

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 959**

51 Int. Cl.:

F26B 17/20 (2006.01)

F26B 23/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.09.2013 PCT/EP2013/068086**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.03.2014 WO14044517**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2013 E 13759474 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2898274**

54 Título: **Dispositivo para el tratamiento térmico de un producto**

30 Prioridad:

21.09.2012 FR 1258889

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

04.05.2017

73 Titular/es:

**E.T.I.A.-EVALUATION TECHNOLOGIQUE,
INGENIERIE ET APPLICATIONS (100.0%)
Chemin Départemental 200
60201 Compiègne Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**LEPEZ, OLIVIER y
SAJET, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 610 959 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

Dispositivo para el tratamiento térmico de un producto

5 La presente concierne a un dispositivo para el tratamiento térmico de un producto tal como una biomasa, un material polimérico o cualquier otro sólido desmenuzado. Se recuerda que una biomasa designa las fracciones biodegradables de productos, desechos y residuos que provienen de la industria en general y de la agricultura, de la silvicultura y de las industrias afines en particular.

10 ANTECEDENTE TÉCNICO DE LA INVENCION

Numerosos ámbitos industriales han recurrido a materiales poliméricos para la creación de sus productos como por ejemplo materias plásticas. En el contexto actual de valorización de los residuos, existe por lo tanto la necesidad del reciclaje de los desechos industriales y en particular de los desechos poliméricos.

15 Se conoce así reciclar tales desechos sometiéndolos a diversos tratamientos químicos y/o térmicos.

20 Por ejemplo, es conocido un dispositivo para el tratamiento térmico que comprende un recinto y medios de transporte del producto entre la entrada del recinto y la salida del recinto que comprende un tornillo montado para girar en el interior del recinto según un eje geométrico de giro y medios de accionamiento al giro del tornillo. El dispositivo comprende además medios de calefacción del tornillo por efecto Joule.

25 Los desechos son generalmente introducidos a la entrada del recinto bajo la forma de sólidos desmenuzados sucios o sólidos desmenuzados previamente acondicionados por ejemplo por una etapa de densificación.

El tornillo empuja de modo continuo los gránulos hacia la salida del recinto. Por el hecho de la temperatura del tornillo, los gránulos se reblandecen progresivamente en el interior del recinto hasta fundirse. Los gránulos así fundidos puede entonces conformarse para ser reutilizados lo que permite reciclar los desechos tratados.

30 Sin embargo, los dispositivos de este tipo no están adaptados a los tratamientos de ciertos materiales. En particular, ciertos desechos de materia plástica alcanzan muy lentamente su temperatura de fusión y no funden más que tardíamente después de su entrada en el interior del recinto.

35 OBJETO DE LA INVENCION

Un objetivo de la invención es proponer un dispositivo para el tratamiento térmico que pueda ser adaptado al tratamiento de un número más grande de productos.

40 BREVE DESCRIPCION DE LA INVENCION

45 De cara a la realización de este objetivo, se propone un dispositivo para el tratamiento térmico de un producto que comprende un recinto, medios de transporte del producto entre una entrada del recinto y una salida del recinto que comprende un tornillo montado para girar en el interior del recinto según un eje geométrico de giro y que comprende medios de accionamiento al giro del tornillo y medios de calefacción por efecto Joule del tornillo.

Según la invención, el tornillo tiene una resistencia eléctrica que varía a lo largo del eje geométrico de giro.

50 Haciendo variar la resistencia del tornillo gracias a la invención, la resistencia del tornillo se puede adaptar en función de un perfil de temperatura para ser generada en el interior del recinto. En particular, el tornillo puede estar conformado para generar en el interior del recinto un perfil de temperatura ajustado al tratamiento del producto transportado.

55 En los dispositivos para el tratamiento de la técnica anterior, el tornillo es idéntico sobre toda su longitud. En ausencia de producto para transportar en el interior de recinto y despreciando las pérdidas térmicas por convección a la entrada y a la salida del recinto, la temperatura alcanzada por cada unidad de longitud del tornillo es idéntica. En presencia de un producto para transportar en el interior y despreciando dichas pérdidas térmicas por convección, la diferencia de temperatura entre el tornillo y el producto es más importante a la entrada del recinto que a la salida del recinto puesto que transferencias de energía por conducción se efectúan entre cada unidad de longitud del tornillo y el producto para transportar lo que conduce a aumentar progresivamente la temperatura del producto. Desde un punto de vista termodinámico, cada vez menos energía es transferida al producto por el momento de su travesía en el interior del recinto.

60 Así, según un primer modo de realización, la resistencia se puede adaptar de modo que la temperatura del tornillo a la salida del recinto sea más importante que a la entrada del recinto cuando ningún producto sea transportado a fin de que la diferencia de temperatura entre el producto y el tornillo permanezca sensiblemente constante a todo lo

65

largo del recorrido del producto en el interior del recinto cuando el producto es transportado por el tornillo. Esto aumenta el rendimiento de la transferencia de calor y favorece por lo tanto el tratamiento térmico de ciertos productos como las biomásas.

5 Según un segundo modo de realización, la resistencia del tornillo puede estar adaptada de modo que la temperatura del tornillo a la entrada del recinto sea más importante que a la salida del recinto cuando ningún producto es transportado a fin de que la temperatura del tornillo permanezca sensiblemente por encima de la temperatura de fusión del producto cuando el producto es transportado por el tornillo. En efecto, se ha constatado en los dispositivos de la técnica anterior que la introducción de sólidos desmenuzados de un material plástico enfrían el tornillo. A la
10 entrada del recinto, el tornillo por lo tanto puede presentar una temperatura inferior a aquella de fusión de los sólidos desmenuzados de modo que éstos no se fundan inmediatamente. Hace falta así esperar a que los sólidos desmenuzados sean transportados en una cierta longitud antes de comenzar a fundirse. Gracias a este segundo modo de realización, es posible procurar que la temperatura del tornillo en la entrada del recinto sea superior a la temperatura de fusión del material plástico cuando éste es introducido en el interior del recinto. Los sólidos desmenuzados funden así más rápidamente, lo que favorece su tratamiento térmico.

El dispositivo para el tratamiento según la invención por lo tanto puede ser adaptado al tratamiento de un número más grande de productos que los dispositivos de la técnica anterior.

20 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención se comprenderá mejor a la luz de la descripción que sigue de un modo de realización no limitativo de la invención con referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

- 25 - la figura 1 ilustra en perspectiva un dispositivo para el tratamiento según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 2 es una vista en corte de la figura 1,
- 30 - la figura 3 es una vista en perspectiva esquemática de un tornillo del dispositivo para el tratamiento ilustrado en la figura 1,
- la figura 4 es una vista a mayor escala de una parte de la figura 3;
- 35 - la figura 5 es un gráfico que ilustra un perfil de temperatura del tornillo ilustrado en la figura 3 así como un perfil de la resistencia asociada a dicho tornillo y un perfil de temperatura de un tornillo de la técnica anterior;
- la figura 6 es un gráfico que ilustra un perfil de temperatura de un tornillo de un dispositivo para el tratamiento según un segundo modo de realización de la invención así como un perfil de resistencia asociado a dicho tornillo y un perfil de temperatura de un tornillo de la técnica anterior;
- 40 - la figura 7 es un gráfico que ilustra un perfil de temperatura de un tornillo y un dispositivo para el tratamiento según un segundo modo de realización de la invención, un perfil de temperatura de dicho tornillo cuando transporta un producto así como un perfil de temperatura de un tornillo de la técnica anterior y un perfil de temperatura del tornillo de la técnica anterior cuando transporta un producto.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

50 Con referencia a las figuras 1 y 2, el dispositivo según un primer modo de realización de la invención permite tratar térmicamente un producto. A este efecto, el dispositivo según la invención comprende un recinto 1, de dirección general esencialmente horizontal, que se mantiene a una distancia del suelo por patas 2. El recinto 1 comprende una envoltura exterior, en este caso unitaria, que será por ejemplo metálica, en particular fabricada de acero inoxidable no magnético. Según un modo de realización particular, el recinto 1 comprende además en este caso una envoltura interior unitaria de material refractario. Un cajón técnico 3 está fijado a cada uno de los extremos del
55 recinto 1.

El recinto 1 comprende en este caso una entrada 4 dispuesta en el interior del recinto 1 sensiblemente al nivel de un primer extremo del recinto 1. Según un modo de realización particular, el dispositivo comprende una chimenea de entrada 5 que está conectada de modo estanco a la entrada 4 del recinto. La chimenea de entrada 5 por ejemplo está conectada a un dispositivo de trituración, de compactación o de granulación del producto considerado en sólidos desmenuzados o incluso a un dispositivo de acondicionamiento previo del producto considerado bajo forma de sólidos desmenuzados. Un dispositivo de acondicionamiento previo permite calentar y secar dicho producto a valores prescritos de temperatura y de humedad relativa o incluso densificar el producto. Los sólidos desmenuzados son granos en dos dimensiones que se presentan bajo la forma de hojas o incluso de gránulos en tres dimensiones.

65 El recinto 1 comprende además una salida 6 dispuesta en este caso en el fondo del recinto 1 sensiblemente al nivel

del segundo de los dos extremos del recinto 1. Según un modo de realización particular, el dispositivo comprende una chimenea de salida 7 que está conectada de modo estanco a la salida 6 del recinto 1. La chimenea de salida 7 por ejemplo está conectada a un dispositivo de refrigeración del producto.

5 Por supuesto, el fondo y la tapadera del recinto 1 están definidos con relación al suelo sobre el cual reposa el recinto 1.

10 Como se ve mejor en la figura 2, el dispositivo comprende medios de transporte del producto entre una entrada del recinto y una salida del recinto. Dichos medios comprenden así un tornillo 10 que se extiende en este caso en el interior del recinto 1 según un eje geométrico X entre los dos cajones técnicos 3 y que está montado para girar alrededor de dicho eje geométrico X en el interior del recinto 1. El tornillo 10 por ejemplo de acero inoxidable. El tornillo 10 tiene en este caso una forma de serpentín helicoidal está fijado, por ejemplo por soldadura, a sus dos extremos al final de un tramo de árbol 11. Cada uno de dichos tramos de árbol 11 está unido en su otro extremo, mediante una brida 12, a un árbol coaxial 13 que atraviesa el cajón técnico del extremo asociado.

15 Los medios de transporte comprenden además medios de accionamiento al giro del tornillo 10 alrededor del eje geométrico X que están en este caso dispuestos en el interior de uno de los cajones técnicos 3. Según un aspecto particular de la invención, los medios de accionamiento al giro comprenden un motor eléctrico 14 y medios de unión mecánica entre el árbol de salida del motor y un extremo del árbol coaxial 13 asociado, el árbol coaxial 13 accionando él mismo el tornillo 10. Los medios de accionamiento al giro comprenden en este caso medios de control de la velocidad de giro del árbol de salida del motor que comprende por ejemplo un variador de velocidades. Los medios de control permiten así adaptar la velocidad de giro del tornillo 10 al producto transportado es decir adaptar el tiempo de permanencia del producto en el interior del recinto 1.

20 El dispositivo comprende además medios de calefacción por efecto Joule del tornillo 10 que están en este caso dispuestos en el interior de los cajones técnicos 3. Según un modo de realización particular, los medios de calefacción comprenden medios de generación de una corriente eléctrica y medios de acoplamiento de los dos extremos del tornillo a dos polaridades de dichos medios de generación. A este efecto, cada árbol coaxial 13 está rígidamente unido a un tambor coaxial 20 de material eléctricamente conductor, sobre el cual frotan escobillas de carbón 21 de suministro de corriente eléctrica, unidas por hilos conductores (no representados en este caso) a medios de generación de una corriente eléctrica. El tornillo 10 está así atravesado por la misma intensidad a todo lo largo del eje geométrico X. Según un aspecto particular de la invención, los medios de calefacción comprenden medios de regulación de la intensidad de la corriente que atraviesa el tornillo 10. Los medios de regulación comprenden en este caso un regulador interpuesto entre los medios de generación de la corriente eléctrica y los medios de acoplamiento. Los medios de regulación permiten así adaptar la intensidad eléctrica que atraviesa el tornillo 10 al producto transportado.

25 En servicio, el producto que se va a tratar es introducido en el interior de la chimenea de entrada 5 bajo la forma de sólidos desmenuzados en bruto o sólidos desmenuzados previamente acondicionados y el tornillo 10 empuja de modo continuo los sólidos desmenuzados hacia la salida 6 del recinto 1. Debido a la temperatura del tornillo 10, los sólidos desmenuzados se ablandan progresivamente hasta fundirse. El tornillo 10 asegura así a la vez un tratamiento térmico del producto y el transporte del producto.

30 Para más detalles, se podrá hacer referencia al documento FR 2 924 300 de la solicitante, en el cual el recinto 1, los medios de transporte y los medios de calefacción están descritos en detalle.

35 Con referencia a las figuras 2 y 3, el tornillo 10 comprende en ese caso espiras denominadas planas, cada espira presentando una sección rectangular de área S (ilustrado en la figura 4). La sección S está definida por el producto del grosor e de la espira (grosor definido siguiendo el eje geométrico X) por la altura h de la espira (altura definida siguiendo la dirección perpendicular al eje geométrico X).

40 Según un modo de realización ventajoso, el tornillo 10 está dividido a lo largo del eje geométrico X en cinco partes sucesivas 28a, 28b, 28c, 28d y 28e que presentan resistencias eléctricas distintas. La primera parte 28a se extiende según el eje geométrico X entre el primer extremo del tornillo 10a, que está situado sensiblemente al nivel de la chimenea de entrada 5, hasta el principio de la segunda parte 28b. La segunda parte 28b se extiende según el eje geométrico X entre el fin de la primera parte 28a y el principio de la tercera parte 28c. La quinta parte y última 28e se extiende según el eje geométrico X entre el fin de la cuarta parte 28d y el segundo extremo del tornillo 10b está situado sensiblemente al nivel de la chimenea de salida 7. Las cinco partes por supuesto están unidas entre ellas.

45 Según un modo de realización ventajoso de la invención, cada parte del tornillo tiene una altura de espiras diferente de aquellas de las otras partes, las espiras siendo todas idénticas entre ellas en el seno de una misma parte. Así cada parte del tornillo tiene una resistencia eléctrica diferente de aquella de las otras partes. En efecto, la resistencia de una espira está definida por:

$$R = \rho \frac{I}{S}$$

con ρ la resistividad eléctrica del material de la espira en $\text{ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ (con mm^2 por milímetros cuadrados y m por metro),

5

I la longitud de la espira en metros,

S la sección de la espira en metros cuadrados.

10

Modificando la altura de la espira se modifica la sección de la espira de modo que la resistencia de la espira se cambie. Como la resistencia de la parte es proporcional a aquella de las espiras, se modifica así la resistencia de la parte.

15

Más precisamente y según un primer modo de realización de la invención, la primera parte 28a tiene una primera altura de espira h_1 , la segunda parte 28b tiene una segunda altura de espira h_2 inferior a la primera altura de espira h_1 , la tercera parte 28c tiene una tercera altura de espira h_3 inferior a la segunda altura de espira h_2 , la cuarta parte 28d tiene una cuarta altura de espira h_4 inferior a la tercera altura de espira h_3 y la quinta parte 28e tiene una quinta altura de espira h_5 inferior a la cuarta altura de espira h_4 . La resistencia del tornillo 10 aumenta así a lo largo del eje geométrico X entre la entrada 4 del recinto y la salida 6 del recinto. De este modo, cuando no es transportado producto alguno y el tornillo 10 es recorrido por la corriente eléctrica, la temperatura del tornillo 10 al nivel de la primera parte 28a es menos importante que aquella al nivel de la segunda parte 28b que es menos importante ella misma que aquella al nivel de la tercera parte 28c, ella misma menos importante que aquella al nivel de la cuarta parte 28d que es menos importante ella misma que aquella al nivel de la quinta parte 28e.

20

25

La figura 5 ilustra así el perfil de temperatura del tornillo 10 después de que el tornillo 10 haya sido calentado hasta alcanzar un régimen establecido y sin que ningún producto sea transportado por el tornillo 10 (perfil representado por la curva de puntos). El perfil de resistencia del tornillo 10 está representado por la curva de trazo continuo. La figura 5 ilustra igualmente un perfil de temperatura de un tornillo de la técnica anterior de resistencia constante a lo largo del eje de giro del tornillo después de que el tornillo haya sido calentado hasta alcanzar un régimen establecido y sin que ningún producto sea transportado por el tornillo (perfil representado por la curva de trazo continuo y cuadros).

30

35

El perfil de temperatura del tornillo 10 ilustra claramente que la temperatura es más importante al nivel de la salida 6 del recinto 1 que la temperatura al nivel de la entrada del recinto 1. Un perfil de temperatura de este tipo está particularmente adaptado al tratamiento térmico de una biomasa.

40

Según un segundo modo de realización de la invención, el dispositivo es idéntico al dispositivo según el primer modo de realización de la invención con la diferencia de que la resistencia del tornillo disminuye a lo largo del eje geométrico X entre la entrada del recinto y la salida del recinto.

45

La figura 6 ilustra así el perfil de temperatura del tornillo según el segundo modo de realización de la invención después de que el tornillo haya sido calentado hasta alcanzar un régimen establecido y sin que ningún producto sea transportado por el tornillo (perfil representado por la curva de puntos). El perfil de resistencia del tornillo está representado por la curva de trazo continuo. La figura 6 ilustra igualmente un perfil de temperatura de un tornillo de la técnica anterior de resistencia constante a lo largo del eje de giro del tornillo después de que el tornillo haya sido calentado hasta alcanzar un régimen establecido y sin que ningún producto sea transportado por el tornillo (perfil representado por la curva de trazo continuo y cuadros).

50

El perfil de temperatura del tornillo según la invención ilustra claramente que la temperatura al nivel de la salida del recinto es bastante menos importante que aquella al nivel de la entrada del recinto. Un perfil de temperatura de este tipo está particularmente adaptado al tratamiento térmico de una materia plástica.

55

De modo privilegiado, la resistencia del tornillo según el segundo modo de realización está adaptada de manera que cuando el tornillo transporta un producto la temperatura del tornillo permanece sensiblemente constante y por encima de la temperatura de fusión del producto y esto sobre toda la longitud del tornillo. El producto es en este caso una materia plástica.

60

La figura 7 ilustra así el perfil de temperatura del tornillo adaptado así después del régimen establecido y sin que materia plástica sea transportada por el tornillo (perfil representado por la curva de trazo continuo completado con cuadros) y el perfil de temperatura del mismo tornillo cuando transporta la materia plástica (perfil representado por la curva de puntos completada con cuadrados). Igualmente se ilustra el perfil de temperatura de un tornillo de la técnica anterior después del régimen establecido y sin que la misma materia plástica sea transportada por el tornillo de la técnica anterior (perfil representado por la curva de trazo continuo completado con triángulos) y el perfil de

temperatura del mismo tornillo de la técnica anterior cuando transporta la materia plástica (perfil representado por la curva de puntos completada con triángulos).

5 Es visible así que para el tornillo de la invención y para el tornillo de la técnica anterior la introducción de la materia plástica en la entrada del recinto provoca el enfriamiento del tornillo.

10 En el caso del tornillo de la técnica anterior, el tornillo presenta en la entrada una temperatura inferior a la temperatura de fusión de la materia plástica (ilustrada por la curva de trazo continuo) de modo que la materia plástica no se funde inmediatamente. Hace falta pues esperar a que la materia plástica sea transportada sobre, en este caso, más de la mitad del tornillo de la técnica anterior antes de empezar a fundirse.

15 Por el contrario para el tornillo de la invención, el tornillo permanece a una temperatura superior a aquella de la temperatura de fusión de la materia plástica sobre toda la longitud del tornillo. En particular, la temperatura del tornillo en la entrada del recinto se mantiene superior a la temperatura de fusión de la materia plástica cuando ésta es introducida en el interior del recinto. La materia plástica considerada funde por lo tanto más rápidamente gracias al tornillo de la invención que con el tornillo de la técnica anterior lo que favorece su tratamiento térmico.

20 El dispositivo según la invención es adaptable al tratamiento térmico de una gran gama de productos principalmente gracias a la definición del tornillo 10. Además, una vez el tornillo 10 en su sitio en el interior del recinto 1, todavía es posible en menor medida adaptar el tratamiento térmico al producto transportado modulando la intensidad eléctrica de la corriente que atraviesa el tornillo 10 y la velocidad de giro del tornillo.

25 Por supuesto la invención no está limitada al modo de realización descrito y se pueden aportar variaciones de realización sin por ello salirse del ámbito de la invención tal como se define por las reivindicaciones.

30 El número de partes indicado no es limitativo. Y lo que es más, el tornillo podrá no estar dividido en partes y presentar una resistencia eléctrica que varíe de modo continuo a lo largo del eje geométrico X. Por ejemplo, cada espiral del tornillo podrá comportar una sección diferente de modo que la resistencia del tornillo aumente progresivamente de un extremo del tornillo al otro.

Aunque aquí la resistencia del tornillo aumenta o disminuye entre la entrada del recinto y la salida del recinto, el tornillo podrá comprender por lo menos una parte de resistencia menos importante (o más importante) que las dos partes que la enmarcan.

35 Aunque aquí la resistencia del tornillo se modifica a lo largo del eje geométrico X jugando con la altura de las espiras de cada parte, se podrá jugar con otros parámetros. Por ejemplo, el tornillo puede comprender espiras que presenten secciones distintas de una parte a otra, grosores distintos, grosores y alturas distintos, longitudes distintas. Las partes pueden ser de longitudes diferentes. Las partes pueden ser de materiales diferentes. Las partes pueden tener un paso de espiras diferente. Las masas de las partes pueden ser diferentes. Por supuesto, se podrá jugar con diferentes parámetros al mismo tiempo para modificar la resistencia eléctrica del tornillo a lo largo del eje geométrico X.

45 La definición del tornillo igualmente podrá estar ligada a otros parámetros complementarios de la resistencia eléctrica del tornillo.

50 Por ejemplo, la definición del tornillo podría tener en cuenta el hecho de que el volumen del producto para tratar no varíe o poco en el interior del recinto (para una simple pasteurización de un producto por ejemplo) o que el volumen del producto a tratar varíe en el interior del recinto (para una pirolisis de productos como biomasa puede tener una formación de gas que modifique el volumen de la biomasa).

Se recuerda que el volumen intersticial está definido por la fórmula:

$$V_{\text{intersticial}} = S_m * (P - e)$$

55 con

S_m superficie húmeda o superficie de la espira en contacto con el producto, esta superficie siendo proporcional a la altura efectiva de producto entre cada espira,

60 e grosor de la espira, y

P paso del tornillo.

65 En el caso en el que el producto no experimente o experimente poca variación de volumen, el volumen intersticial entre las espiras de preferencia se mantiene constante a todo lo largo del eje geométrico X. Se jugará por ejemplo

entonces con el grosor de las espiras manteniendo la altura de las espiras constante para hacer variar la resistencia del tornillo a lo largo del eje geométrico X, el paso del tornillo siendo ajustado ligeramente para mantener el volumen intersticial constante.

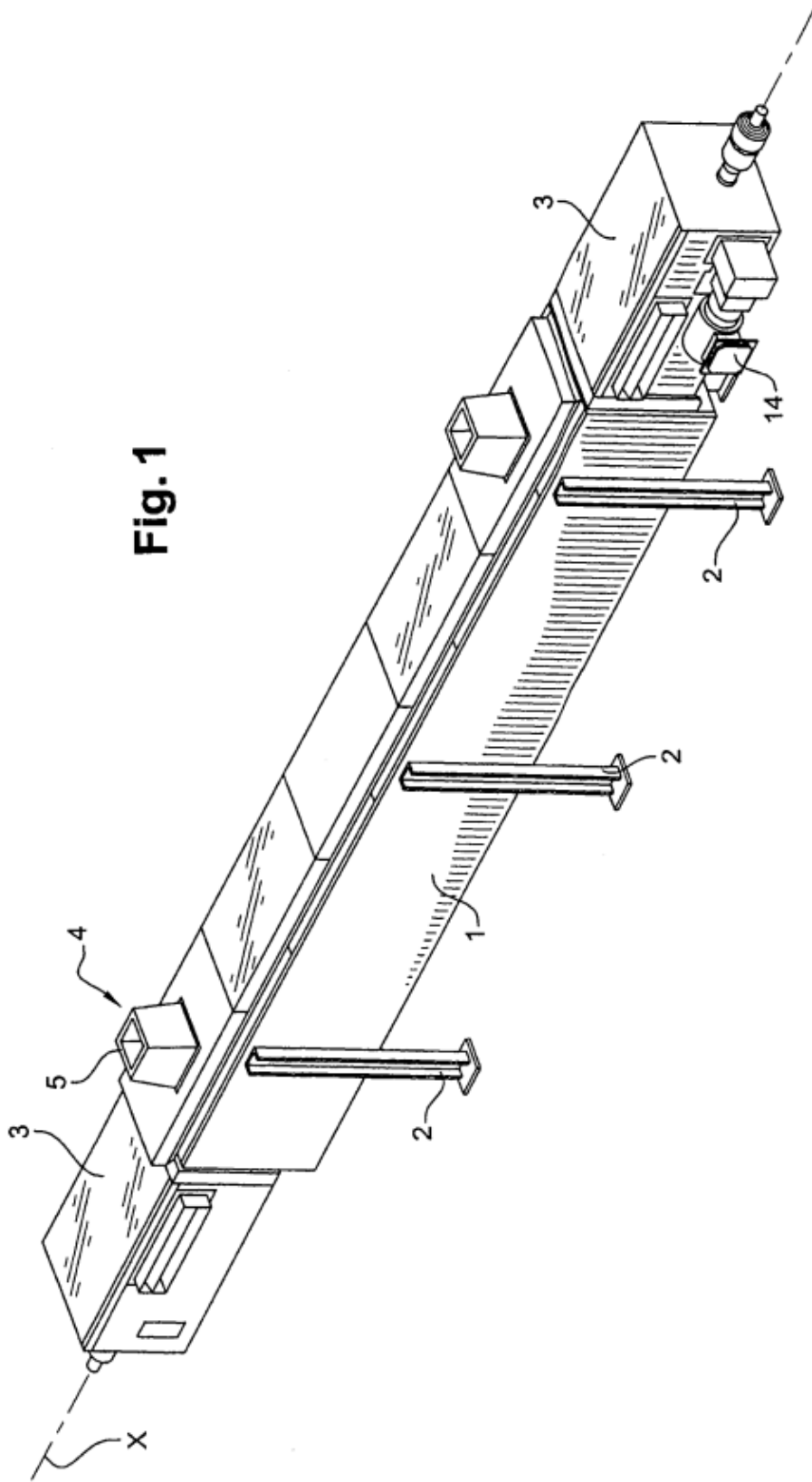
5 En el caso en el que el producto experimente una variación de volumen, la relación de relleno del tornillo disminuye entre la entrada del recinto y la salida del recinto. Según un modo de realización privilegiado, el volumen intersticial del tornillo entonces disminuye entre la entrada del recinto y la salida del recinto para conservar una misma relación de relleno a lo largo del eje geométrico X del tornillo. Por ejemplo, es posible jugar con el grosor e de la espira y con el paso P del tornillo manteniendo la altura h de la espira constante para a la vez hacer variar la resistencia del
10 tornillo y el volumen intersticial.

La definición del tornillo podrá igualmente tener en consideración el valor de la superficie de intercambio entre el producto y el tornillo. De preferencia, se buscará la tendencia a maximizar dicha superficie de intercambio haciendo el paso P del tornillo lo más pequeño posible, la altura h de la espira lo más importante posible y la relación de relleno del tornillo lo más importante posible.
15

En todos los casos, en el momento de la definición del tornillo para hacer variar la resistencia eléctrica del tornillo a lo largo del eje geométrico X, se asegurará que los parámetros geométricos de las espiras (sección, altura, grosor...) y del tornillo (paso, longitud, diámetro...) seleccionados definan una resistencia mecánica del tornillo suficiente para el transporte del producto considerado.
20

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el tratamiento térmico de un producto que comprende:
- 5 - un recinto (1),
- medios de transporte del producto entre una entrada (4) del recinto y una salida (6) del recinto que comprende un tornillo (10) montado para girar en el interior del recinto según un eje geométrico de giro (X) y que comprende medios de accionamiento al giro (14) del tornillo,
- 10 - medios de calefacción por efecto Joule del tornillo (20, 21),
- el dispositivo estando caracterizado por que el tornillo tiene una resistencia eléctrica que varía a lo largo del eje geométrico de giro.
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1 en el cual el tornillo (10) tiene espiras planas.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 en el cual el tornillo (10) está dividido en por lo menos dos partes (28a, 28b, 28c, 28d, 28e) a lo largo del eje geométrico de giro (X), partes que presentan resistencias eléctricas distintas.
- 20 4. Dispositivo según la reivindicación 3 en el cual el tornillo (10) comprende espiras que presentan secciones distintas dentro de cada una de las partes.
5. Dispositivo según la reivindicación 4 en el cual las espiras presentan alturas y/o grosores distintos dentro de cada una de las partes.
- 25 6. Dispositivo según la reivindicación 3 en el cual un paso del tornillo (10) varía de una parte a otra.
7. Dispositivo según la reivindicación 1 en el cual la resistencia eléctrica del tornillo (10) aumenta entre la entrada (4) del recinto y la salida (6) del recinto.
- 30 8. Dispositivo según la reivindicación 1 en el cual la resistencia eléctrica del tornillo (10) disminuye entre la entrada (4) del recinto y la salida (6) del recinto.
9. Dispositivo según la reivindicación 1 en el cual el tornillo (10) está además configurado de manera que el volumen intersticial del tornillo varía a lo largo del eje geométrico de giro.
- 35 10. Dispositivo según la reivindicación 1 en el cual el tornillo (10) está además configurado de manera que el volumen intersticial del tornillo se mantiene constante a lo largo del eje geométrico de giro.
- 40



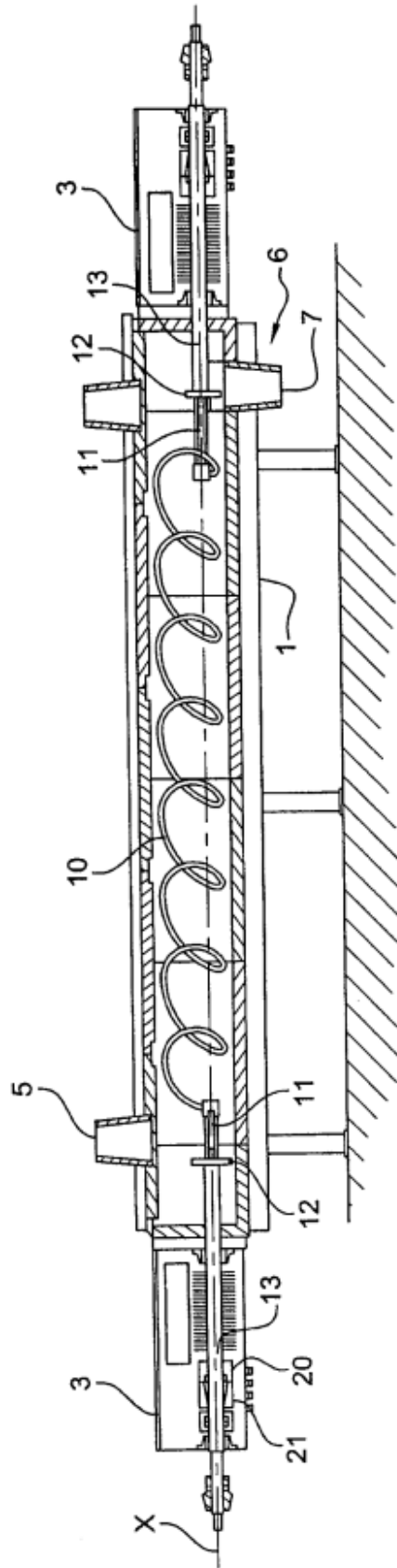
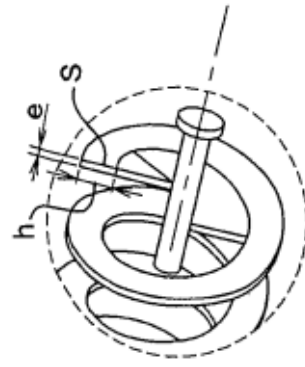
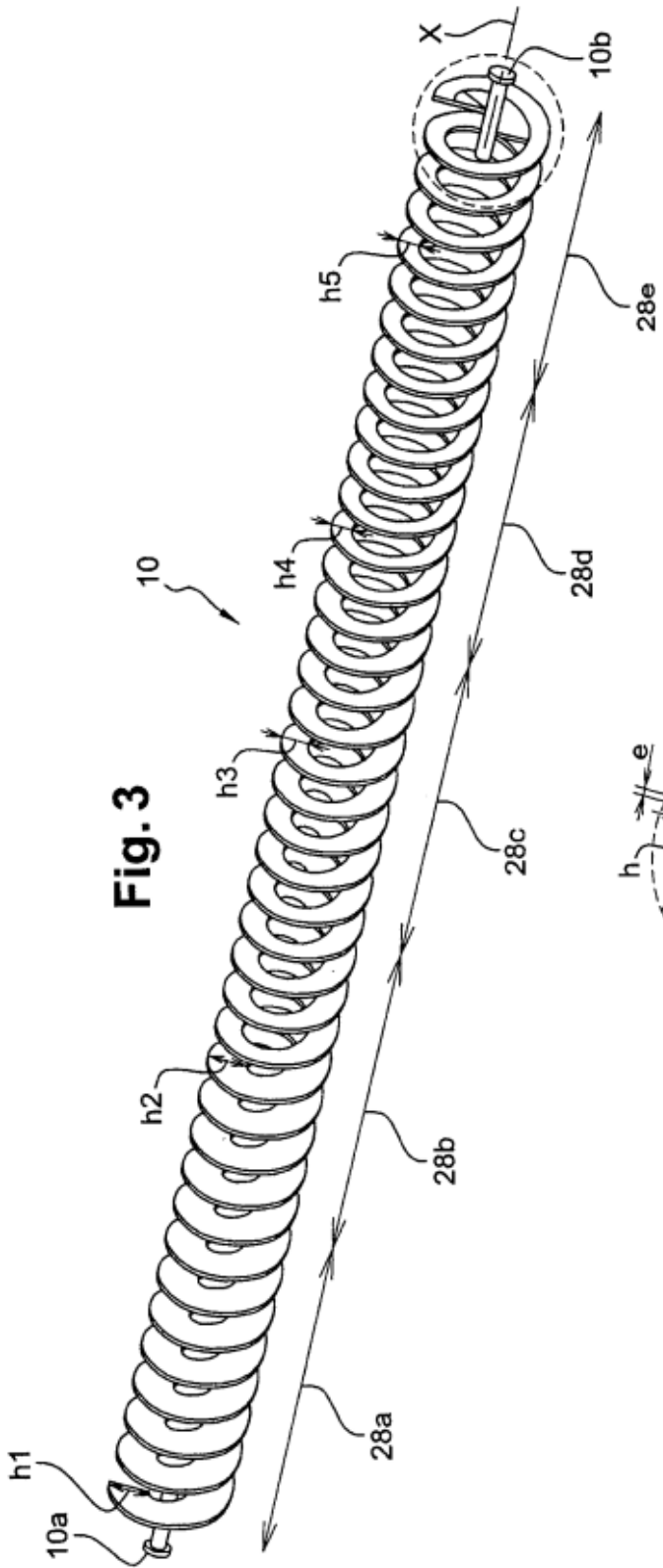


Fig. 2



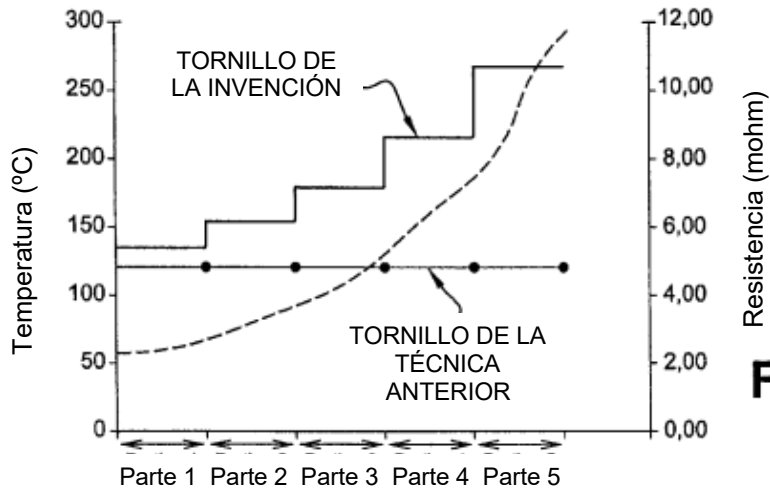


Fig. 5

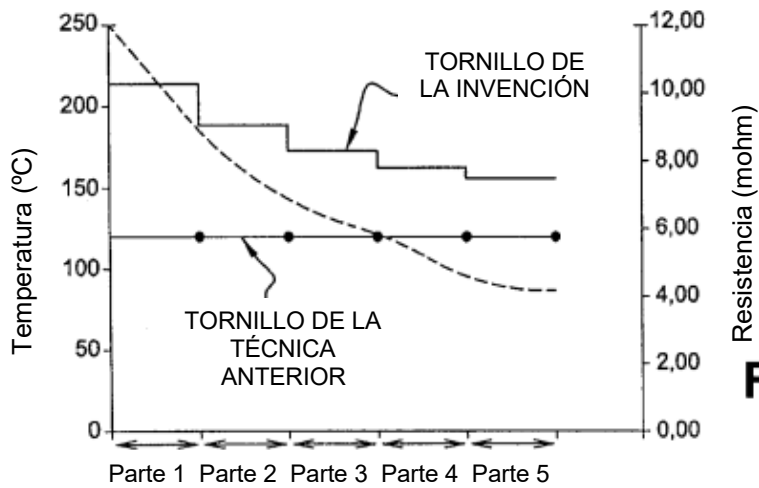


Fig. 6

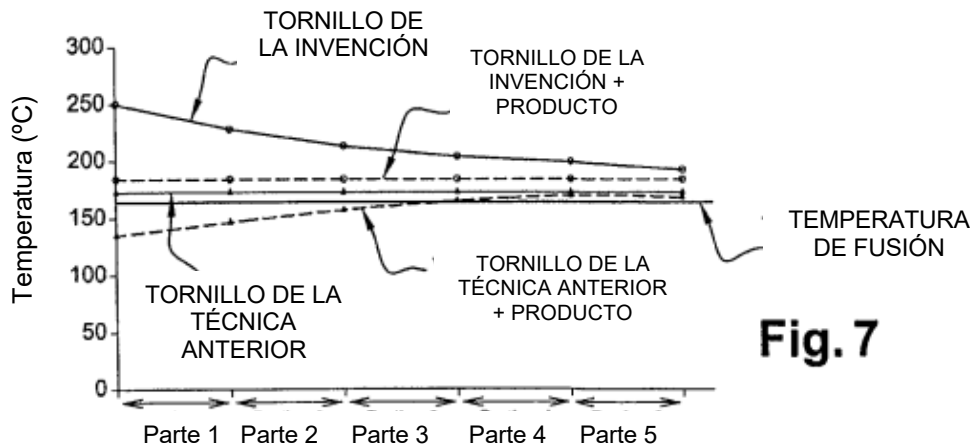


Fig. 7