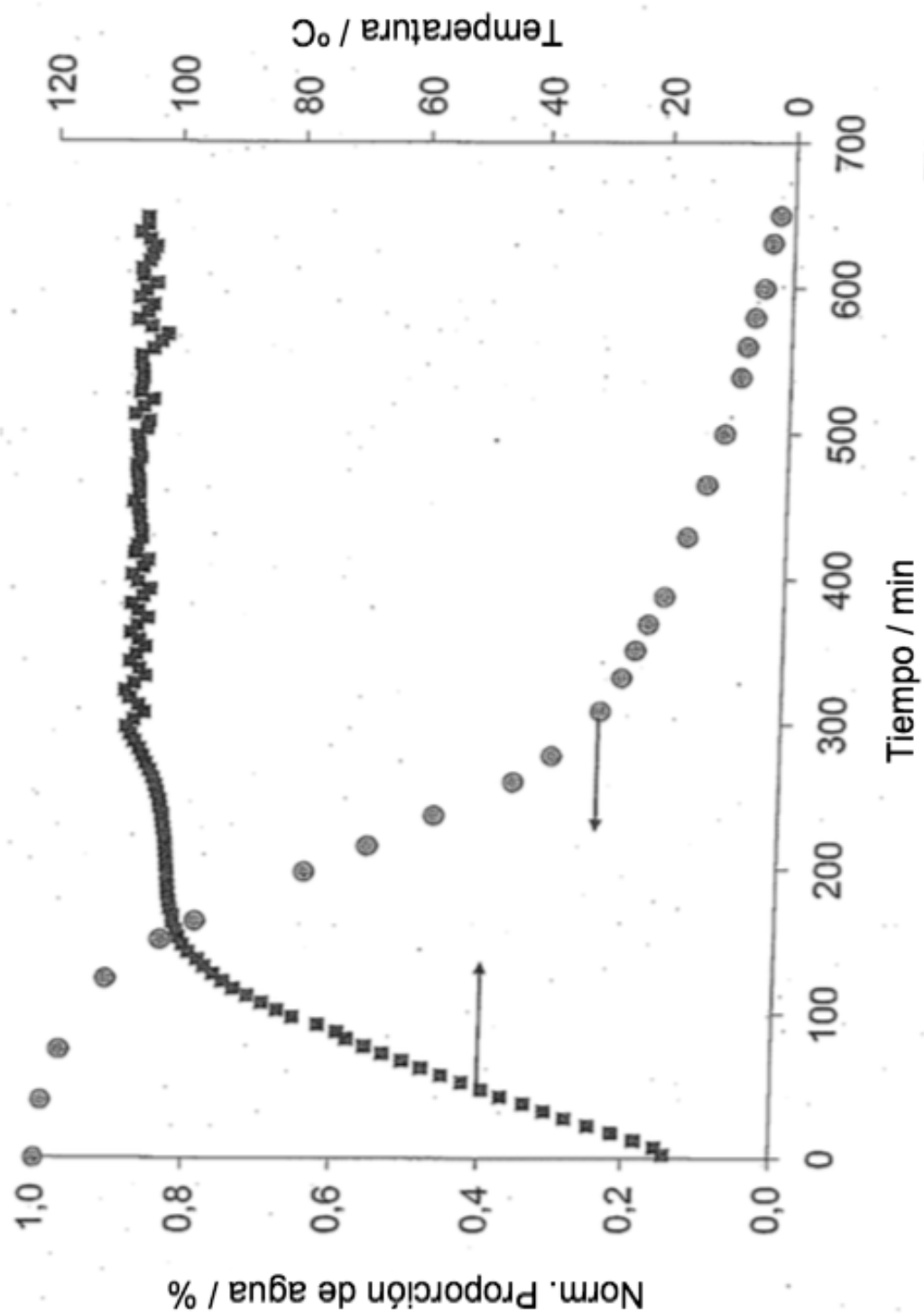


Fig. 4

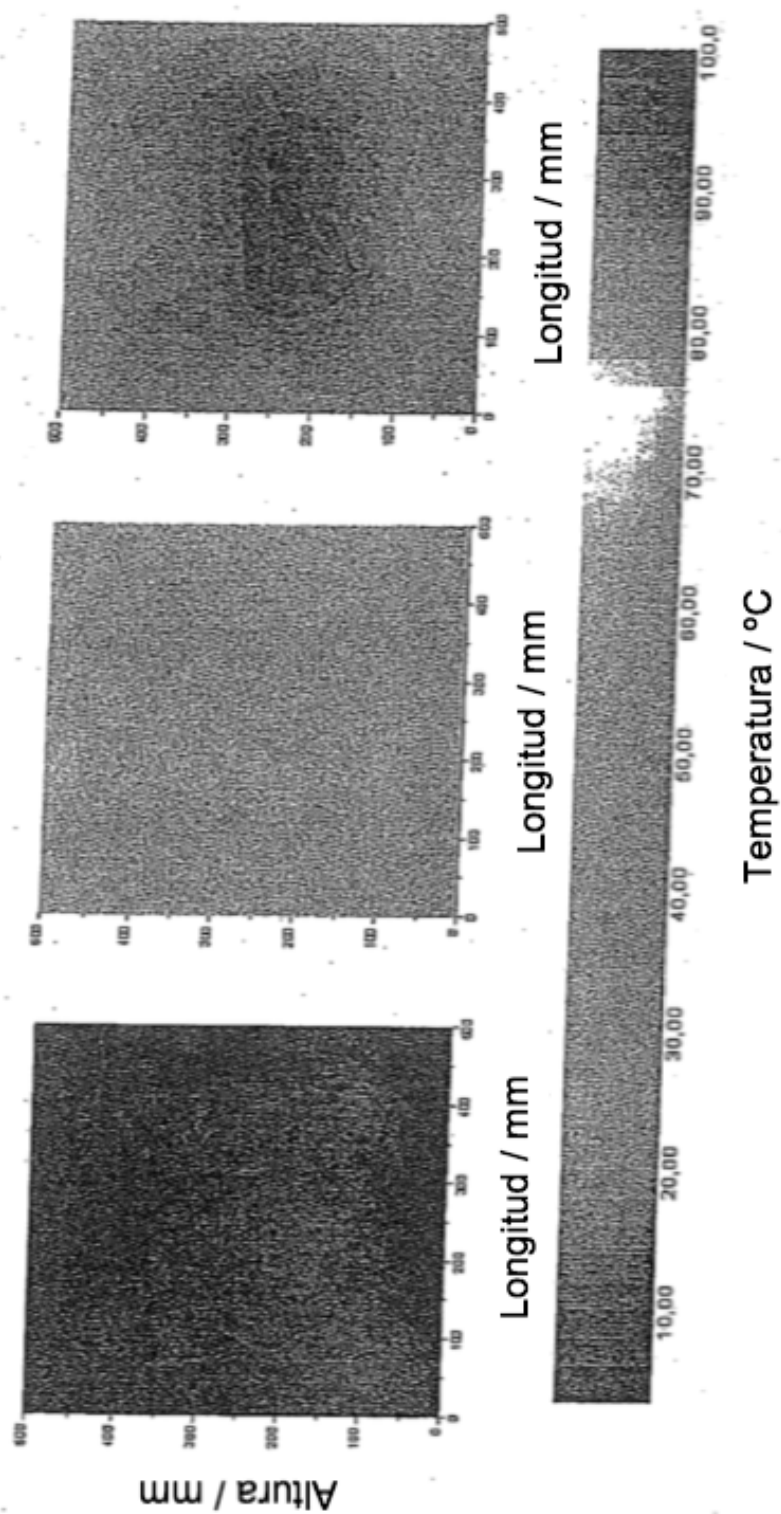


Fig. 5

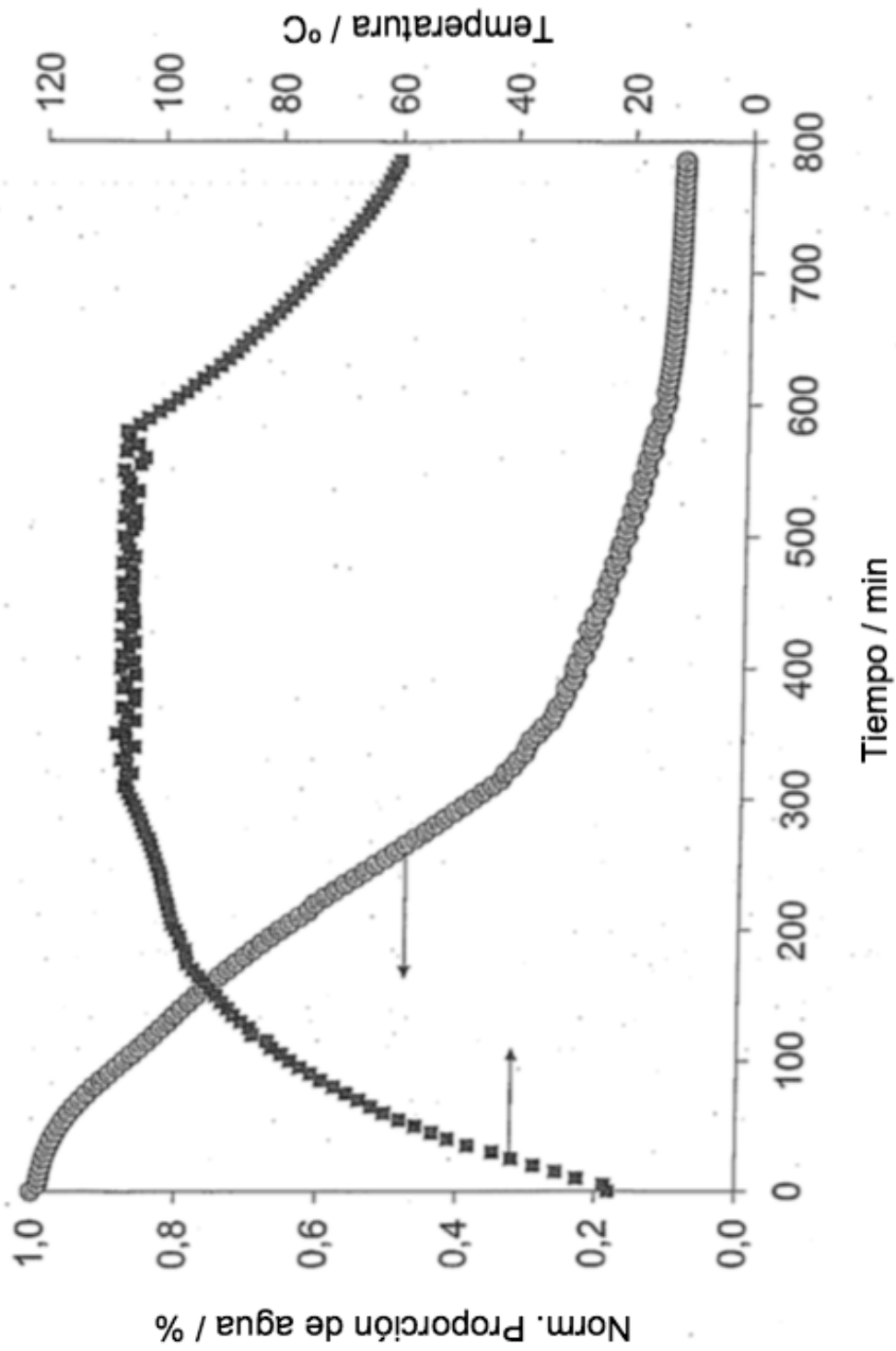


Fig. 6

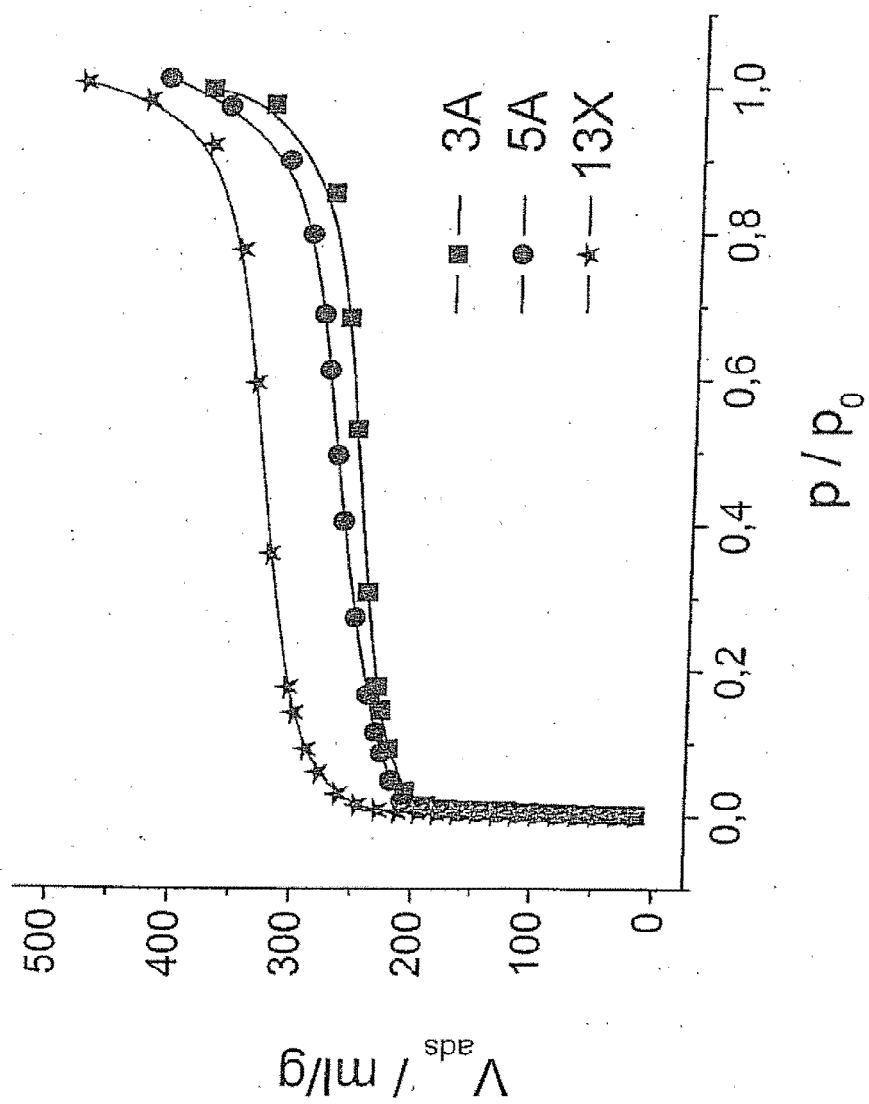


Fig. 7

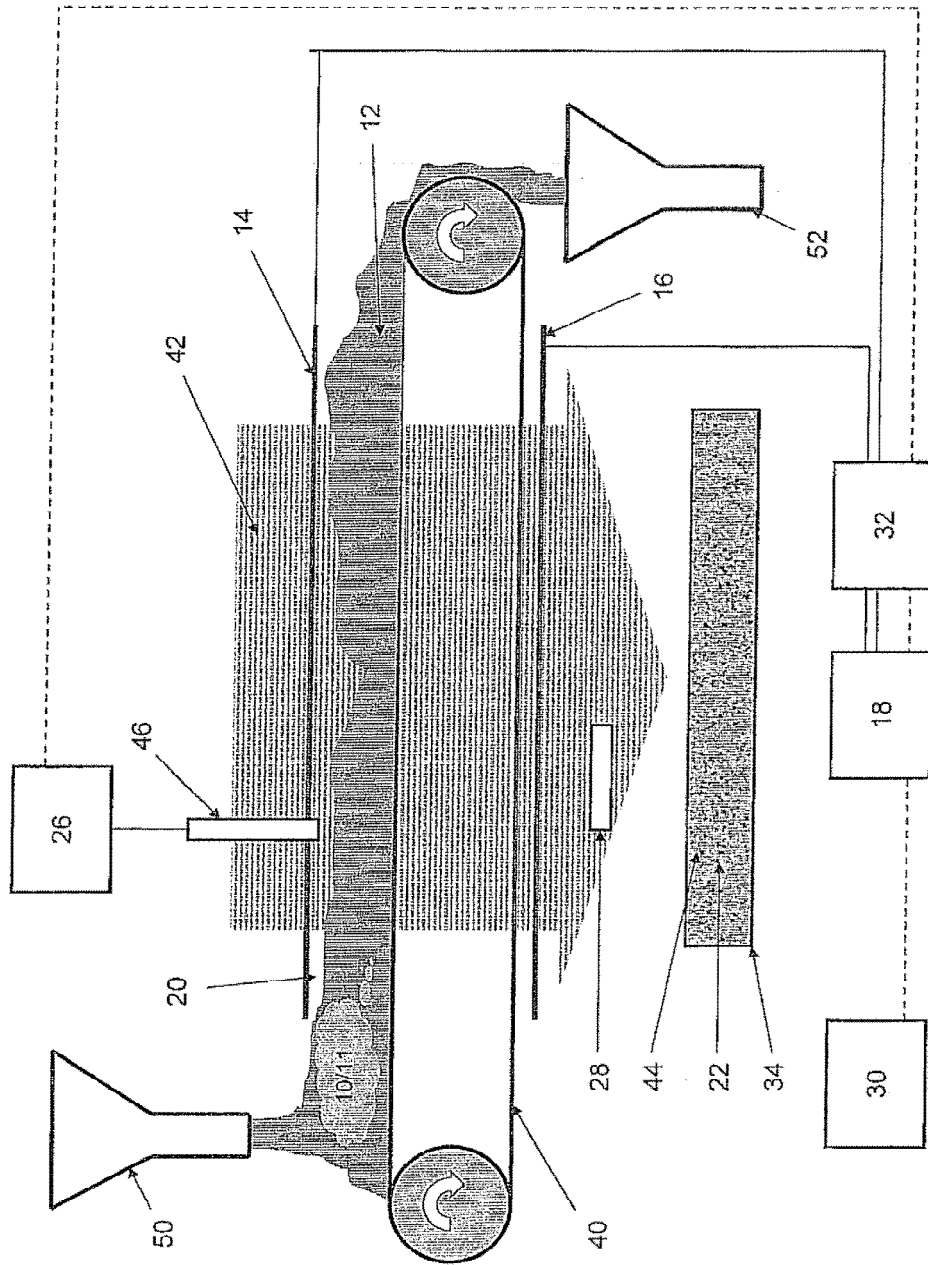


Fig. 8