

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 399**

51 Int. Cl.:

**B07B 4/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05749669 .7**

96 Fecha de presentación: **26.05.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1763407**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.03.2007**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el tratamiento de residuos sólidos urbanos y material de biomasa obtenido mediante tal procedimiento**

30 Prioridad:

**29.05.2004 GB 0412216**  
**16.03.2005 GB 0505323**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

**21.12.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

**21.12.2012**

73 Titular/es:

**ORCHID IP LIMITED (100.0%)**  
**MARKET PLACE**  
**ADLINGTON LANCASHIRE PR7 4EZ, GB**

72 Inventor/es:

**LEES, TONY**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

**ES 2 393 399 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para el tratamiento de residuos sólidos urbanos y material de biomasa obtenido mediante tal procedimiento

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la producción de una cantidad de productos materiales de biomasa y, en particular, a mejorar un material de biomasa que ha sido obtenido como subproducto del tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU). Además, la invención se refiere a un dispositivo para la producción de dicha cantidad de productos materiales de biomasa y a la cantidad de productos materiales de biomasa obtenidos con el mismo. Los productos materiales de biomasa obtenidos son particularmente adecuados para su utilización como combustibles en la producción de energía, en la gasificación, en hospitales, para calefacción en la industria y en el ámbito doméstico. Los productos materiales de biomasa obtenidos son combustibles adecuados como una alternativa a los combustibles fósiles o a los combustibles de biomasa estándar, obtenidos, por ejemplo, mediante trituración de madera y/o hierbas secas.

15 La incineración es un método ya conocido para la eliminación de RSU. En general, los RSU incluyen una combinación de materiales residuales tales como papel, vegetación, alimentos, cauchos, tejidos, madera, piel, plásticos, vidrios y metales, o podrían contener residuos derivados de actividades comerciales, por ejemplo de restaurantes de comida rápida, que constituyen una mezcla importante de alimentos, plásticos y papel. La combustión de los RSU produce una energía calorífica que puede emplearse, por ejemplo, para producir electricidad. Sin embargo, los procesos de quemado generan cenizas y humos nocivos que deben controlarse y además procesarse para su eliminación segura.

20 Actualmente, muchos gobiernos han implantado restricciones respecto a la quema de combustibles con el fin de limitar estrictamente la cantidad de sustancias nocivas liberadas al medio ambiente. Por tanto, es deseable procesar los RSU de forma que se puedan separar y recuperar materiales orgánicos e inorgánicos de los mismos. El material orgánico separado, tras un procesado posterior, se puede emplear como combustible, pudiendo quemarse de forma más respetuosa con el medio ambiente.

25 Tradicionalmente es conocida la separación de los materiales orgánicos e inorgánicos mediante la saturación de los RSU con agua y/o vapor, mientras se calienta y se hacen girar los RSU para obtener una pasta de los materiales orgánicos contenidos en los mismos. El material orgánico tratado se separa entonces de los componentes inorgánicos de los residuos, permitiendo que éste caiga a través de un tamiz. Ejemplos de tales procesos se describen en la US 5.190.226 y 5.556.445. Sin embargo, estos procesos conocidos proporcionan una pasta de material orgánico con un contenido en agua de entre el 35 y el 70%, extremadamente húmedo y, por tanto, implican un procesado posterior para reducir el contenido de agua con el fin de que la pasta sea adecuada para su uso como compost o combustible. Igualmente, el material en pasta seguirá conteniendo ciertos materiales no combustibles, como metales, cauchos, vidrio, etc., así como materiales combustibles tóxicos, tales como aquellos plásticos y cauchos cuyo tamaño les ha permitido atravesar las perforaciones del tamiz junto con la materia orgánica así recuperada. La presencia de tales materiales no combustibles y de materiales tóxicos reduce el valor del combustible de biomasa producido a partir de la materia orgánica recuperada, ya que la quema de este combustible todavía resulta en la producción de algunos gases nocivos y cenizas, disminuyendo su potencial energético.

35 La solicitud de patente internacional WO 03/092922 describe un método mejorado para el tratamiento de RSU que proporciona un material orgánico en pasta con un contenido en humedad de hasta el 15%, muy adecuado para su procesado posterior con el fin de obtener combustible o compost. Sin embargo, la pasta orgánica mejorada se sigue separando de los componentes inorgánicos de los residuos mediante su paso a través de una criba de tambor, por lo que aún contiene ciertos componentes inorgánicos y tóxicos.

45 Son conocidos separadores de aire que emplean dos flujos de aire para separar materiales en base a su densidad. Uno de ellos es el conocido de la EP 0982082 (Beloit Technologies Inc.). En este sistema anterior, el aire es expulsado a través de una cámara de separación vertical abierta a la atmósfera. El material a separar se introduce en la corriente ascendente de aire y aquel de menor densidad asciende con éste, mientras que el material más pesado cae por el fondo abierto del separador. La dispersión del material se consigue con un chorro de aire a alta presión que rompe en pedazos y dispersa el material dentro de la corriente de aire ascendente. Este sistema está particularmente adaptado para separar trozos de madera, donde aquellos con nudos más densos caen atravesando la corriente de aire ascendente, siendo arrojados los más ligeros a la cámara de separación. Sin embargo, este sistema no es adecuado para separar RSU. Ello se debe a que los RSU contienen fragmentos de cristal que, aun con una densidad relativamente alta, también presentan una sección superficial que podría permitirles ser capturados por el chorro de alta presión y forzarles hacia la cámara de separación sin caer hacia el exterior para su recogida.

La US 4 010 097 (Murray y col.) describe un clasificador para material recuperado con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

55 Es un objeto de la presente invención proporcionar un método para el procesado de material orgánico en pasta separado de los RSU durante su tratamiento que produce al menos un material de biomasa de alta calidad que contiene menos contaminantes inorgánicos y tóxicos y que, cuando se quema, mejora las emisiones nocivas, reduce en gran medida el contenido en cenizas, a la vez que mantiene un alto poder calorífico.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para tratar residuos sólidos urbanos (RSU) derivados de materiales de biomasa para reducir su nivel de contaminantes con las características de la reivindicación 1.

5 El procedimiento puede incluir el paso de "lavar" con aire el material de biomasa separado más denso con dicha corriente de aire aguas abajo del citado vórtice con el fin de separar los componentes más ligeros contenidos en el material de biomasa, así como redireccionar tales componentes ligeros separados hacia la segunda salida de la corriente de aire.

10 El paso de inducir una corriente de aire puede incluir arrojar el aire a través del separador y el mencionado paso de redireccionar puede incluir dirigir la corriente de aire en una dirección esencialmente opuesta a la de la cortina de material en caída.

La cortina de caída del material de biomasa y/o el flujo de aire inducido pueden ajustarse para seleccionar la densidad de los componentes separados del material de biomasa.

15 El proceso puede incluir los pasos de transportar el material de biomasa redirigido a un separador de densidad positiva, dirigir una corriente de aire a través del material de biomasa en el separador de densidad para llevar los componentes ligeros seleccionados a su interior y trasladar dichos componentes más ligeros a una primera salida del separador de densidad, así como recoger el material de biomasa remanente y enviarlo a una segunda salida del separador de densidad para su recepción en una bahía receptora.

El flujo de aire puede ser dirigido en dirección oblicua a la del material de biomasa redirigido. En una realización, el paso del transporte se debe a una corriente de aire transportadora de presión positiva.

20 El proceso puede comprender, además, el paso de distribuir y separar los componentes del material de biomasa en el interior de la corriente de aire transportadora.

Los componentes más ligeros separados pueden ser plásticos y pueden separarse adicionalmente en varios tipos de componentes mediante el ajuste de la temperatura y/o del flujo de aire en el separador de densidad.

25 El proceso puede incluir el paso de separar el polvo de los componentes más ligeros seleccionados en un separador ciclónico.

El proceso puede incluir el paso de direccionar dicho polvo separado a un filtro de polvo.

El proceso puede comprender el paso de direccionar los citados componentes más ligeros desde el ciclón a una bahía receptora y/o a un separador de densidad de presión positiva.

30 El material de biomasa derivado de los RSU mezclado se puede cribar para eliminar aquellos componentes que tienen un tamaño superior a 50 mm, preferentemente a 10 mm, en especial superior a 3 mm, antes del paso de suministro.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un dispositivo para el tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) derivados de material de biomasa para reducir su nivel de contaminantes que presenta las características de la reivindicación 13.

35 Los medios de suministro de aire pueden dirigir el aire, al menos en parte, a través del citado conducto para material aguas debajo de la citada turbo-cámara.

Los medios para mantener el citado conducto para el material bajo una presión negativa pueden incluir al menos una esclusa de aire para las citadas entrada y/o primera salida.

Los medios para mantener el citado conducto para el material bajo una presión negativa pueden incluir medios de inducción para forzar el citado flujo de aire a través del turbo-separador.

40 El dispositivo puede comprender medios para ajustar la geometría de al menos uno de los conductos para material, la turbo-cámara y una salida de la turbo-cámara para dichos componentes ligeros redirigidos hacia la segunda salida.

45 En una realización, el dispositivo comprende un separador de densidad de presión positiva que presenta al menos una entrada y dos salidas, estando adaptada la entrada para admitir una corriente de material de biomasa derivado de RSU mezclado, al menos un conducto para dirigir el material de biomasa a través de una primera de las salidas y medios para aportar una corriente de aire y dirigirla a través de la corriente del material de biomasa para separar los componentes más ligeros seleccionados y llevarlos a una segunda de las salidas.

El dispositivo puede comprender un sistema de transporte de aire de presión positiva para dirigir el material de biomasa a través del separador de densidad y el separador puede comprender medios para dirigir el flujo de aire a la corriente de material de biomasa derivado de RSU mezclado mientras cambia de dirección.

El dispositivo puede comprender una segunda entrada para admitir la citada corriente de aire y al menos un conducto de aire para dirigir la corriente de aire de forma oblicua a la corriente de material de biomasa derivado de RSU mezclado.

5 El separador de densidad puede incluir una cámara de distribución aguas arriba del canal ajustable y puede comprender medios para dirigir el flujo de aire a través de la corriente remanente de material de biomasa aguas abajo del citado canal ajustable. El separador de densidad puede disponerse aguas abajo de la mencionada segunda salida del turbo-separador.

10 Se puede proporcionar al menos un ventilador para producir un sistema de transporte de presión positiva con el fin de transferir el material de biomasa de RSU mezclado mediante la presión positiva del separador de densidad. Se puede proporcionar al menos un ciclón con una entrada de aire conectada a una segunda entrada del separador de vacío o del separador de densidad y al menos dos salidas del ciclón, donde una primera de las salidas del ciclón está conectada a al menos uno de entre el separador de densidad de presión positiva y/o la bahía de recogida, con el fin de recoger el material de biomasa mejorado.

15 De acuerdo con el tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de material de biomasa mejorado como producto final del proceso para reducir los contaminantes del material de biomasa derivado de residuos sólidos urbanos (RSU), el producto de material de biomasa mejorado puede encontrar una aplicación particular como combustible, teniendo un contenido de humedad total inferior al 17% y un contenido en cloruros inferior al 0,3% y/o un contenido en cenizas inferior al 16%. El proceso adicionalmente conlleva que cierto número de subproductos, tales como vidrios, cauchos, plásticos y materiales no combustibles, puedan reciclarse y/o procesarse de otro modo para obtener nuevos productos o mezclarse para proporcionar un combustible de menor grado.

20 A modo de ejemplo, se describen ahora realizaciones específicas de la presente invención con referencia a las figuras, en las cuales.

Fig. 1: vista esquemática de un dispositivo para la producción de un material de biomasa mejorado según una primera realización de la presente invención.

Fig. 2a: vista en sección del turbo-separador de vacío de la fig. 1.

25 Fig. 2b: vista aumentada de la turbo-cámara de la fig. 2a y

Fig. 3: vista en sección del separador de densidad de presión positiva de la fig. 1.

30 El punto inicial del presente proceso, de acuerdo con una primera realización, es la provisión de un material de residuos de biomasa mezclado en bruto 2 obtenido como producto final del tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) y que comprende una pasta de material orgánico, así como componentes inorgánicos y tóxicos cuya dimensión no supera 50 mm. Tal material de biomasa adecuado de alta calidad se obtiene como producto final según el método de tratamiento descrito en la solicitud de patente internacional WO 03/092922.

35 En referencia a la fig.1, el material de biomasa mezclado 2 se alimenta a una tolva de almacenamiento 4 para su uso en el proceso. Desde la tolva 4, el material de biomasa 2 se alimenta a un ritmo controlado y después se transporta, vía los transportadores 6, a una tolva de alimentación 8. Desde la tolva de alimentación 8, vía una válvula de giro 10 en su salida, el material de biomasa 2 se alimenta con escarbado a una velocidad controlada en un turbo-separador de vacío 12 (se describirá con más detalle posteriormente). En esta etapa del proceso, el material combustible se separa del material no combustible más pesado. Este material no combustible más pesado así separado del material de biomasa mezclado se descarga en una bahía receptora 14 mediante una válvula de giro 16. El aire inducido necesario para este proceso es proporcionado por el ventilador de aire 18.

40 El material de biomasa mezclado remanente 2 es entonces transportado por el flujo de aire desde el turbo-separador de vacío 12 a un ciclón de transferencia 20. El vórtice creado separa el polvo del material de biomasa mezclado 2 y lo descarga a través de una salida 22, siendo transportado a un filtro para polvo 24. El material de biomasa mezclado remanente se descarga, por la válvula de giro 26, a través de una válvula de desvío 28, donde puede ser enviado selectivamente a otra bahía receptora 30 o a un empalme de entrada 32 de un sistema de transporte de presión positiva, donde se proporciona aire propelente mediante un ventilador de transporte 34. El material de biomasa mezclado es entonces o bien recogido o bien transportado, vía el sistema de transporte de presión positiva, a un separador de densidad de presión positiva 36 (se describe más en detalle posteriormente). El separador de densidad de presión positiva 36 está específicamente diseñado para extraer las piezas de plástico más grandes del material de biomasa combustible, lo que permite que el material de biomasa mezclado remanente, el producto combustible de biomasa de alta calidad resultante, sea descargado, a través de la válvula de giro 38, a una bahía receptora 40. El aire secundario requerido en este proceso es proporcionado por el ventilador 42. La retirada de estos plásticos pesados reduce el contenido en cloruros y de otras emisiones nocivas, proporcionando así un producto combustible de biomasa de alta calidad respetuoso con el medio ambiente.

55 Los trozos de plástico separados se extraen del separador de densidad 36 en un ciclón de alta eficiencia 44, donde los plásticos se separan de la corriente de aire transportadora y se descargan, vía la válvula de giro 46, a una bahía receptora 48. El aire eliminado se dirige entonces al filtro para polvo 24, que contiene un filtro de tejido. El aire filtrado es

emitido mediante un ventilador de escape 50, mientras que el polvo recogido en el filtro para polvo 24 se descarga mediante una válvula de giro 52 a una tolva de almacenaje (no mostrada) para ser transportado o para remezclarse con los productos combustibles.

5 En el turbo-separador de vacío 12, como se ilustra en la fig. 2, el material de biomasa mezclado 2 se alimenta a velocidad controlada, mediante una esclusa de aire giratoria 10, a una placa esparcidora ajustable 72. Esto convierte una única corriente de residuos en una banda de material 1 que caerá como una cortina continua de residuos por el empalme 74 a una turbo-cámara/vórtice 75 y entonces a una columna de lavado de aire 76.

10 El turbo-separador de vacío 12 funciona bajo vacío. Cierta cantidad de aire controlada 78 se transporta, vía el ventilador 18, al separador 12 a través de una serie de entradas de aire ajustables 80, que pueden contener un filtro, y que están diseñadas para crear un perfil de velocidad variable. El aire 78 desciende en el separador 12 hacia el empalme 82, donde gira 180° y entonces fluye a menor velocidad, en esta realización a una velocidad de entre 5 y 15 m/s, aguas arriba de la columna de lavado de aire 76, en la dirección opuesta a la del flujo de material 1 en la turbo-cámara 75. La geometría de la turbo-cámara 75, el flujo de aire en ese momento en la turbo-cámara y la caída del material crean un vórtice de material 3 que gira en la turbo-cámara 75. Esto separa por centrifugación el material más denso y el producto aglomerado 5 y acelera el aire, permitiendo que los materiales separados más ligeros 7 salgan con la corriente de aire, a través de la cámara de aceleración 84, a una velocidad de aproximadamente 20 m/s y, entonces, por una curva interior, se transfieren al conducto de transferencia 86. Mientras el material más denso y el producto aglomerado 5 caen por gravedad al interior de la columna de aire de lavado 76, que se mantiene bajo vacío, provoca que los productos remanentes más ligeros 9 se desaceleren, giren 180° para ser lavados de la corriente de producto y sean llevados a la corriente de aire 78 y después llevados de vuelta a la columna de lavado 76 y al exterior a través de la cámara de aceleración 84. Los componentes más densos de los residuos 5 continúan cayendo con la columna de aire de lavado 76 y, desde allí, son descargados, vía la válvula de giro 16, en la bahía receptora 14. Las válvulas de giro 16 y 10 permiten que el separador funcione bajo vacío.

25 El grado de separación se controla mediante el ajuste de la geometría de la columna de aire de lavado 76, aumentando o disminuyendo su anchura y sus ángulos, mediante medios de ajuste 87, 89, y/o ajustando la velocidad del flujo de aire 78, 78', y/o la geometría de la turbo-cámara 75.

30 Como se muestra en la fig. 3, en el separador de densidad positivo 36, el material de biomasa mezclado que entra del ciclón de transferencia 20 viaja desde el conducto de transferencia 86, a una velocidad predeterminada, a un conducto vertical 88 y entonces entra en una cámara de distribución ajustable 90. La cámara de distribución 90 está diseñada para distribuir y separar los productos del material de biomasa mezclado dentro de la corriente de aire transportadora. El material de biomasa separado pasa entonces a través de un anillo ajustable 92, donde se produce una separación inicial, girando 180° los componentes más ligeros del material de biomasa y siendo llevados a través de un segundo anillo 94 y extraídos con la llave 96. Los componentes más ligeros de los residuos de biomasa se transportan entonces aguas arriba mediante el aire secundario 102 que sopla del separador 36. Los componentes más pesados se deslizan por el cono 98 y caen en una segunda cámara de separación 100. Debido a que los componentes más pesados caen a la segunda cámara de separación 100, el aire secundario 102 sopla en dirección opuesta y hacia arriba de la cámara 100 para separar cualquier componente ligero que no haya girado 180° en el anillo ajustable 92. Los componentes más ligeros así separados se unen a los componentes ligeros previamente separados y salen por la llave 96. Los componentes más pesados residuales se transportan hacia abajo, a la cámara 100, y entonces son evacuados mediante una válvula de giro desde la base 104 de la tolva cónica 99.

El aire secundario 102 es proporcionado por un ventilador 42 y se alimenta al sistema en 106 y después se va alimentando a una serie de cámaras 108, 110 para llegar a la base de la segunda cámara de separación 100 en el punto 112, todo ello a una velocidad predeterminada.

45 El tamaño del anillo 92 se ajusta mediante el levantamiento o la bajada de la cámara de distribución 90 con una tuerca 114. La geometría del anillo 94 se puede ajustar reemplazando la cámara de distribución 90 por otra unidad de mayor o menor tamaño 118 (mostrada con línea de puntos). El tamaño de la cámara 100 puede ajustarse mediante el reemplazo del manguito interno 116 por otra unidad mayor o menor.

En el separador 36, los plásticos más ligeros que salen por la llave 96 se transportan a un ciclón separador 44.

50 En la tabla 1 se muestra un análisis de combustión química del producto combustible de biomasa final de alta calidad, que es una mezcla de productos finales combustibles obtenida mediante el proceso de las realizaciones 1 y 2 anteriormente descritas, en comparación con un producto de biomasa inicial del proceso. De esta tabla se evidencia que los contaminantes y los componentes potencialmente nocivos han sido considerablemente reducidos, a la vez que se obtiene un alto poder calorífico.

**Tabla 1**

	Unidades	Material biomasa antes del procesado	Producto combustible de biomasa tras procesado	Comentarios
Humedad total	%	15-20	12-17	Reducida
Cenizas	%	15-20	10-16	Reducidas
Materia volátil	%	-	60-65	-
Sulfuros	%	1,0-0,6	0,4-0,8	Reducidos
Cloruros	%	0,4-0,6	0,1-0,3	Reducidos
Valor calorífico bruto	Mj/Kg	13-18	13-16	Inferior*
Valor calorífico neto	Mj/Kg	12-16	12-14	Inferior*
Densidad energética	Gj/m <sup>3</sup>	-	3-4	-
Arsénico	mg/Kg seco	3-10	3-5	Reducido
Antimonio	mg/Kg seco	3-10	3-10	-
Cadmio	mg/Kg seco	0,4-1	0,2-0,5	Reducido
Cromo	mg/Kg seco	15-30	10-20	Reducido
Cobre	mg/Kg seco	25-65	25-35	Reducido
Plomo	mg/Kg seco	50-150	50-100	Reducido
Mercurio	mg/Kg seco	<1	0,05-0,2	Reducido
Níquel	mg/Kg seco	12-25	10-15	Reducido
Vanadio	mg/Kg seco	25-50	20-30	Reducido
Zinc		50-120	50-120	-

El valor calorífico se ve ligeramente reducido debido a la eliminación de plásticos, que tienen un alto valor calorífico. La reducción de plásticos contaminantes conlleva una reducción significativa de los contaminantes ambientales, por ejemplo de cloruros.

5

El producto combustible de biomasa de alta calidad resultante es además respetuoso con el medio ambiente en comparación con el combustible fósil, por ejemplo con el carbón, y cuando se compara con los límites ambientales establecidos para estaciones energéticas necesarios para obtener los obligados certificados renovables (ROCS) para la quema de combustibles de biomasa. Los resultados de los ensayos realizados se muestran en la Tabla 2.

10

**Tabla 2**

Parámetros	Unidades	Límites para la biomasa de la Agencia Ambiental ROCS	Producto combustible de biomasa después del procesado	Carbón típico
Humedad total	%	25	12-17	6-8
Cenizas	%	10	10-16	5-12
Materia volátil	%	-	60-65	26-37

## ES 2 393 399 T3

Sulfuros	%	0,4	0,4-0,8	0,8-3
Cloruros	%	0,4	0,1-0,3	0,1-0,4
Valor calorífico bruto	Mj/Kg	-	13-16	-
Valor calorífico neto	Mj/Kg	>14	12-14	23-31
Densidad energética	Gj/m <sup>3</sup>	-	3-4	24
Arsénico	mg/Kg seco	5	2-5	No disponible
Antimonio	mg/Kg seco	-	3-10	No disponible
Cadmio	mg/Kg seco	0,2	0,2-0,5	No disponible
Cromo	mg/Kg seco	30	10-20	No disponible
Cobre	mg/Kg seco	50	25-35	No disponible
Plomo	mg/Kg seco	20	50-100	No disponible
Mercurio	mg/Kg seco	0,05	0,05-0,2	No disponible
Níquel	mg/Kg seco	30	10-15	No disponible
Vanadio	mg/Kg seco	20	20-30	No disponible
Zinc	mg/Kg seco	80	50-120	No disponible

5 Como alternativa, puede producirse una calidad de rango inferior de los productos combustibles ajustando los controles del aparato de densidad 36, Tales productos combustibles son adecuados para su uso en gasificadores, en la industrial del papel y del cemento, como producto combustible de biomasa de bajo grado en plantas de quemado de carbón, en diseños de calefacción domésticos e industriales y para ser mezclados con el fin de obtener otros combustibles, por ejemplo combustibles domésticos.

Las diferentes etapas de separación resultan, cada una, en un producto residual diferente. El vidrio y el caucho, los materiales plásticos no combustibles y los plásticos recuperados en cada una de las bahías pueden separarse además para su recuperación y el reciclaje de sus diversos componentes.

10 Aunque el material de inicio se ha descrito como no presentando componentes de un tamaño superior a 50 mm, el material de inicio podría contener componentes de diferentes dimensiones máximas. El material de biomasa mezclado podría hacerse pasar por una criba de tambor para la preselección de los componentes de máxima dimensión.

15 Aunque el material inicial de residuos de biomasa mezclado se ha considerado producido por el método de tratamiento de RSU descrito en la WO 03/092922, se entenderá que el presente procedimiento puede aplicarse a otros tipos de residuos de biomasa. Además, podrían omitirse una o más de las diversas etapas del presente procedimiento para conseguir un combustible de biomasa de menor grado.

20 Aunque se ha descrito el procedimiento con una separación de plásticos en la bahía receptora 40 utilizando el separador de densidad positivo 36, el procedimiento podría adaptarse para una separación adicional de plásticos mediante el ajuste de la temperatura y del flujo de aire en el interior del separador. Plásticos reciclables como PET podrían separarse de aquellos plásticos menos reutilizables, como PVC. A una determinada temperatura, el PET se funde y se transforma en una masa más coherente que puede ser separada por aire en una bahía receptora diferente. Los plásticos reciclables así separados proporcionan un subproducto reutilizable y además reducen la cantidad de material destinado a ser desechado en los vertederos.

25 Aunque la invención se ha descrito en detalle en base a realizaciones específicas de la misma, el experto en la materia puede llevar a cabo diversos cambios y modificaciones sin salirse del alcance de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para el tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) derivados de material de biomasa (2) que reduce el nivel de contaminantes, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
  - 5 suministrar una corriente de material de biomasa mezclado derivado de RSU (2) a una primera entrada (10) de un separador (12) que permite que dicho material de biomasa suministrado (2) caiga como una cortina de material (1) desde dicha primera entrada (10), a través de una cámara (75), a una primera salida (16) del separador (12) e
  - 10 inducir una única corriente de aire (78) que fluye desde una segunda entrada (80) del separador (12) a través de la cámara (75) a una segunda salida (86) del separador (12), **caracterizado porque** el separador (12) es un turbo-separador de vacío que opera bajo presión negativa, comprendiendo el proceso, además, las etapas de
  - 15 dirigir dicha corriente de aire (78) a través de la citada caída de material (1) en la cámara (75), que es una turbo-cámara, trasladando dicho material (1) a su interior e induciendo un vórtice material de biomasa (3) que gira dentro de la turbo-cámara (75) para separar, mediante la acción centrífuga, los componentes más densos (5) del material de biomasa (1); y proseguir la caída de dicho material de biomasa más denso separado (5) hasta la citada primera salida (16) para su recogida en una bahía receptora (14);
  - 20 y redirigir el material de biomasa transportado más ligero (7) a dicha segunda salida (86) en la corriente de aire (78), donde la corriente de aire (78) se acelera en la turbo-cámara (75), comprendiendo después un paso de lavado con aire del material de biomasa más denso separado (5) con dicha corriente de aire (78) aguas abajo del vórtice (75) para separar los componentes más ligeros (9) del material de biomasa en su interior, y redirigir estos componentes más ligeros separados (7, 9) a la segunda salida (86) vía la corriente de aire (78).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la corriente de aire (78) es inducida a baja velocidad.
- 25 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el citado paso de inducir una corriente de aire (78) incluye insuflar aire a través del separador (12) y el paso de dirigir incluye dirigir la corriente de aire (78) en una dirección esencialmente opuesta a la de la cortina de caída de material (1, 5, 7, 9).
- 30 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende la etapa de ajustar la cortina de caída de material de biomasa y/o ajustar el flujo de aire inducido (78) y/o la geometría de la turbo-cámara (75) para seleccionar la densidad de los componentes separados a partir del material de biomasa.
- 35 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende la etapa de transportar el material de biomasa redireccionado (7, 9) al interior de un separador de densidad de presión positiva (36), dirigir otra corriente de aire (102) a través del material de biomasa redireccionado (7, 9) en el separador de densidad (36) para la introducción de los componentes más ligeros seleccionados y llevar tales componentes más ligeros a una primera salida (96) del separador de densidad (36) y recoger el material de biomasa remanente y enviarlo a una segunda salida (38) del separador de densidad para su recogida en una bahía receptora (40).
- 40 6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la corriente de aire adicional (102) se dirige de forma oblicua al material de biomasa redirigido y la etapa de transporte es mediante una corriente de aire transportadora de presión positiva.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el proceso comprende una etapa de distribución y separación de los componentes del material de biomasa dentro de la corriente de aire transportadora (102).
- 45 8. Procedimiento según las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque el material de biomasa se separa adicionalmente en partes de componentes dentro del separador de densidad (36) mediante el ajuste del flujo de aire (102).
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque incluye la etapa de separar el polvo de los componentes más ligeros separados en un separador ciclónico (20, 44).



10. Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende la etapa de dirigir el polvo separado a un filtro para polvo (24).
- 5 11. Procedimiento según las reivindicaciones 9 o 10, caracterizado porque comprende la etapa de direccionar los componentes más ligeros desde el ciclón (20, 44) a una bahía receptora (30, 48) y/o a un separador de densidad de presión positiva (36).
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la etapa de suministro del material de biomasa derivado de RSU mezclado (2) se criba para eliminar componentes que tengan un tamaño superior a 50 mm, preferentemente a 10 mm, en especial a 3 mm.
- 10 13. Dispositivo para el tratamiento de residuos sólidos urbanos (RSU) derivados de un material de biomasa (2) para reducir su nivel de contaminantes, que comprende un separador (12) con al menos una entrada (10) y dos salidas (16, 86), estando la entrada (10) adaptada para admitir una corriente mezclada de material de biomasa derivado de RSU (2), al menos un conducto de material que permite que dicho material de biomasa (2) caiga como una cortina de material (1) desde dicha entrada (10) a una primera de las salidas (16) para su recogida en una bahía receptora (14), una cámara (75) en el citado conducto para material, medios para suministrar una única corriente de aire (78) y para dirigirla a través de dicha cortina de caída (1) de material de biomasa en la cámara (75), caracterizado porque el separador (12) es un turbo-separador de vacío y la cámara (75) es una turbo-cámara, donde la turbo-cámara (75) está adaptada para permitir la inducción de un vórtice de giro de material de biomasa (3) mediante la corriente de aire (78) y para redirigir los componentes más ligeros seleccionados (7) del material de biomasa (2) en la corriente de aire (78) a la segunda de las citadas salidas (86); el dispositivo también comprende medios para mantener el conducto de material bajo presión negativa, donde los medios de suministro de aire (18) dirigen el aire al menos parcialmente a través del conducto de material aguas abajo de la turbo-cámara (75).
- 15 20
14. Dispositivo según la reivindicación 13, caracterizado porque los medios para mantener el conducto bajo una presión negativa incluyen al menos una esclusa de aire en la citada entrada (10) y/o en la primera salida (16).
- 25 15. Dispositivo según las reivindicaciones 13 o 14, caracterizado porque los medios para mantener el conducto de material bajo presión negativa incluyen medios de inducción para forzar la corriente de aire a través del separador (12).
- 30 16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, caracterizado porque comprende medios para ajustar la geometría de al menos uno de entre el conducto de material, la turbo-cámara (75) y una salida (82, 84) de la turbo-cámara (75) para redirigir los componentes más ligeros (7, 9) a la segunda salida.
- 35 17. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 16, caracterizado porque además comprende un separador de densidad de presión positiva (36) que incluye al menos una entrada (86) y dos salidas (38, 96), estando adaptada la entrada (86) para admitir una corriente de material de biomasa derivado de RSU, y al menos un conducto para redireccionar el material de biomasa a través de una primera de las salidas (38), así como medios para suministrar una corriente de aire (102) y dirigirla a través de la corriente de material de biomasa para separar los componentes más ligeros seleccionados y dirigirlos a una segunda de las salidas (96).
- 40 18. Dispositivo según la reivindicación 17, caracterizado porque el separador de densidad de presión positiva (36) tiene una segunda entrada (106) para admitir la corriente de aire (102) y al menos un conducto de aire para redireccionar la corriente de aire de forma oblicua en la corriente de material de biomasa derivado de RSU mezclado.
- 45 19. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 17 o 18, caracterizado porque comprende un sistema de transporte de aire de presión positiva para dirigir el material de biomasa a través del separador de densidad (36) y este separador de densidad (36) comprende al menos un canal ajustable (92) para cambiar respectivamente la dirección del flujo de los componentes más ligeros de la corriente de material de biomasa.
20. Dispositivo según la reivindicación 19, caracterizado porque el separador de densidad (36) incluye medios para direccionar la corriente de aire (102) al material de biomasa derivado de RSU mezclado mientras cambia de dirección.
- 50 21. Dispositivo según las reivindicaciones 19 o 20, caracterizado porque el separador de densidad (36) incluye una cámara de distribución (90, 118) aguas arriba del canal ajustable (92).

## ES 2 393 399 T3

22. Dispositivo según las reivindicaciones 19, 20 o 21, caracterizado porque el separador de densidad (36) comprende medios (100, 116) para dirigir el flujo de aire (102) a través de la corriente de material de biomasa remanente aguas abajo del canal ajustable (92).
- 5 23. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 22, caracterizado porque se proporciona el separador de densidad (36) aguas abajo de una segunda salida (86) del turbo-separador (12).
24. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 23, caracterizado porque comprende al menos un ventilador (18) para suministrar un sistema de transporte de presión positiva para transferir el material de biomasa derivado de RSU mezclado a través de un separador de densidad de presión positiva (36).
- 10 25. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 13 a 24, caracterizado porque comprende al menos un ciclón (20, 44) que presenta una entrada de aire conectada a una segunda salida del separador de vacío (12) o del separador de densidad (36) y al menos dos salidas ciclónicas, una primera de las cuales está conectada a la entrada de un filtro para polvo (24) y la segunda de ellas está conectada al menos a uno de entre el separador de densidad de presión positiva (36) y/o a una bahía receptora (30, 48) para la recogida del producto de biomasa mejorado.
- 15 26. Producto de material de biomasa obtenido según el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque tiene un contenido de humedad total del 12 al 17% y un contenido de cloruros inferior al 0,3%,
- 20 27. Utilización del producto de material de biomasa según la reivindicación 26 como combustible para generar energía.

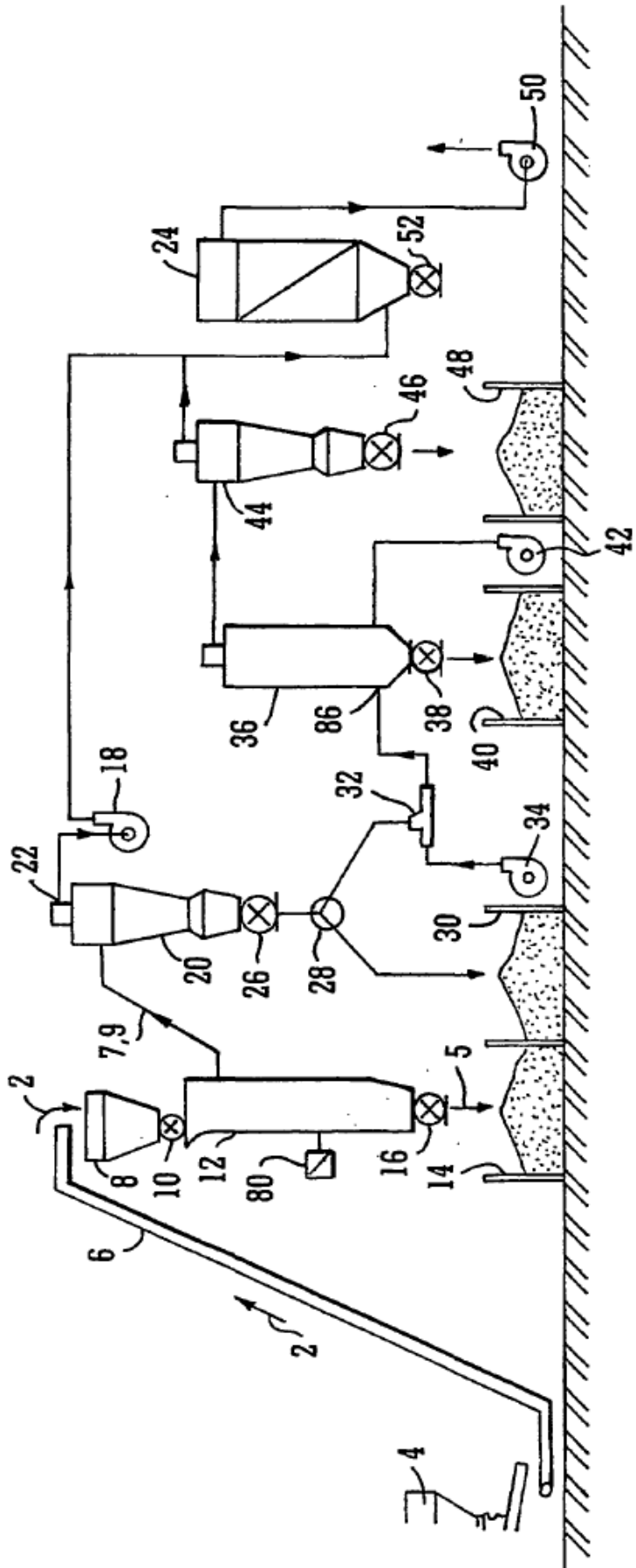
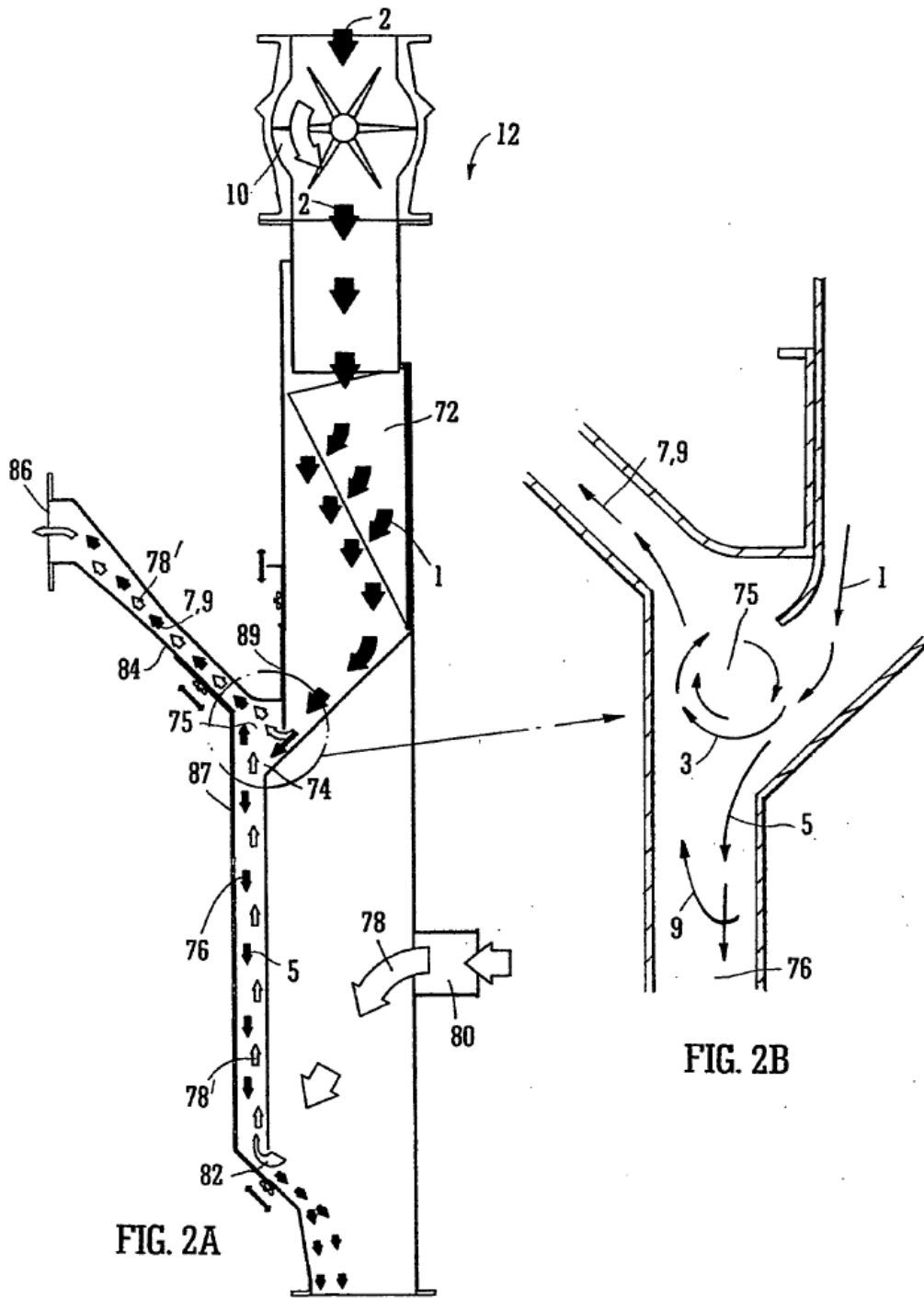


FIG. 1



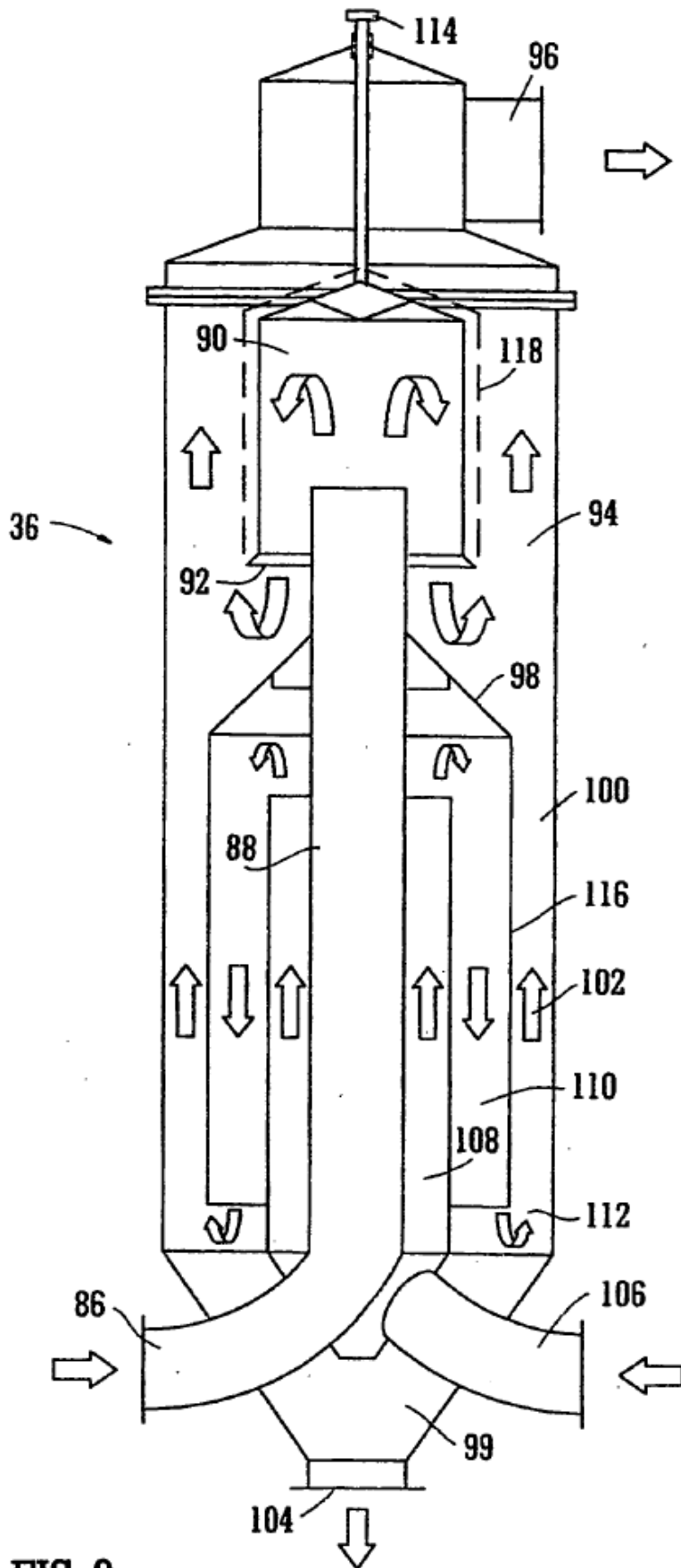


FIG. 3