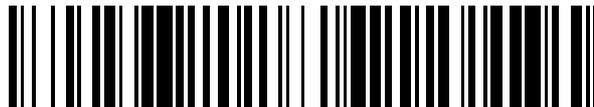


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 746**

51 Int. Cl.:

A01G 1/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2009 E 09783715 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2015 EP 2378854**

54 Título: **Un proceso de producción de setas**

30 Prioridad:

20.11.2008 IE 20080927

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

13.07.2015

73 Titular/es:

**BIOMASS HEATING SOLUTIONS LIMITED
(100.0%)
Kantoher Business Park Killeedy
Ballagh, County Limerick, IE**

72 Inventor/es:

O'CONNOR, JOHN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 540 746 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

Un proceso de producción de setas

Introducción

5 La presente invención está relacionada con un proceso de producción de setas. En particular, la invención está relacionada con un proceso de producción de setas que comprende las etapas de preparar un cobertizo de crecimiento de setas con por lo menos un lecho de compost de setas; suministrar calor al cobertizo de crecimiento de setas; recolectar las setas y retirar del cobertizo de crecimiento de setas el compost de setas gastado.

10 La producción de setas comercial conlleva el uso de un sustrato de compost mezclado con un cultivo de setas que crecen activamente, conocido como micelio. Este compost de setas comprenderá sustancias tales como astillas de madera, grano, serrín, heno, paja, estiércol, basura de aves de corral, yeso, papel, cáscaras de semillas y de frutos secos y otras sustancias de este tipo. Este compost suministrará los nutrientes necesarios para el crecimiento de las setas. En general, el compost de setas será bastante húmedo, con un contenido de humedad del 50 al 75%. El compost también puede comprender pesticidas y similares, para prevenir la infección del compost.

15 La producción de setas requiere unos ambientes cuidadosamente controlados que tienen los niveles deseados de luz, calor y humedad para proporcionar la máxima producción. Es común el uso de polítúneles para proporcionar un ambiente adecuado para el cultivo de setas, que permite el control de estos factores, y proporciona un cierto grado de aislamiento. Una sola carga de compost de setas producirá en general tres brotes (*flushes*) de setas en un periodo de seis meses, tras lo cual el compost de setas habrá perdido la mayor parte de nutrientes y estará sujeto a una disminución del rendimiento. Por lo tanto no es adecuado para una producción de setas comercial adicional. En consecuencia, se retira del ambiente de crecimiento de setas y se sustituye por compost de setas nuevo. El compost de setas gastado debe desecharse entonces, lo que puede ser difícil y engorroso. El compost de setas gastado puede desecharse o puede utilizarse para fertilizantes o algo semejante. Si bien el compost de setas gastado es eficazmente una biomasa que tiene un contenido energético útil, puede ser difícil recuperar esta energía o convertirla en una forma útil. Por ejemplo, el contenido de humedad del compost de setas gastado, que puede ser de hasta el 75 u 80%, reduce la densidad energética del mismo y dificulta la conversión de energía del mismo utilizando los métodos conocidos de tratamiento térmico, tal como la combustión.

30 La solicitud de patente europea nº 1 245 143 describe un método para cultivar setas en compost en cámaras con aire acondicionado en las que las setas crecen en un compost hecho de biomasa de vegetación fresca. Cuando las setas se han recolectado, el compost utilizado se mezcla con biomasa virgen tal como paja y la combinación se convierte luego en pellets. Los pellets de biomasa se utilizan luego como combustible para la generación de calor y electricidad, que puede utilizarse para suministrar los requisitos energéticos de las cámaras con aire acondicionado.

35 La solicitud de patente japonesa nº 61 183194 describe un proceso para la máxima utilización de paja de trigo, por el que la paja de trigo se utiliza, en combinación con un nutriente tal como salvado de trigo o salvado de arroz, como compost para la producción de setas. Cuando se han recolectado las setas, el compost gastado puede utilizarse como combustible para una caldera de agua caliente, en donde el agua caliente puede utilizarse para controlar la temperatura de las salas de crecimiento de setas.

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un proceso de producción de setas mejorado que supere por lo menos alguno de los sobredichos problemas.

Declaraciones de la invención

40 Según la invención, se proporciona un proceso de producción de setas que comprende las etapas de:

preparar un cobertizo de crecimiento de setas con por lo menos un lecho de compost de setas;

suministrar calor al cobertizo de crecimiento de setas;

recolectar las setas,

retirar el compost de setas gastado del cobertizo de crecimiento de setas;

45 realizar la combustión del compost de setas gastado en una sistema de conversión de energía;

aprovechar el calor generado por la combustión del compost de setas gastado;

utilizar el calor aprovechado para controlar la temperatura del cobertizo de crecimiento de setas, caracterizado por que la etapa de la combustión del compost de setas gastado comprende la combustión del compost de setas gastado en una unidad de lecho fluidizado.

50 De esta manera, la energía de biomasa almacenada en el compost de setas gastado puede convertirse en energía calorífica útil. Esta energía calorífica puede utilizarse para controlar la temperatura del propio cobertizo de

5 crecimiento de setas, reduciendo de ese modo los costes energéticos del proceso de producción de setas y aumentando los beneficios asociados con el mismo. El calor aprovechado puede utilizarse para proporcionar un calentamiento de espacio para el cobertizo de crecimiento de setas, o, en algunos casos, el calor aprovechado puede utilizarse para enfriar el cobertizo de crecimiento de setas, por ejemplo utilizando refrigeración por absorción o indirectamente utilizando refrigeración por compresor. Adicionalmente, el proceso de la invención ayuda con el problema de desechar el compost de setas gastado, al permitir que el compost de setas gastado sea manejado en el lugar.

10 El uso de una unidad de lecho fluidizado es una manera particularmente eficaz para la combustión del compost de setas gastado, las unidades de lecho fluidizado son eficaces para el uso con combustibles de biomasa. De esta manera, el proceso de producción de setas de la invención puede manejar eficientemente el contenido con una humedad relativamente alta del combustible de compost de setas gastado. Según el contenido del compost de setas, puede haber requisitos normativos para su combustión con el fin de asegurar que las emisiones del mismo son seguras. Por ejemplo, puede ser necesario asegurar que el compost de setas gastado sea tratado térmicamente a una temperatura de 850 °C durante un mínimo de 2 segundos. El uso de la unidad de lecho fluidizado permite que el tratamiento térmico del compost de setas gastado sea controlado con precisión para asegurar que se cumplen estos requisitos normativos.

20 En otra realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende las etapas de iniciar el almacenamiento de compost de setas gastado en una zona abierta de almacenamiento adyacente a la unidad de lecho fluidizado; y aspirar aire para suministrar a la unidad de lecho fluidizado desde encima de la zona abierta de almacenamiento. El aire en las inmediaciones del compost de setas gastado se considera aire viciado ya que comprende una gran proporción de las emisiones que son generadas por el compost de setas gastado. Al chupar este aire viciado para suministrar a la admisión de aire del lecho fluidizado, las emisiones en el aire formarán parte de la reacción térmica dentro del horno de lecho fluidizado, reduciendo de ese modo las emisiones en la atmósfera.

25 En una realización adicional de la invención, se proporciona un proceso de producción de setas que comprende las etapas de precalentar el aire para suministrar a la unidad de lecho fluidizado. Esto ayuda a la estabilidad del proceso de combustión dentro del lecho fluidizado. La adición de aire fresco puede bajar la temperatura del lecho fluidizado en el mismo, resultante de disparar un quemador diésel secundario para volver a subir la temperatura. El uso del quemador diésel es ineficiente, costoso y por lo tanto preferiblemente se evita. Al asegurar que se utiliza aire templado para fluidizar el lecho, se puede reducir esta inestabilidad. Preferiblemente, el aire se precalentará a una temperatura en el intervalo de 150 a 250 °C, e idealmente a aproximadamente 200 °C.

30 En una realización alternativa de la invención, se proporciona un proceso de producción de setas que comprende las etapas de precalentar el aire para suministrar a la unidad de lecho fluidizado utilizando el calor aprovechado. Esta es una manera particularmente eficiente de proporcionar el aire precalentado y de ese modo aumentar el rendimiento del sistema.

35 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de, después de retirar el compost de setas gastado del cobertizo de crecimiento de setas, secar el compost de setas gastado. Al reducir el contenido de humedad del compost de setas gastado, se aumenta la densidad energética del mismo, haciendo que sea un combustible más eficiente.

40 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la etapa de secar el compost de setas gastado comprende secar el compost de setas gastado en un secador de tambor rotatorio. Esta es una manera particularmente eficiente para secar el compost de setas gastado.

45 En otra realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende las etapas de almacenar el compost de setas gastado en una tolva de combustible húmedo, transferir el compost de setas gastado a un secador; secar el compost de setas gastado; y transferir el compost de setas gastado seco a una tolva de combustible seco. De esta manera, los combustibles húmedo y seco pueden manejarse eficazmente, asegurando que para la combustión solo se envía adecuadamente combustible seco. Idealmente, la transferencia del compost de setas gastado ocurrirá de manera automática y substancialmente continua.

50 En una realización adicional de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la etapa de secar el compost de setas gastado comprende secar el compost de setas gastado hasta un nivel de humedad de aproximadamente el 40%, en peso. Este es el nivel de humedad que permite una combustión eficiente y no requiere excesiva energía para ser conseguido.

55 En una realización alternativa de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la etapa de secar el compost de setas gastado comprende secar el compost de setas gastado utilizando el calor aprovechado. Este es un proceso particularmente eficiente en donde la energía almacenada en el subproducto de biomasa se utiliza para secar el propio producto de biomasa. Esto reduce en gran medida los requisitos energéticos del proceso de producción de setas, ya que para secar el compost de setas gastado pueden ser necesarias significativas cantidades de energía.

En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la etapa de combustión del compost de setas gastado comprende la combustión del compost de setas gastado en una primera unidad de lecho fluidizado y en una segunda unidad de lecho fluidizado. De esta manera, los gases de escape calentados de cada unidad de lecho fluidizado pueden manejarse por separado.

- 5 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de aprovechar el calor generado por la combustión del compost de setas gastado en la primera unidad de lecho fluidizado; y utilizar el calor aprovechado para controlar la temperatura del cobertizo de crecimiento de setas. De esta manera, se reducirán los requisitos energéticos para el proceso de producción de setas. El proceso de producción de setas se aproximará a la autosuficiencia para fines de calentamiento o enfriamiento, eliminando los requisitos de caras calderas que queman aceite o unidades de refrigeración y los problemas logísticos asociados tales como el suministro de combustible para los quemadores que queman aceite.

- 10 En otra realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de utilizar el calor generado por la combustión del compost de setas gastado en la segunda unidad de lecho fluidizado para secar el compost de setas gastado. Esta es una manera particularmente eficiente de secar el compost de setas gastado, en donde se realiza la combustión de una parte del combustible de compost de setas gastado para secar el combustible de compost de setas gastado de modo que sea adecuado para una combustión eficiente.

- 15 En una realización alternativa de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa adicional de utilizar el calor aprovechado para controlar la temperatura de una vivienda. De esta manera, parte de la energía puede utilizarse para el calentamiento de espacio en una casa, oficina o similar, reduciendo de nuevo de ese modo los costes energéticos o suministrando potencialmente un corriente adicional de ingresos. Similarmente, el calor aprovechado puede utilizarse para enfriar la vivienda utilizando refrigeración por absorción o algo semejante.

- 20 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la etapa de aprovechamiento del calor generado por la combustión del compost de setas gastado comprende hacer pasar los gases de escape de la combustión del compost de setas gastado a través de un intercambiador de calor. Este es un método particularmente conveniente para aprovechar el calor generado por la combustión.

- 25 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la etapa de aprovechamiento del calor generado por la combustión del compost de setas gastado comprende utilizar el calor de la combustión del compost de setas gastado para calentar un líquido. La energía calorífica puede ser transferida y almacenada entonces mediante la transferencia y almacenamiento del líquido.

- 30 En otra realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de entregar el líquido calentado a un elemento de radiador. De esta manera, el elemento de radiador puede utilizarse para proporcionar calentamiento de espacio.

- 35 En una realización adicional de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el elemento de radiador se ubica dentro del cobertizo de crecimiento de setas. De esta manera, el elemento de radiador puede utilizarse para calentar el cobertizo de crecimiento de setas, reduciendo de este modo, o en algunos casos eliminando, el requisito de otras fuentes de calentamiento tales como electricidad o calderas de combustible fósil.

- 40 En una realización alternativa de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende las etapas de aspirar aire sobre el elemento de radiador y distribuir el aire calentado al interior del cobertizo de crecimiento de setas. Este es un método particularmente eficiente para calentar el cobertizo de crecimiento de setas.

- 45 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de transferir el líquido calentado a un tanque intermedio antes de la entrega al elemento de radiador. Este es un método conveniente para almacenar el líquido calentado, y consecuentemente la energía calorífica, para su distribución.

- 50 En una realización adicional de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende además las etapas de monitorizar la temperatura del líquido calentado en el tanque intermedio y mantener la temperatura del líquido calentado en el tanque intermedio a una temperatura deseada. De esta manera, la temperatura del líquido calentado puede mantenerse a una temperatura adecuada. Adicionalmente, esto permite un mecanismo central eficaz de control para la temperatura del líquido calentado distribuido.

- 50 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el líquido calentado se calienta hasta una temperatura del orden de 85 °C. Esta es una temperatura particularmente conveniente porque el líquido puede ser calentado eficazmente a esta temperatura por los intercambiadores de calor y porque el líquido a esta temperatura puede suministrar la energía calorífica requerida a varios cobertizos de crecimiento de setas para mantenerlos a la temperatura requerida.

En otra realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el líquido calentado se calienta hasta una temperatura del orden de 100 °C. De esta manera, el líquido calentado puede utilizarse para esterilizar los cobertizos de crecimiento de setas.

5 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el líquido calentado se calienta hasta una temperatura del orden de 160 °C. Esta es una temperatura particularmente útil para el líquido calentado.

En una realización adicional de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el líquido es agua. El agua es un líquido particularmente eficiente para el uso en sistemas de transferencia de calor.

10 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el agua se calienta para proporcionar vapor. De esta manera, el vapor puede utilizarse para esterilizar los cobertizos de crecimiento de setas, y también puede utilizarse para otras funciones de calentamiento o esterilización. Una práctica común es suministrar vapor a los cobertizos de compost de setas gastado antes de la retirada del compost de setas gastado de modo que se retire cualquier peligro biológica presente, descontaminando eficazmente los cobertizos de crecimiento de setas y el compost de setas gastado. Idealmente, el vapor se proporciona a un cobertizo de crecimiento de setas durante 24 horas, a una temperatura de 150 °C y a una presión de 6,5 bar.

En otra realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de ajustar la temperatura del cobertizo de crecimiento de setas antes de preparar el cobertizo de crecimiento de setas con por lo menos un lecho de compost de setas. De esta manera, el cobertizo de crecimiento de setas estará a la temperatura óptima para la producción de setas cuando el compost de setas se coloque en el mismo.

20 En una realización adicional de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la temperatura del cobertizo de crecimiento de setas se ajusta a una temperatura de aproximadamente 26 °C. Esta es una temperatura particularmente útil para la producción de setas. En el cobertizo de crecimiento de setas es necesario tener unas condiciones de alta humedad, alta temperatura y altos niveles de CO₂ cuando al principio se coloca el compost de setas en el cobertizo de crecimiento de setas. La temperatura del cobertizo de crecimiento de setas se ajusta por adelantado a 26 °C. Esta temperatura se mantiene durante aproximadamente los primeros 7-10 días del ciclo de producción. Al mismo tiempo, en el cobertizo de crecimiento de setas se mantendrá una humedad del 95% y unos altos niveles de CO₂. El CO₂ es emitido por el propio compost de setas. Los respiraderos de aire en el cobertizo de crecimiento de setas están cerrados durante esta fase de producción para mantener las condiciones necesarias - el aire fresco será inferior a los niveles de CO₂. Durante las siguientes 2-3 semanas, a medida que brotan las setas, la humedad se reduce gradualmente al 92-88% y la temperatura se reduce a 23-18 °C. Similarmente, una vez ha ocurrido el brote, los respiraderos de aire del cobertizo de crecimiento de setas se abren para dejar que el aire fresco circule y así reducir los niveles de CO₂. En consecuencia, el requisito calorífico del cobertizo de crecimiento de setas debe reducirse en el ciclo de crecimiento de seis semanas pero en general habrá una pluralidad de cobertizos de crecimiento de setas en un solo lugar y sus ciclos de crecimiento estarán escalonados. De esta manera, por lo menos un cobertizo de crecimiento de setas siempre tendrá un requisito de alta energía calorífica y el requisito total de energía calorífica para todos los cobertizos de crecimiento de setas en los lugares será generalmente constante.

40 En una realización alternativa de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el compost de setas gastado de un ciclo previo de crecimiento de setas se quema para proporcionar calor que se aprovechará utilizándolo en el ciclo actual de crecimiento de setas en el cobertizo de crecimiento de setas. De esta manera, hay disponible un suministro continuo de energía para sucesivos ciclos de crecimiento de setas, reduciendo o eliminando la necesidad de fuentes externas de energía en las instalaciones de producción de setas.

45 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de, después de retirar el compost de setas gastado del cobertizo de crecimiento de setas, entregar el compost de setas gastado a una zona de almacenamiento de combustible para una combustión posterior. Esta es una manera conveniente de gestionar el suministro de combustible para el proceso de producción de setas de la invención.

50 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la zona de almacenamiento de combustible comprende una zona abierta de almacenamiento adyacente al aparato de combustión. De esta manera, el combustible de compost de setas gastado se ubica convenientemente y puede cargarse fácilmente en una tolva de combustible. Adicionalmente, la admisión de aire para la unidad de lecho fluidizado puede ubicarse por encima de esta zona abierta de almacenamiento de modo que se puede hacer la combustión de las emisiones del compost de setas gastado.

55 En otra realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la zona de almacenamiento de combustible comprende una tolva de combustible húmedo en comunicación con el aparato de combustión. De esta manera, el compost de setas gastado está directamente listo para el procesamiento.

En una realización adicional de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que la zona de almacenamiento de combustible comprende una zona de almacenamiento remoto. De esta manera, el compost de setas gastado puede retirarse a un lugar aparte antes de ser procesado por el método de la invención. Como se ha

- 5 tratado arriba, es común que el compost de setas gastado sea esterilizado, generalmente por tratamiento con vapor de agua, antes de la retirada de los cobertizos de crecimiento de setas de modo que no se transfieran peligros biológicos a otra parte del lugar de producción de setas. Esto es particularmente relevante si el compost de setas gastado se va a almacenar en el lugar de producción de setas para un procesamiento posterior. Sin embargo, el tratamiento con vapor tiene la desventaja de aumentar aún más el contenido de humedad del compost de setas gastado. Si el compost de setas gastado se retira a un lugar remoto del lugar de producción de setas, se reduce en gran medida el riesgo de contaminación del compost de setas nuevo por los peligros biológicos del compost de setas gastado sin la necesidad de aumentar el contenido de humedad del compost de setas gastado, reduciendo de este modo los requisitos energéticos para secar el compost de setas gastado.
- 10 En una realización alternativa de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de ventilar el cobertizo de crecimiento de setas. De esta manera, el aire fresco entra al cobertizo de crecimiento de setas cuando sea necesario ajustar la temperatura, los niveles de humedad o los niveles de CO₂.
- 15 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa de generar electricidad con el calor generado por la combustión del compost de setas gastado. De esta manera, el método de la invención permitiría que el proceso de producción de setas sea completa o substancialmente autosuficiente en cuanto a energía. Adicionalmente, puede ser posible suministrar el exceso de electricidad a edificios cercanos o a la red eléctrica nacional.
- 20 En una realización de la invención se proporciona un proceso de producción de setas que comprende la etapa adicional de recoger la ceniza de la combustión del compost de setas gastado. Esta ceniza es un subproducto útil y puede utilizarse para fertilizantes o algo semejante.
- En una realización adicional de la invención se proporciona un proceso de producción de setas en el que el calor aprovechado se utiliza para enfriar el cobertizo de crecimiento de setas. De esta manera, el método de la invención puede utilizarse independientemente de la temperatura ambiente que rodea al cobertizo de crecimiento de setas.

Descripción detallada de la invención

- 25 La invención se entenderá más claramente ahora a partir de la siguiente descripción de una realización de la misma, que se da únicamente como ejemplo haciendo referencia a los dibujos acompañantes, en los que:
- La Figura 1 es una distribución de lugar en la que se puede implementar el proceso según la presente invención;
- La Figura 2 es una vista trasera del calentador utilizado en el proceso;
- La Figura 3 es una vista delantera del calentador de la Figura 2;
- 30 La Figura 4 es una vista en planta del cobertizo de crecimiento de setas para usar en el proceso de producción de setas de la invención;
- La Figura 5 es una vista en planta de un aparato utilizado para implementar las etapas de la invención;
- La Fig. 6 es una representación esquemática de una vista lateral de parte del sistema de conversión de energía utilizado en la invención;
- 35 La Fig. 7 es una vista en planta de un aparato utilizado para implementar las etapas de la invención, que muestra un sistema de manejo de ceniza;
- La Fig. 8(a) es una vista lateral de una parte del intercambiador de calor utilizado en el método de la invención;
- La Fig. 8(b) es una vista lateral de una parte del intercambiador de calor utilizado en el método de la invención;
- La Fig. 8(c) es una vista lateral de un detalle del intercambiador de calor utilizado en el método de la invención;
- 40 La Fig. 8(d) es una vista en perspectiva del intercambiador de calor utilizado en el método de la invención;
- La Fig. 9 es una vista en perspectiva del intercambiador de calor aire-aire utilizado en el método de la invención; y
- La Fig. 10 es una vista en planta de un kit de vapor de agua que puede utilizarse para implementar las etapas de la invención.
- 45 Haciendo referencia a los dibujos, e inicialmente a la Fig. 1 de los mismos, se muestra un plano de un lugar de producción de setas indicado generalmente con el número de referencia 1, que comprende una pluralidad de cobertizos 3 de crecimiento de setas y un lugar 5 de procesamiento de compost de setas gastado que incluye una zona de almacenamiento de combustible 7. Cada cobertizo 3 de crecimiento de setas comprende un calentador indirecto 9, que comprende un elemento de radiador (no se muestra) y un ventilador (no se muestra). Una red de tubos discurre desde el lugar de procesamiento 5 de compost de setas gastado a cada uno de los cobertizos 3 de crecimiento de setas. La red de tubos comprende una línea de flujo principal 11 que tiene una línea de flujo
- 50

ramificado 12 para cada cobertizo 3 de crecimiento de setas y también una línea de retorno principal 13 que tiene una línea de retorno ramificado 14 para cada cobertizo 3 de crecimiento de setas.

5 Durante el uso, la planta de procesamiento 5 de compost de setas gastado quema el compost de setas gastado que ha sido recogido de los cobertizos 3 de crecimiento de setas y aprovecha el uso del calor generado en la combustión del compost de setas gastado para calentar agua en un intercambiador de calor. Esta agua calentada se entrega a través de la línea de flujo principal 11 y las líneas de flujo ramificado 12 a cada uno de los elementos de radiador en el cobertizo 3 de crecimiento de setas. Los ventiladores funcionan para aspirar aire sobre los elementos de radiador para calentar el aire y distribuir el aire calentado en el interior del cobertizo 3 de crecimiento de setas. El agua calentada fluye a través del radiador y retorna al intercambiador de calor a través de la línea de retorno ramificado 14 y la línea de retorno principal 13.

10 Haciendo referencia a las Figuras 2 y 3, se muestra un par de vistas del calentador indirecto 9. El calentador indirecto 9 comprende una línea de flujo ramificado 12 y una línea de retorno ramificado 14 que se conectan a un elemento 15 de radiador en un extremo y se conectan a una fuente de líquido calentado (no se muestra) en su otro extremo. El calentador indirecto 9 comprende un ventilador 17 montado en la parte delantera del elemento de radiador para aspirar aire a través y sobre el elemento 15 de radiador y luego distribuir el aire calentado al interior del cobertizo 3.

15 Haciendo referencia ahora a la Fig. 4, en la que las piezas semejantes tienen los mismos números de referencia que antes, se muestra el cobertizo 3 de crecimiento de setas, generalmente un politúnel, que comprende tres filas de lechos 18 de crecimiento de setas. Cada lecho 18 de crecimiento de setas comprende, en general, tres bandejas apiladas que comprenden compost de setas, cubiertas en una capa de turba (no se muestra). El cobertizo 3 de crecimiento de setas comprende un calentador indirecto 9 conectado a un panel de control 19 que tiene unos equipos de control (no se muestran) en el mismo para poder establecer la temperatura de la sala y poder monitorizar las condiciones en el cobertizo 3. En el cobertizo 3 se proporciona una puerta de acceso 21. El calentador indirecto 9 se monta cerca de la parte superior del cobertizo 3 de crecimiento de setas y se conecta a una línea de flujo ramificado 12 y a una línea de retorno ramificado 14. El ventilador (no se muestra) del calentador indirecto 9 se conecta a un cono de aire 23 que se extiende a lo largo del cobertizo 3 de crecimiento de setas, ubicado substancialmente a lo largo de la línea media del mismo. El cono de aire 23 comprende una pluralidad de aberturas 25 en el mismo para distribuir el aire calentado transportado por el cono de aire 23 a lo largo del cobertizo 3 de crecimiento de setas. El cobertizo 3 de crecimiento de setas comprende además un respiradero apersianado de aire 27 de modo que el aire en el interior del cobertizo 3 de crecimiento de setas puede ventilarse cuando sea necesario. Los respiraderos 27 pueden cerrarse de tal manera que a través de ellos pase una mínima cantidad de aire, o pueden dejarse abiertos, en cuyo caso el aire pasará a través de ellos debido al flujo de aire al interior del cobertizo de crecimiento de setas.

20 Haciendo referencia a la Figura 5, en la que las piezas semejantes tienen los mismos números de referencia que antes, se muestra un lugar de procesamiento de compost de setas gastado indicado generalmente por el número de referencia 5, que comprende un sistema de conversión de energía, indicado generalmente con el número de referencia 29 y una zona de almacenamiento de combustible 7. El sistema de conversión de energía 29 está separado parcialmente de la zona 7 de almacenamiento de combustible por una pared divisora 31 que se proyecta ortogonalmente desde la pared circundante 33 del lugar de procesamiento 5 de compost de setas gastado. Dentro de la zona de almacenamiento de combustible 7 se ubica una carga 35 de compost de setas gastado. El sistema de conversión de energía 29 comprende un aparato de combustión en forma de una primera unidad de lecho fluidizado 37, un sistema 39 de alimentación de combustible de subproducto, indicado con el cuadro de trazos, que alimenta a la primera unidad de lecho fluidizado 37, un par de intercambiadores de calor primarios 41 acoplados funcionalmente a la primera unidad de lecho fluidizado 37, un intercambiador de calor aire-aire 43, un ciclón de ceniza 45 y un filtro de escape 47 y un sistema de presión negativa. El sistema de presión negativa comprende un ventilador de tiro forzado 48 conectado, por medio de un tubo de aire (no se muestra), a la primera unidad de lecho fluidizado 37 y un ventilador de tiro inducido 49 montado sobre el filtro de escape 47 que funciona para mantener un flujo de gases de escape en la dirección desde la primera unidad de lecho fluidizado 37 a través de los intercambiadores de calor primarios 41 y hacia delante.

25 30 35 40 45 50 55 60 El sistema 39 de alimentación de combustible de subproducto comprende una tolva de combustible húmedo 50, un secador de tambor rotatorio 51 y una tolva de combustible seco 53. La tolva de combustible húmedo 50 tiene instalada una primera barrena de velocidad variable 55 que suministra el combustible de compost de setas gastado sobre un primer transportador de combustible 57 para entregar el combustible de subproducto de compost de setas gastado que sale de la tolva de combustible húmedo 50 al secador de tambor rotatorio 51. El secador de tambor rotatorio 51 comprende tres tambores rotatorios (no se muestran) dispuestos en una pendiente de tal manera que el combustible húmedo que entra será descargado como combustible seco en el extremo opuesto del mismo. El sistema 39 de alimentación de combustible de subproducto comprende un segundo transportador de combustible 59 para transportar el combustible de compost de setas gastado desde el secador de tambor rotatorio 51 a la tolva de combustible seco 53. Finalmente la tolva de combustible seco 53 comprende una segunda barrena de velocidad variable 61 para transportar el combustible de compost de setas gastado sobre un transportador de combustible principal 63. El transportador principal de combustible 63 transporta combustible a la unidad medidora de combustible 65 que a su vez se conecta a una entrada (no se muestra) de carga de combustible en la primera

- unidad de lecho fluidizado 37. La unidad medidora de combustible 65 comprende unas barrenas gemelas que rotan opuestamente (no se muestran) para controlar con precisión el combustible que se alimenta a la primera unidad de lecho fluidizado 37, de tal manera que puede controlarse con precisión la temperatura de combustión en la misma. El secador de tambor rotatorio recibe el suministro de gases calentados a través de una entrada de gas 67 y tiene una salida de gases de escape 69 que se descarga a través de una sistema de filtrado 61 al exterior del lugar de procesamiento 5 de compost de setas gastado. El sistema 39 de alimentación de combustible de subproducto comprende además una segunda unidad de lecho fluidizado 71, que puede tener un tamaño más pequeño que la primera unidad de lecho fluidizado 37. La segunda unidad de lecho fluidizado 71 recibe combustible del transportador de combustible 73 de secador que se ramifica del transportador de combustible principal 63. El combustible de compost de setas gastado se alimenta a una unidad medidora de combustible (no se muestra) similar a la unidad medidora de combustible 65 conectada a la primera unidad de lecho fluidizado 37. Los gases de escape calentados generados por la segunda unidad de lecho fluidizado 71 se alimentan al secador de tambor rotatorio 51 por medio de la entrada de gas 67. El secador de tambor rotatorio 51 está equipado con un ventilador de inducción (no se muestra) de secador para generar una presión negativa dentro de la segunda unidad de lecho fluidizado 71 y de este modo aspirar los gases de escape calentados a través del secador de tambor rotatorio 51. La segunda unidad de lecho fluidizado 71 produce unos gases de escape que tienen una temperatura en el intervalo de 800-900 °C para secar el combustible de compost de setas gastado. De esta manera, el combustible de subproducto, en este caso el compost de setas gastado, se utiliza para proporcionar energía para secar el propio combustible de subproducto.
- Los gases de escape generados por la combustión del combustible de subproducto de compost de setas gastado dentro de la primera unidad de lecho fluidizado 37 se pasan a través del par de intercambiadores de calor primarios 41 y de ahí al intercambiador de calor aire-aire 43. Después los gases de escape pasan a través del ciclón de ceniza 45, que permite recoger en el mismo la ceniza y finalmente los gases de escape se pasan a través del filtro de escape 47, generalmente un filtro de bolsa. Los gases de escape del filtro de escape 47 se enfrían suficientemente y se limpian para ser liberados a la atmósfera.
- Los intercambiadores de calor 41 se conectan a una red de tubos que comprenden un tubo de agua caliente 75 y un tubo de agua fría 77 que se conectan a un tanque intermedio 79, desde el que se toman suministros de agua para el lugar de producción de setas. La línea de flujo principal 11 y la línea de retorno principal 13 para suministrar agua calentada y retornar agua enfriada hacia y desde los cobertizos de crecimiento de setas se conectan al tanque intermedio 79.
- El sistema de conversión de energía 29 funciona para mantener el líquido, en este caso agua, en el tanque intermedio 79 a una temperatura uniforme, preferiblemente 85 °C. El sistema de conversión de energía 29 quema compost de setas gastado y aprovecha el calor de la combustión del compost de setas gastado para calentar agua que se pasa al tanque intermedio 79. El agua caliente en el tanque intermedio 79 se entrega luego a los elementos de radiador de los calentadores indirectos 9 en los cobertizos 3 y se retorna al tanque intermedio 79 en el que luego se retorna al sistema de conversión de energía 29 para volver a calentarse. Pueden proporcionarse diversos colectores hidrónicos para asegurar que el flujo y el agua de retorno se mantienen tan separados como sea posible para evitar un efecto sifónico térmico del calor del agua y para asegurar que el agua más caliente se entrega a los calentadores indirectos 9 y el agua más fría se retorna a la planta de procesamiento 5 de compost de setas gastado.
- El sistema de conversión de energía 29 comprende además un tubo de admisión de aire 81 que se monta en las paredes externas 33 del lugar de procesamiento de compost de setas gastado. El tubo de admisión de aire 81 tiene un extremo abierto ubicado en la zona de almacenamiento de combustible 7, idealmente encima del compost de setas gastado que puede almacenarse allí. De esta manera, el aire viciado que emana de la carga 35 de compost de setas gastado es la fuente de aire en el tubo de admisión de aire 81. El ventilador de tiro forzado 48 se conecta al otro extremo del tubo de admisión de aire 81, de tal manera que el ventilador de tiro forzado 48 funciona sobre el aire cogido de la zona de almacenamiento de combustible 7. El ventilador de tiro forzado 48 fuerza al aire de admisión a través del intercambiador de calor aire-aire 43 de modo que el aire se calienta por interacción indirecta con los gases de escape procedentes de la primera unidad de lecho fluidizado 37. El ventilador de tiro forzado 48 fuerza al aire de admisión a través del intercambiador de calor aire-aire 43 y de ahí al sumidero de la primera unidad de lecho fluidizado 37 para proporcionar la fluidización de las partículas del mismo. De esta manera, se calienta el aire de fluidización dentro de la unidad de lecho fluidizado 37, lo que proporcionará mayor estabilidad durante el funcionamiento de la primera unidad de lecho fluidizado 37, haciendo de ese modo que sea energéticamente más eficiente.
- El filtro de escape 47 es un filtro de bolsa que tiene una pluralidad de bolsas para capturar la ceniza voladora de los gases de escape. El filtro de escape 47 comprende una barrena extractora de ceniza (no se muestra) ubicada en el fondo del filtro de escape 47. El ventilador de tiro inducido 49 se acopla al filtro de escape 47 y aspira gases de escape a través de la planta de procesamiento 5 de compost de setas gastado desde la primera unidad de lecho fluidizado 37, a través de los intercambiadores de calor 41 y a través del filtro de escape 47.
- Haciendo referencia ahora a la Fig. 6, en la que las piezas semejantes tienen los mismos números de referencia que antes, se muestra una representación esquemática de una vista lateral de una parte del sistema de conversión de energía 29. El sistema de conversión de energía 29 comprende el aparato de combustión en forma de la primera

unidad de lecho fluidizado 37, que a su vez comprende una entrada de carga 85 para el combustible entregado por el sistema de alimentación 39 de combustible de subproducto, un quemador diésel (no se muestra) conectado a una entrada 87 de quemador y un sumidero 88 de horno que contienen unos medios de lecho fluidizado (no se muestra). El sumidero 88 de horno se estrecha hacia dentro hacia el fondo del sumidero 88 de horno, donde hay un clínker y una unidad de extracción de ceniza, en este caso una barrena 89 de retirada de ceniza de horno ubicada en el fondo del sumidero de horno. La unidad de lecho fluidizado 37 comprende además un conjunto introductor de aire (no se muestra) cuya mayor parte se monta substancialmente en el sumidero 88 de horno para entregar aire a través de los medios de lecho fluidizado en el sumidero 88. El introductor de aire se conecta al ventilador de tiro forzado 48 desde el sistema de presión negativa. En este caso, el ventilador de tiro forzado 48 no está ubicado adyacente al sumidero 88, pero, como se ilustra en la Fig. 5, está ubicado al lado del intercambiador de calor aire-aire 43 y conectado al sumidero 88 mediante un tubo. Por encima del sumidero 88 de horno está el francobordo 90 de horno.

Cada uno del par de intercambiadores de calor 41 comprende un par de conjuntos de intercambiadores de calor, un conjunto superior de intercambiador de calor 91 y un conjunto superior de intercambiador de calor 93. Cada conjunto inferior de intercambiador de calor 93 está provisto de un tubo de retorno de agua fría y cada conjunto superior de intercambiador de calor 91 está provisto de un tubo de flujo de agua caliente. Los tubos de retorno de agua fría se conectan juntos para formar el tubo de agua fría 77 y los tubos de flujo de agua caliente se conectan juntos para formar el tubo de agua caliente 75. De esta manera, el agua fría se divide entre cada intercambiador de calor 41 y luego el agua caliente de cada intercambiador de calor 41 se recombina en la salida. El conjunto inferior 93 de intercambiador de calor y el conjunto superior 91 de intercambiador de calor están en comunicación de líquidos entre sí de modo que el líquido que se traslada al conjunto inferior 93 de intercambiador de calor se traslada hacia arriba a través del intercambiador de calor inferior, al intercambiador de calor superior, hacia arriba a través del intercambiador de calor superior 91 y afuera del tubo de flujo de agua caliente al conjunto superior 91 de intercambiador de calor.

Cada conjunto superior 91 de intercambiador de calor comprende además un soplador de carbonilla 92 de intercambiador de calor montado a través del intercambiador de calor y que se extiende entre una pluralidad de tubos (no se muestran) de la unidad superior de intercambiador de calor. Los sopladores de carbonilla 92 de intercambiador de calor se montan rotatoriamente en los conjuntos superiores 91 de intercambiador de calor. Debajo de los conjuntos inferiores 93 de intercambiador de calor están los sumideros 99 de intercambiador de calor, cada uno de los cuales está provisto de una barrena 101 de retirada de ceniza de intercambiador de calor para retirar la ceniza del sumidero 99 de intercambiador de calor. El intercambiador de calor 41 se acopla funcionalmente a la unidad de lecho fluidizado 37 por medio de un interconector 94 de francobordo para el paso de los gases de escape calentados. El interconector 94 de francobordo está provisto de una pluralidad de toberas sopladoras a impulsos 96 dispuestas substancialmente en línea con el piso del interconector 94 de francobordo. Periódicamente se hace pasar aire presurizado a través de las toberas sopladoras a impulsos 96 para desprender la ceniza asentada del piso del interconector 94 de francobordo.

Haciendo referencia a la Figura 7, en la que las piezas semejantes tienen los mismos números de referencia que antes, se muestra el lugar de procesamiento 5 de compost de setas gastado, mostrando un sistema de recogida de ceniza que comprende un tanque de almacenamiento de ceniza 83. Por motivos de claridad, la red de tubos y el tanque intermedio para manejar el agua caliente no se muestran en esta figura. El lugar de procesamiento 5 de compost de setas gastado comprende un sistema de conversión de energía, indicado generalmente por el número de referencia 29, y una zona de almacenamiento de combustible 7. Dentro de la zona de almacenamiento de combustible 7 se ubica una carga 35 de compost de setas gastado. El sistema de conversión de energía 29 comprende un aparato de combustión en forma de una primera unidad de lecho fluidizado 37, un sistema 39 de alimentación de combustible de subproducto, indicado generalmente por el número de referencia 39, que alimenta a la primera unidad de lecho fluidizado 37, un par de intercambiadores de calor primarios 41 acoplados funcionalmente a la primera unidad de lecho fluidizado 37, un intercambiador de calor aire-aire 43, un ciclón de ceniza 45 y un filtro de escape 47 y un sistema de presión negativa. El sistema de presión negativa comprende un ventilador de tiro forzado 48 conectado, por medio de un tubo de aire (no se muestra), a la primera unidad de lecho fluidizado 37 y un ventilador de tiro inducido 49 montado sobre el filtro de escape 47 que funciona para mantener un flujo de gases de escape en la dirección desde la primera unidad de lecho fluidizado 37 a través de los intercambiadores de calor primarios 41 y hacia delante. La segunda unidad de lecho fluidizado 71 comprende una válvula rotatoria (no se muestra) a cuyo sumidero se conecta una segunda barrena 113 de unidad de lecho fluidizado. La barrena 113 de segunda unidad de lecho fluidizado transporta ceniza desde el sumidero de la segunda unidad de lecho fluidizado 71 al tanque de almacenamiento de ceniza 83. Cada uno de los intercambiadores de calor primarios 41, el intercambiador de calor aire-aire 43, el ciclón de ceniza 45 y el filtro de escape 47 tiene instaladas unas válvulas rotatorias 101, 103, 105, 107, respectivamente, en sus partes de sumidero. Las válvulas rotatorias se construyen para permitir a la ceniza salir del sistema, mientras se permite al sistema permanecer substancialmente hermético al aire y de este modo mantener la presión negativa en el mismo. El sistema de recogida de ceniza comprende además un sistema de barrenas 111, que incluye las dos barrenas 101 de retirada de ceniza de intercambiador de calor, y recoge ceniza debajo de cada una de las válvulas rotatorias 101, 103, 105, 107 y la entrega al tanque de almacenamiento de ceniza 83. El tanque de almacenamiento de ceniza 83 está equipado con una barrena de transferencia de ceniza 109 para permitir que la ceniza sea transferida a un remolque para ser retirada.

Haciendo referencia a la Figura 8, en la que las piezas semejantes tienen los mismos números de referencia que antes, se muestra una unidad de intercambiador de calor indicada generalmente con el número de referencia 115 que comprende un primer colector 117 y un segundo colector 119. El primer colector 117 comprende un cuerpo cilíndrico substancialmente alargado 121, cerrado en ambos extremos y equipado con una entrada de agua 123 que se proyecta substancialmente ortogonal desde el cuerpo 121 aproximadamente a medio camino en su longitud. El primer colector 117 comprende además una distribución de agujeros pasantes dispuestos a lo largo de una cara semicilíndrica del mismo, los agujeros pasantes se disponen en una serie de cinco filas. El segundo colector 119 es substancialmente similar al primer colector 117, y comprende un cuerpo cilíndrico substancialmente alargado 125 que tiene una distribución 127 de agujeros pasantes 129 dispersados a lo largo de una cara semicilíndrica del mismo, los agujeros pasantes se disponen en una serie de cinco filas. El segundo colector 119 no comprende una entrada de agua, pero comprende una salida de agua 131 conectada en uno de los extremos del cuerpo cilíndrico 125. Cuando está ensamblado, el tubo 133 de intercambiador de calor se conecta entre cada agujero pasante del primer colector 117 y un agujero pasante ubicado correspondientemente 129 en el segundo colector 119, de tal manera que la unidad 115 de intercambiador de calor comprende una pluralidad de conjuntos de tubos 133 de intercambiador de calor, cada conjunto de tubos de intercambiador de calor comprende cinco tubos 133 de intercambiador de calor. La entrada de agua 123, el primer colector 117, los tubos 133 de intercambiador de calor, el segundo colector 119 y la salida de agua 131 están en comunicación de fluidos de tal manera que el agua fluirá al primer colector 117 a través de la entrada de agua 123, desde allí al segundo colector 119 por los tubos 133 de intercambiador de calor y del segundo colector 119 afuera por la salida de agua 131.

Haciendo referencia a la Figura 9, en la que las piezas semejantes tienen los mismos números de referencia que antes, se muestra un intercambiador de calor aire-aire indicado generalmente con el número de referencia 43. El intercambiador de calor aire-aire 43 comprende un par de colectores idénticos de aire, un colector de aire frío 135 y un colector de aire caliente 136, cada uno comprende una placa 137 de colector que tiene una distribución regular de aberturas de aire 138 dispersas sobre la misma. Entre las aberturas de aire 138, del par de placas 137 de colector, se conecta horizontalmente una pluralidad de tubos de aire 139. Los colectores de aire 135 comprenden una caja substancialmente cuboide, de la que la placa 137 de colector forma un lado. El lado opuesto al colector está parcialmente cubierto, con una ventana 143 para permitir el paso de aire. Además, en cada colector se proporciona una puerta de inspección 145. Durante el uso, el aire de escape de los intercambiadores de calor primarios 41 se alimenta al intercambiador de calor aire-aire 45 a través de una entrada con forma piramidal (no se muestra) en la dirección de la flecha U. Los gases de escape pasan alrededor de los tubos de aire 139, calentando de ese modo los tubos de aire 139. Los gases de escape salen luego del intercambiador de calor aire-aire 43 en la dirección de la flecha V y continúan al ciclón de ceniza 45. El aire ambiente es chupado a través de la ventana 143 en el colector de aire frío 135 y a través de los tubos de aire 139 al colector de aire caliente 136, y desde ellos sale del colector de aire caliente a través de la ventana del mismo (no se muestra). La ventana en el colector de aire caliente está ubicada diagonalmente opuesta a la del colector de aire frío. El aire ambiente se calienta a medida que pasa a través de los tubos de aire calentado 139. El aire ambiente es chupado a través del intercambiador de calor aire-aire 43 por el ventilador de tiro forzado 48 y luego se alimenta a la entrada de aire de la primera unidad de lecho fluidizado 37.

Durante el uso, el compost de setas gastado se entrega desde la zona de almacenamiento de combustible 7 a la tolva de combustible húmedo 49. Desde ahí, el combustible será empujado hacia la primera barrena de velocidad variable 55 en el extremo de la tolva de combustible húmedo 50. La primera barrena de velocidad variable 55 transferirá el combustible a encima del primer transportador de combustible 57 que entregará el combustible de compost de setas gastado húmedo adentro del secador de tambor rotatorio 51, en el que se expondrá a los gases calentados de la segunda unidad de lecho fluidizado y de ese modo se reducirá su contenido de humedad. El combustible de compost de setas gastado se transfiere entonces desde el secador de tambor rotatorio 51 a la tolva de combustible seco 53 a lo largo del segundo transportador de combustible 59. El combustible de compost de setas gastado seco se almacena en la tolva de combustible seco 53 y se entrega desde el mismo al transportador de combustible principal 63 mediante la segunda barrena de velocidad variable 61. El combustible de compost de setas gastado es entregado por el transportador de combustible principal 63 a la unidad medidora de combustible 65 de la primera unidad de lecho fluidizado 37 y la segunda unidad de lecho fluidizado 71. La temperatura del lecho fluidizado en cada unidad de lecho fluidizado está entre 610 °C y 750 °C, preferiblemente a aproximadamente 670 °C. Justo por encima del lecho fluidizado, en el francobordo inferior de horno, la temperatura es de aproximadamente 850 °C y en la parte superior del francobordo superior de horno adyacente al interconector 94 de francobordo, la temperatura está entre 900 °C y 1000 °C, ampliándose en algunos casos hasta 1200 °C.

Una pluralidad de sensores de temperatura (no se muestran) se disponen en cada una de las unidades de lecho fluidizado. En los propios lechos fluidizados hay cuatro sensores de temperatura, un sensor de temperatura en el francobordo inferior de horno justo encima del lecho fluidizado y otro sensor de temperatura en el francobordo superior de horno. Estos sensores de temperatura monitorizan estrechamente la temperatura de la unidad de lecho fluidizado y si la temperatura se desvía de los valores o intervalos deseados, pueden tomarse acciones correctoras. Si disminuye la temperatura del lecho fluidizado, las barrenas de velocidad variable de la unidad medidora de combustible 65 se ponen en funcionamiento para aumentar la cantidad de combustible que se entrega a la unidad de lecho fluidizado en cuestión. Si el combustible tiene un contenido de humedad relativamente alto, el combustible no puede provocar inmediatamente un aumento de temperatura en el lecho fluidizado y debe adoptarse otra acción.

En tal caso, debe añadirse más combustible o, como alternativa, se inicia el quemador diésel y proporciona un refuerzo al lecho fluidizado.

Los gases de escape calientes de la primera unidad de lecho fluidizado 37 suben a través del horno a través de los francobordos inferior y superior de horno, a través del francobordo de interconexión 64 y bajan a través de los intercambiadores de calor 41. Los intercambiadores de calor 41 comprenden una pluralidad de tubos (no se muestran) rellenos de agua, y el agua en los tubos es calentada por los gases de escape calientes que pasan sobre los tubos. Los gases de escape calientes se pasan entonces fuera del intercambiador de calor al intercambiador de calor aire-aire 43. El intercambiador de calor aire-aire 43 se conecta al ventilador de tiro forzado 48 de tal manera que el aire es aspirado de la zona de almacenamiento de combustible 7 por el ventilador de tiro forzado 48 y se calienta en el intercambiador de calor aire-aire 43 por exposición indirecta a los gases de escape de la unidad de lecho fluidizado 37. Este aire calentado se suministra entonces al sumidero de la primera unidad de lecho fluidizado 37 para fluidizar el medio del lecho. Los gases de escape pasan desde el intercambiador de calor aire-aire 43 al ciclón de ceniza 45 y desde allí al filtro de escape 47 en el que la ceniza voladora se retira de los gases de escape y los gases de escape filtrados se liberan a la atmósfera. Los gases de escape liberados a la atmósfera todavía están de aproximadamente 150 °C a 200 °C. El filtro de escape 47 tiene una barrena extractora de ceniza (no se muestra) que saca la ceniza del filtro para el almacenamiento en el tanque de almacenamiento de ceniza 83. La ceniza cogida del filtro tiene típicamente un contenido de fósforo del 18% en peso de la ceniza y potasio un 8% en peso de la ceniza y puede venderse como subproducto útil para fertilizantes y similares.

Los intercambiadores de calor 41 se acoplan a un sistema de calentamiento del cobertizo 3 de crecimiento de setas indirectamente a través del tanque intermedio 79 y de ahí al tubo de flujo principal 11, el tubo de retorno principal 13 y los tubos ramificados asociados 12, 14. En algunos casos, puede no estar presente el tanque intermedio 79, en cuyo caso los intercambiadores de calor 41 se conectan directamente al tubo de flujo principal 11 y al tubo de retorno principal 13. El sistema de calentamiento del cobertizo 3 de crecimiento de setas comprende un calentador indirecto 9 que a su vez comprende un elemento 15 de radiador y un ventilador 17 para la circulación de aire caliente que rodea el ventilador. El agua caliente fluirá desde el intercambiador de calor 41 a través del tubo de agua caliente 75, opcionalmente al tanque intermedio 79, el tubo de flujo principal 11 y a cada una de las líneas de flujo ramificado 12 a los elementos 15 de radiador. El agua fría fluirá de regreso desde los elementos de radiador a través de las líneas de retorno ramificadas 14 y el tubo de retorno principal 13 al tanque intermedio, desde el que el agua fría se alimentará a los intercambiadores de calor 41 a través del tubo de agua fría 77.

Durante el uso, el proceso de producción de setas comienza con la entrega de compost de setas al lugar de producción de setas. El compost de setas comprende astillas de madera, serrín, heno, paja, estiércol, basura de aves de corral, yeso, papel, cáscaras de semillas y de frutos secos y otras sustancias inoculadas con cultivo de setas de crecimiento activo conocidas como micelio. El compost de setas se dispersa en bandejas grandes y se cubre con turba. En general, las bandejas se disponen en lechos de setas 18, de tal manera que cada lecho de setas 18 comprende tres bandejas de setas espaciadas verticalmente entre sí. Los lechos de setas 18 se disponen en cobertizos 3 de crecimiento de setas, que en general son polítúneles.

El ciclo de crecimiento de setas comercial es en general de seis semanas, tiempo durante el cual se recolectarán tres brotes de setas del compost de setas. En este momento los nutrientes dentro del compost de setas gastado se habrán consumido y el compost de setas se puede denominar ahora como compost de setas gastado. Los cobertizos 3 de crecimiento de setas se tratan ahora con vapor de agua durante 24 horas con vapor de agua a 150 °C y 6,8 bar para eliminar los peligros biológicos presentes en los mismos. El tratamiento con vapor de agua del compost de setas gastado antes de ser retirado de los cobertizos 3 de crecimiento de setas asegura que no queden contaminantes en el compost de setas gastado que pudieran infectar el siguiente lote de crecimiento de setas que llegue. Cuando el compost de setas gastado se ha tratado exitosamente con vapor de agua, se retira de los cobertizos 3 de crecimiento de setas y se transporta a la zona de almacenamiento de combustible 7 en el lugar de procesamiento 5 de compost de setas gastado y desde allí a la tolva de combustible húmedo 50 y adelante para la combustión en el aparato de combustión del sistema de conversión de energía 39 para suministrar calor a los cobertizos 3 de crecimiento de setas para el siguiente ciclo de crecimiento de setas.

Haciendo referencia ahora a la Figura 10, en la que las piezas semejantes tienen los mismos números de referencia que antes, se muestra un aparato alternativo que puede utilizarse para aprovechar el calor generado en la primera unidad de lecho fluidizado 37. El aparato comprende una caldera 160 de vapor de agua, en donde los gases de escape pasan sobre una disposición de intercambiador de calor de agua en los tubos (no se muestra) haciendo que el agua en el mismo hierva y genere vapor. Aproximadamente la mitad de este vapor de agua se suministra luego a los cobertizos 3 de crecimiento de setas para su esterilización. El vapor, que estará a una temperatura de aproximadamente 160 °C, se suministra a los cobertizos de crecimiento de setas a través del tubo 162 de flujo saliente de vapor de agua. El agua para el calentamiento en la caldera de vapor se suministra a la misma desde un suministro de agua ablandada (no se muestra) a través del tubo 164 de suministro de agua. El vapor que no se envía a los cobertizos 3 de crecimiento de setas se envía a un intercambiador de calor de placas 166, que se utiliza para suministrar agua caliente para calentar los cobertizos 3 de crecimiento de setas. El vapor que entra al intercambiador de calor de placas 166 está aproximadamente a 160 °C y calentará el agua para los cobertizos 3 de crecimiento de setas a aproximadamente 90 °C. El agua calentada pasará entonces al tanque intermedio 79 para suministrar a los cobertizos 3 de crecimiento de setas o en algunos casos, puede alimentarse directamente a la línea

de flujo principal 11. El vapor enfriado que se utilizó en el intercambiador de calor de placas 166 para calentar el agua se alimenta entonces a un tanque de condensación 168 en el que se condensa de nuevo hasta agua, y subsecuentemente se alimenta de nuevo a la caldera de vapor de agua. Los gases de escape pasan al intercambiador de calor estándar aire-aire 43 desde la caldera de vapor 160.

5 En las realizaciones descritas, el calor al quemar el compost de setas gastado se aprovecha y se utiliza para calentar los cobertizos de crecimiento de setas. Se concibe que la combustión del compost de setas gastado también pueda utilizarse para generar electricidad. Esta electricidad podría ser generada al proporcionar un compresor para convertir el agua caliente en vapor de agua, una turbina que será accionada por el vapor para utilizar el vapor para generar un movimiento mecánico y un alternador acoplado a la turbina para generar la
10 electricidad al convertir el movimiento mecánico en electricidad. La electricidad generada de este modo podría utilizarse para accionar los ventiladores, haciendo de ese modo que el sistema sea más autosuficiente o como alternativa la electricidad podría utilizarse en otro sitio de las instalaciones o ser exportada a la red eléctrica. Adicionalmente, se entenderá que el calor generado por el sistema puede utilizarse para generar electricidad utilizando una microturbina disparada externamente, un ciclo de Rankine orgánico y un motor de Sterling.

15 En las realizaciones descritas arriba, el elemento de radiador se ha descrito como un elemento de radiador que almacena agua caliente. Se entenderá que en una realización alternativa de la invención, el elemento de radiador puede almacenar un gas calentado u otro líquido o como alternativa podría ser un elemento de radiador eléctrico, tal como una bobina eléctrica. Se puede hacer pasar corriente a través del elemento de radiador eléctrico para calentar el elemento de radiador y el calor del elemento de radiador eléctrico puede utilizarse para calentar el cobertizo de
20 crecimiento de setas. Puede proporcionarse un ventilador para aspirar aire sobre el elemento de radiador eléctrico y hacer circular el aire caliente en el cobertizo. El elemento de radiador eléctrico podría ser alimentado por la electricidad aprovechada del quemado del compost de setas gastado.

La unidad de lecho fluidizado es ideal para el compost de setas gastado ya que puede manejar compost de setas gastado que tenga diferentes niveles de contenido de humedad hasta un punto significativo sin perjudicar
25 significativamente a las prestaciones. Por otra parte, el diseño del quemador fluidizado descrito es compacto y puede implementarse en instalaciones relativamente pequeñas como una máquina autónoma. Se concibe que el quemador fluidizado tenga un tamaño para manejar del orden de una a diez toneladas de compost de setas gastado cada día según el tamaño de la instalación y por lo tanto tendrá una construcción suficientemente compacta para permitir la instalación de una granja o lugar de producción de setas.

30 Además, se entenderá que las referencias a “tratar térmicamente” el combustible de subproducto, o cualquier variación gramatical de la misma, deben interpretarse como incinerar, quemar, realizar la combustión, encender y/o crear una reacción de oxidación con el combustible de subproducto.

Se ha hecho referencia a la incineración de desperdicios y/o subproductos y los términos se han utilizado en gran medida de manera intercambiable en toda la memoria descriptiva. Por ejemplo, en algunas jurisdicciones, la basura
35 de aves de corral o compost de setas se consideran un subproducto mientras que en otras jurisdicciones se consideran basura.

El sistema de conversión de energía puede comprender una unidad de ciclón de ceniza de secador ubicada después del secador de tambor rotatorio 51 para retirar la ceniza de los gases de escape de la segunda unidad de lecho fluidizado.

40 Un experto en la técnica entenderá que no es necesario tener un par de unidades de lecho fluidizado con el fin de utilizar el calor aprovechado de la combustión del combustible de compost de setas gastado para secar el combustible de compost de setas gastado. Esto dependerá de los requisitos energéticos del lugar de crecimiento de setas en cuestión. En algún caso la salida de la unidad de lecho fluidizado será suficiente para suministrar los requisitos de control de temperatura de todos los cobertizos de crecimiento de setas en el lugar y para secar el
45 combustible de compost de setas gastado. En otros casos, se necesitará más capacidad.

Se entenderá que el sistema de conversión de energía descrito en esta memoria puede incluir un sistema de refrigeración por absorción para permitir que el calor generado por la combustión en la unidad de lecho fluidizado proporcione refrigeración a los cobertizos de crecimiento de setas. El sistema de refrigeración por absorción puede utilizar el agua caliente proporcionada por los sistemas de transferencia de calor descritos en esta memoria.
50 Además, se entenderá que los sistemas de calentamiento indirecto descritos en esta memoria para utilizar en el calentamiento de los cobertizos de crecimiento de setas pueden adaptarse para el uso con la refrigeración por absorción. Adicionalmente, se entenderá que el proceso de la invención también puede hacer uso de refrigeración por compresor según sea necesario.

55 En la memoria descriptiva los términos ‘comprender’, ‘comprende’, ‘comprendido’ y ‘que comprende’ o cualquier variación de los mismos y los términos ‘incluir’, ‘incluye’, ‘incluido’ y ‘que incluye’ o cualquier variación de los mismos se consideran totalmente intercambiables y deben alcanzar la interpretación más amplia posible.

La invención no se limita a la realización descrita en esta memoria, sino que puede variarse tanto en construcción como en detalle dentro de los términos de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de producción de setas que comprende las etapas de:
preparar un cobertizo (3) de crecimiento de setas con por lo menos un lecho de compost de setas;
suministrar calor al cobertizo (3) de crecimiento de setas;
- 5 recolectar las setas;
retirar el compost de setas gastado del cobertizo (3) de crecimiento de setas;
realizar la combustión del compost de setas gastado en una sistema de conversión de energía (29);
aprovechar el calor generado por la combustión del compost de setas gastado; y
utilizar el calor aprovechado para controlar la temperatura del cobertizo (3) de crecimiento de setas;
- 10 caracterizado por que la etapa de la combustión del compost de setas gastado comprende la combustión del compost de setas gastado en una unidad de lecho fluidizado (37);
y, la unidad de lecho fluidizado (37) comprende una pluralidad de sensores de temperatura que se disponen en la unidad de lecho fluidizado (37) para monitorizar estrechamente la temperatura del lecho fluidizado en la unidad de lecho fluidizado (37);
- 15 de tal manera que, si la temperatura del lecho fluidizado se desvía de los valores o intervalos deseados, se toma una acción correctora;
por lo que, si baja la temperatura del lecho fluidizado, el proceso comprende las etapas de aumentar la cantidad de combustible que se entrega a la unidad de lecho fluidizado (37), y, si el combustible que se entrega a la unidad de lecho fluidizado (37) tiene un contenido de humedad relativamente alto de tal manera que el combustible no pueda
20 hacer inmediatamente que la temperatura del lecho fluidizado aumente, entonces se activa un quemador auxiliar para que actúa en el lecho fluidizado para aumentar la temperatura del lecho fluidizado en la unidad de lecho fluidizado (37).
2. Un proceso según la reivindicación 1, que comprende las etapas de:
almacenar inicialmente el compost de setas gastado en una zona abierta de almacenamiento (7) adyacente a la
25 unidad de lecho fluidizado (37); y
aspirar aire para el suministro a la unidad de lecho fluidizado (37) desde encima de la zona abierta de almacenamiento.
3. Un proceso según la reivindicación 2, que comprende la etapa de precalentar el aire para el suministro a la unidad de lecho fluidizado (37).
- 30 4. Un proceso según cualquier reivindicación precedente en el que la etapa de aprovechamiento del calor generado por la combustión del compost de setas gastado comprende hacer pasar los gases de escape de la combustión del compost de setas gastado a través de un intercambiador de calor (41).
5. Un proceso según cualquier reivindicación precedente en el que la etapa de aprovechamiento del calor generado por la combustión del compost de setas gastado comprende utilizar el calor de la combustión del compost
35 de setas gastado para calentar un líquido.
6. Un proceso según la reivindicación 5, que comprende la etapa de entregar el líquido calentado a un elemento de radiador (15) ubicado dentro del cobertizo (3) de crecimiento de setas.
7. Un proceso según la reivindicación 6, que comprende la etapa de transferir el líquido calentado a un tanque intermedio (79) antes de la entrega al elemento de radiador (15).
- 40 8. Un proceso según las reivindicaciones 5 o 6, que comprende la etapa de monitorizar la temperatura en el cobertizo (3) de crecimiento de setas y controlar la temperatura del ambiente en el cobertizo (3) de crecimiento de setas mediante la regulación del flujo de líquido calentado hacia el elemento de radiador (15).
9. Un proceso según las reivindicaciones 5 a 8, en el que el líquido es agua.
10. Un proceso según la reivindicación 9, en el que el agua se calienta para proporcionar vapor de agua.

11. Un proceso según cualquier reivindicación precedente, en el que el compost de setas gastado de un ciclo previo de crecimiento de setas se quema para proporcionar calor que se aprovechará utilizándolo en el ciclo actual de crecimiento de setas en el cobertizo (3) de crecimiento de setas.
- 5 12. Un proceso según cualquier reivindicación precedente, que comprende la etapa de, después de retirar el compost de setas gastado del cobertizo (3) de crecimiento de setas, entregar el compost de setas gastado a una zona de almacenamiento de combustible (7) para una combustión posterior.
13. Un proceso según la reivindicación 12, en el que la zona de almacenamiento de combustible (7) comprende una zona abierta de almacenamiento adyacente al aparato de combustión.
- 10 14. Un proceso según la reivindicación 12, en el que la zona de almacenamiento de combustible (7) comprende una tolva (50) de combustible húmedo en comunicación con el aparato de combustión.
15. Un proceso según la reivindicación 12, en el que la zona de almacenamiento de combustible (7) comprende una zona remota de almacenamiento.
16. Un proceso según cualquier reivindicación precedente, que comprende la etapa adicional de recoger la ceniza de la combustión del compost de setas gastado.

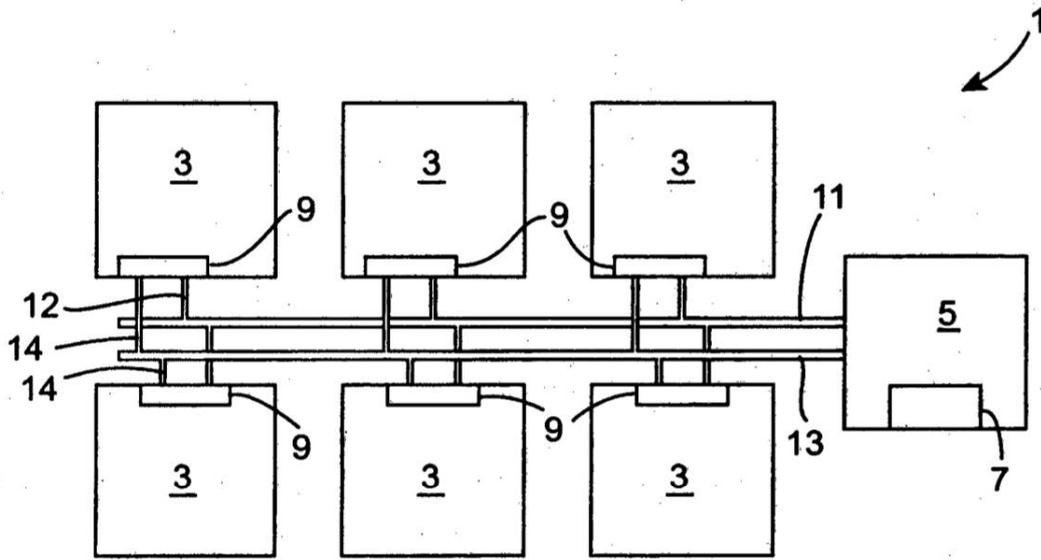


Fig. 1

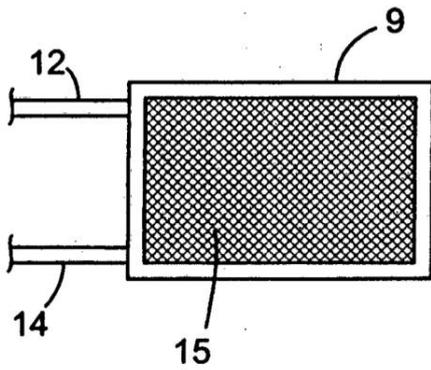


Fig. 2

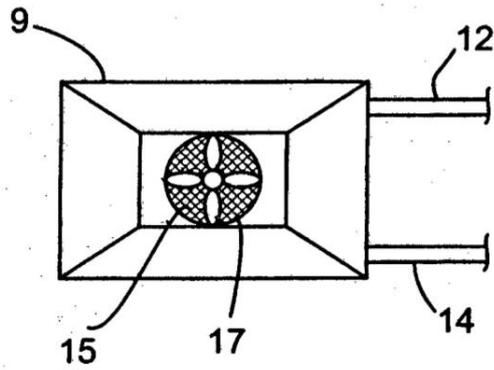


Fig. 3

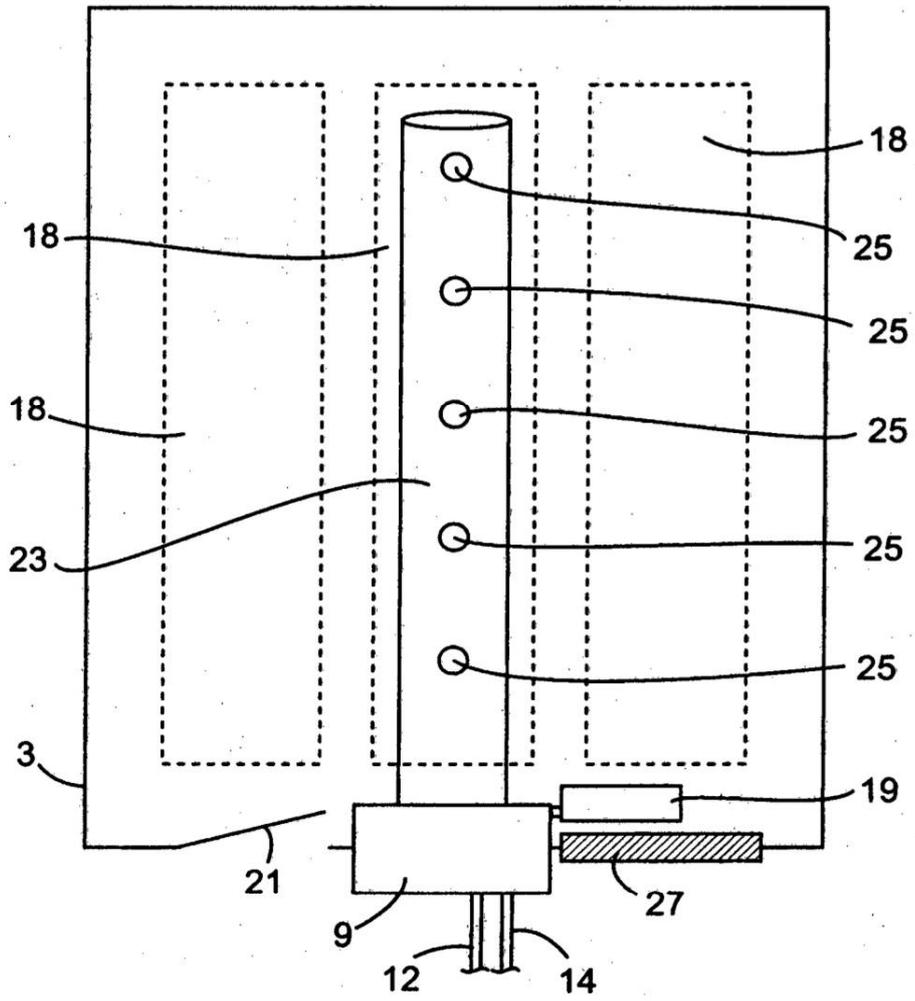


Fig. 4

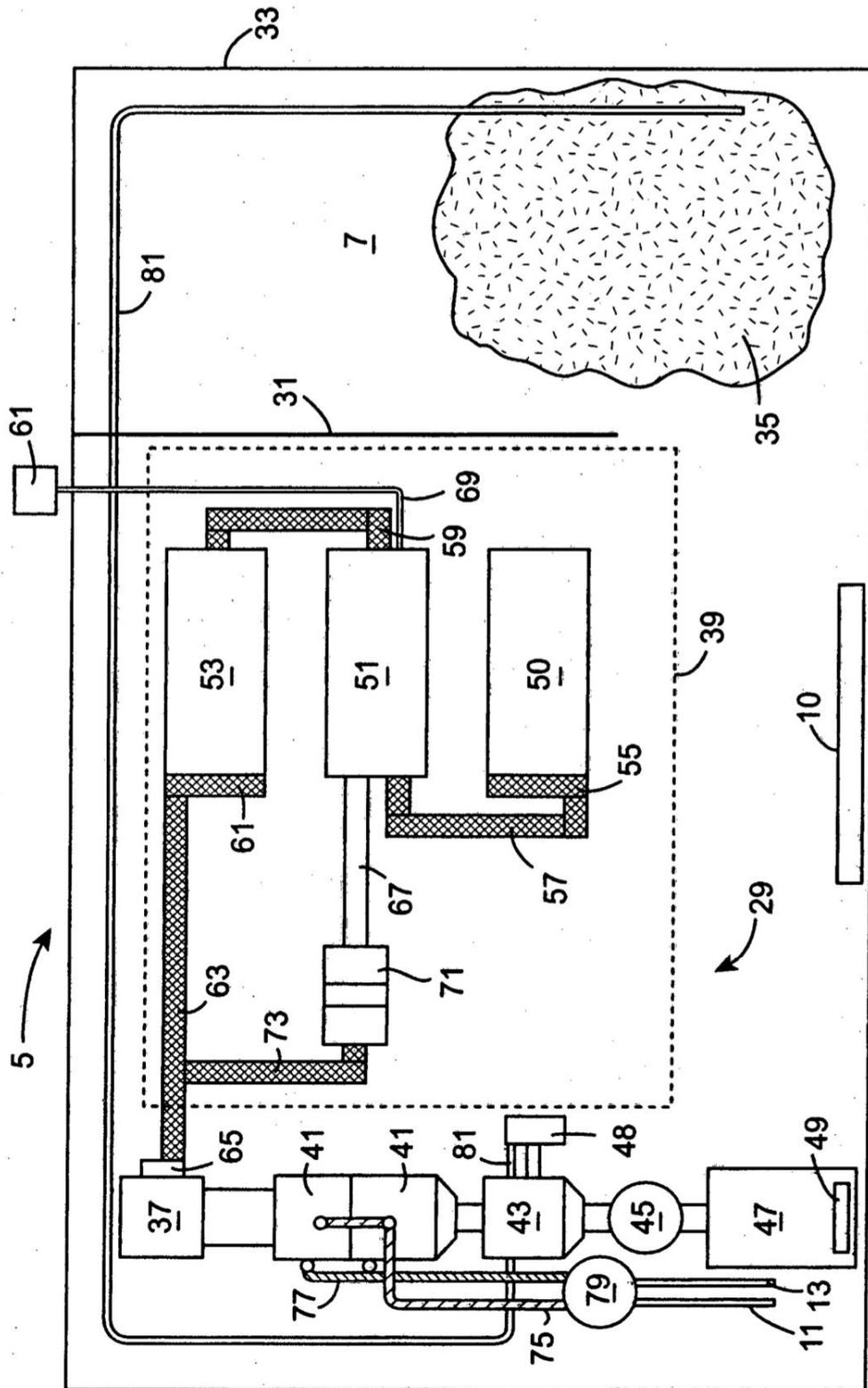


Fig. 5

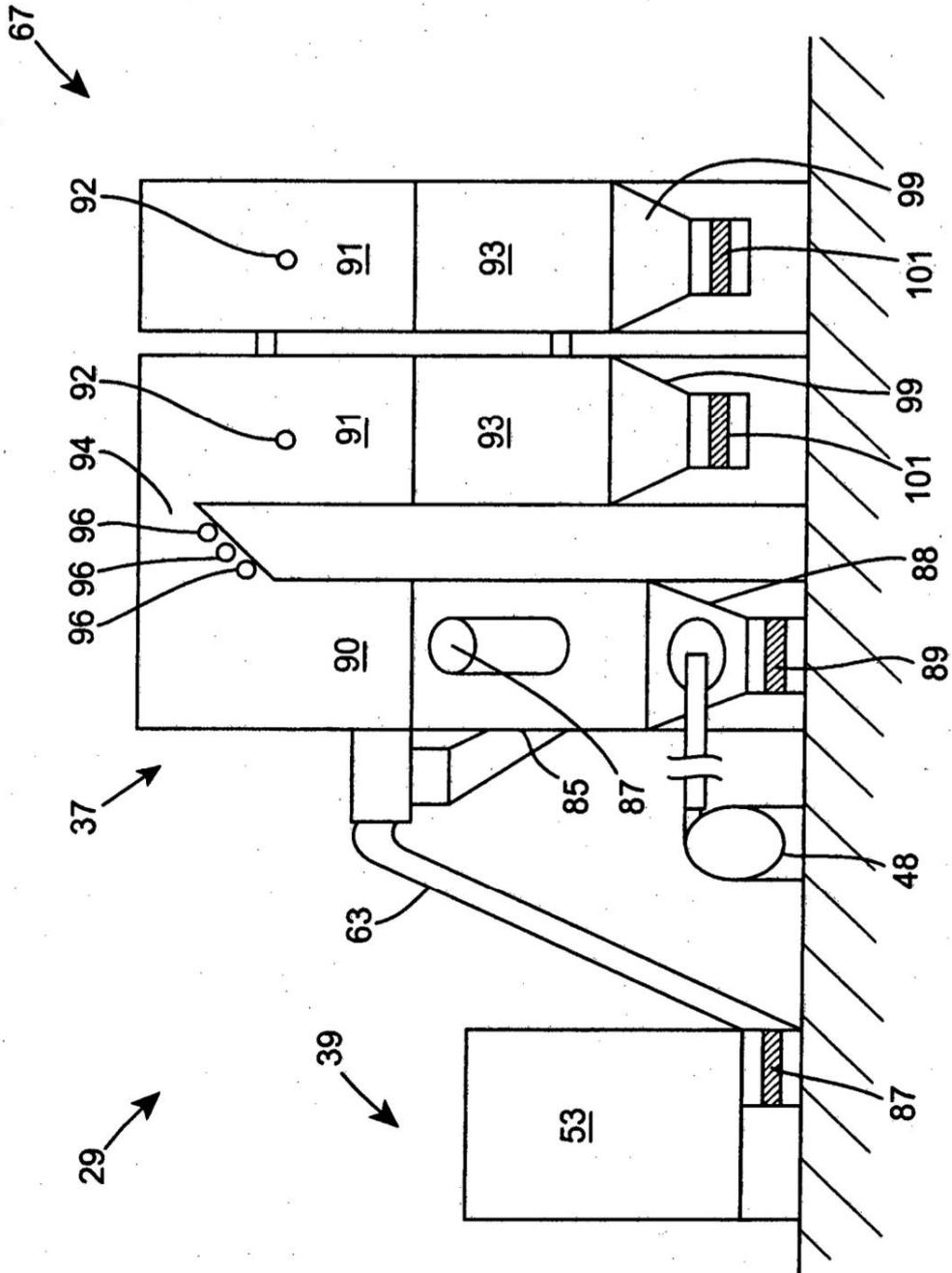


Fig. 6

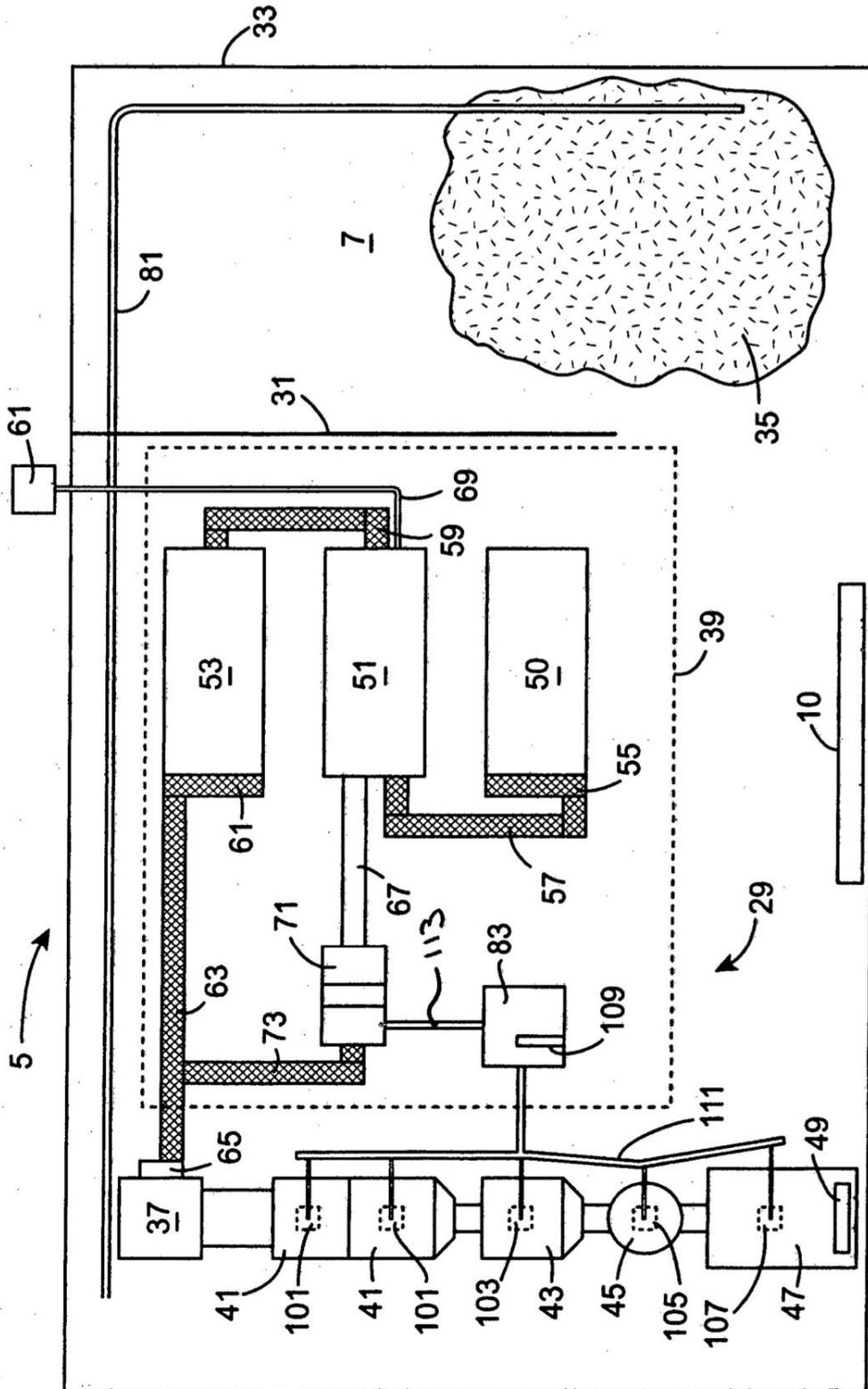
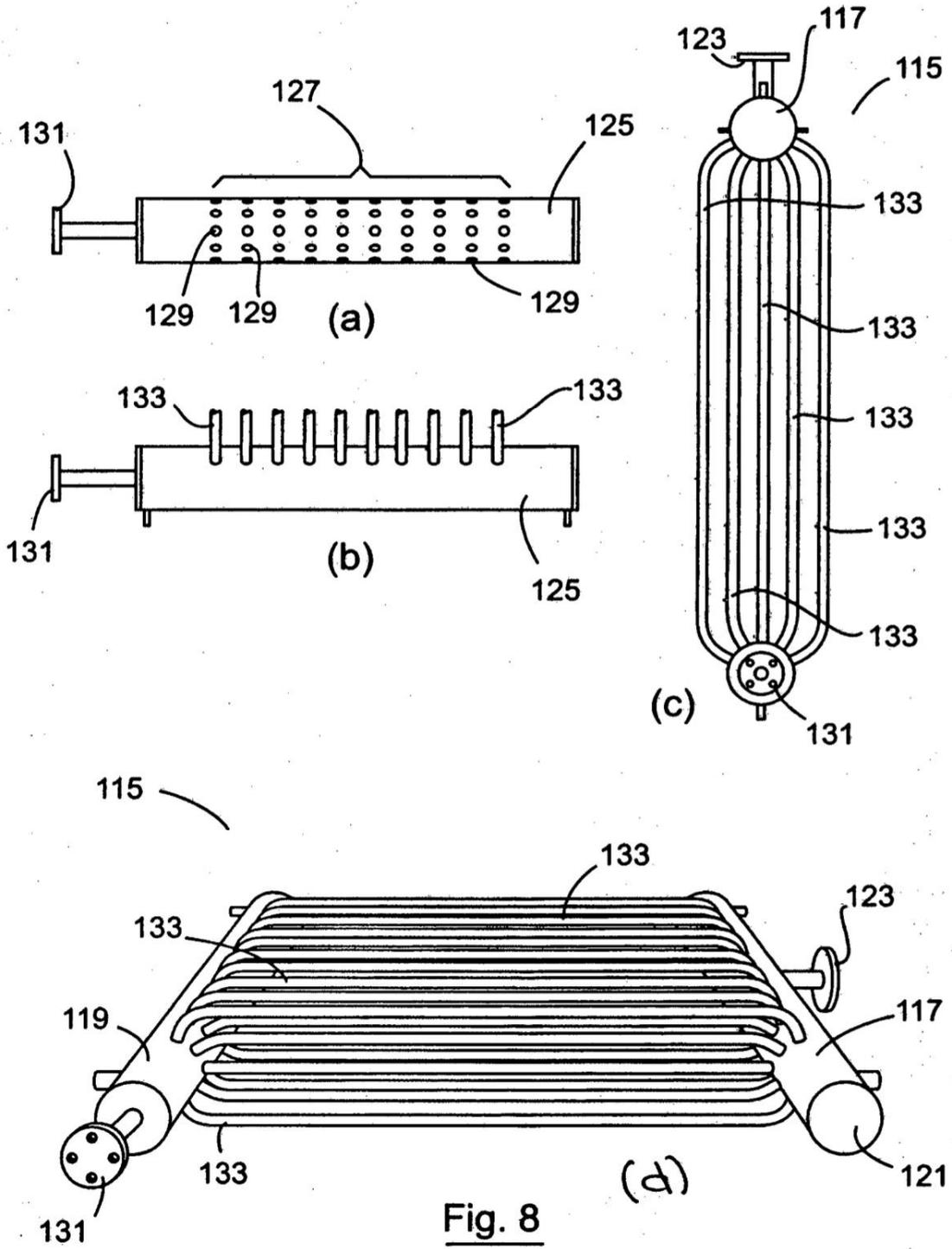


Fig. 7



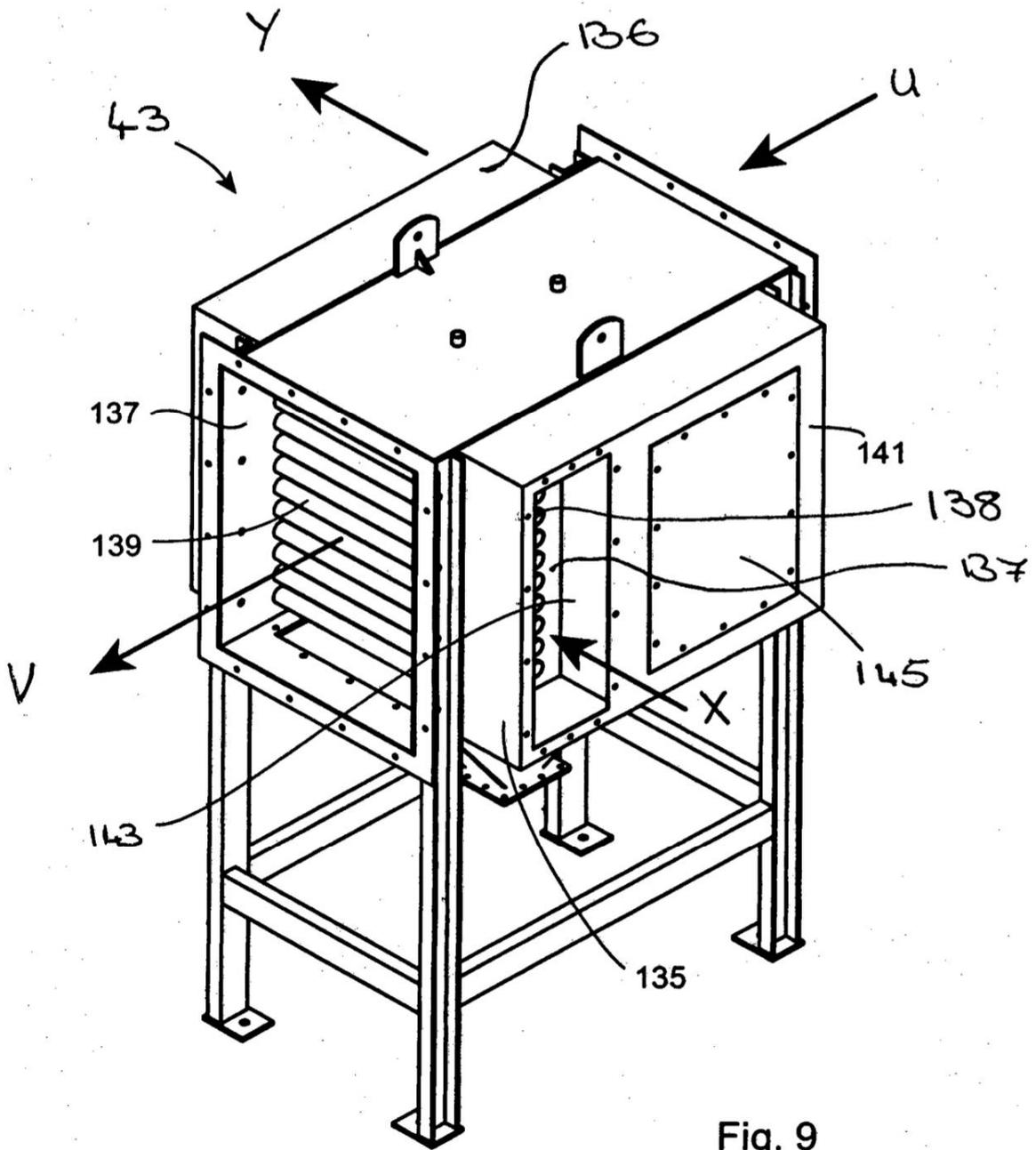


Fig. 9

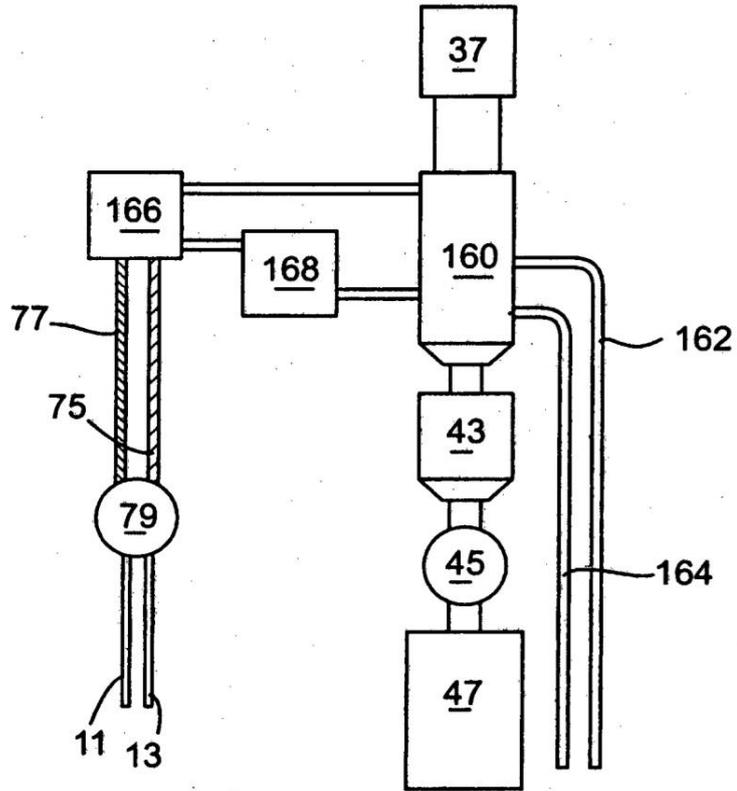


Fig. 10