

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 632**

51 Int. Cl.:

**C10L 9/08** (2006.01)

**C10B 47/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.06.2013 PCT/EP2013/062913**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2013 WO13190053**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.06.2013 E 13736502 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2864455**

54 Título: **Instalación y procedimiento para el tratamiento térmico de una corriente de material**

30 Prioridad:

**22.06.2012 DE 102012105431**

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

**05.06.2019**

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP INDUSTRIAL SOLUTIONS AG  
(100.0%)  
ThyssenKrupp Allee 1  
45143 Essen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHOLZ, GUIDO;  
DIETRICH, MEIKE;  
LAMPE, KARL;  
ERPELDING, RICHARD;  
DENKER, JÜRGEN;  
FLEUTER, PETER y  
KARAKUS, YILMAZ**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 715 632 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**

Instalación y procedimiento para el tratamiento térmico de una corriente de material

5 La invención se refiere a una instalación así como a un procedimiento para el tratamiento térmico de una corriente de material, preferentemente de una corriente de material que contiene carbono.

10 Por el documento WO 2012/007574 A1 se conoce un dispositivo para el secado y la torrefacción de corrientes de material que contienen carbono. Con este dispositivo es posible torrefactar grandes cantidades de biomasa a escala industrial.

15 Un objetivo que aún no se ha conseguido de manera satisfactoria lo representa la refrigeración del producto sometido a torrefacción. En el documento GB 432 198 A se describe un horno de pisos para el tratamiento térmico de lodos u otros materiales de desecho, en el que en los pisos más inferiores se suministra un gas de refrigeración de modo que a continuación los pisos dispuestos encima fluyen a contracorriente hacia el material y se extrae en el extremo superior del horno de piso y se suministra a un condensador.

20 El documento FR 1 257 293 A desvela el tratamiento de una corriente de material que contiene carbono en al menos una cámara de proceso superior y una inferior, teniendo lugar en una cámara de proceso superior un tratamiento con calor con temperaturas elevadas y en una cámara de proceso inferior una refrigeración por medio de gas de refrigeración.

25 Por el documento WO 2012/007574 A1 y el documento US 2010/0242351 A1 se conocen dispositivos para el secado y la torrefacción de una corriente de material que contiene carbono en un horno de pisos, estando previstas en una región superior del horno de pisos una zona de secado y en una región inferior una zona de torrefacción.

30 El documento US 2012/0073159 A1 describe un horno de pisos con varias bases de fogón dispuestas una encima de otra y de manera que giran alrededor de un eje central. El material que va a torrefactarse se seca en primer lugar en una región superior del horno de pisos por medio de gas caliente antes de que se torrefacte en una región media, alcanzando el material respectivamente a través de extractores la siguiente base de fogón más inferior. En la región inferior del horno de pisos está prevista una zona para la refrigeración del material que va a torrefactarse, al que se suministra un líquido de refrigeración, en particular agua. El líquido de refrigeración se descarga o bien por separado o junto con el material refrigerado y torrefacto. Mediante la construcción del horno de pisos se mezclan los gases de escape que se originan durante la refrigeración, torrefacción y secado, que se extraen en la región superior del horno de pisos.

35 Debido a la autoinflamabilidad de la corriente de material, la refrigeración tiene que realizarse con especial cuidado. También la formación de nidos incandescentes tiene que excluirse de manera segura.

40 Por tanto, la invención tiene por objetivo garantizar una refrigeración lo más rápida y eficaz posible en la zona de refrigeración de un horno de varios pisos.

De acuerdo con la invención, este objetivo se consigue mediante las características de las reivindicaciones 1 y 8.

45 La instalación de acuerdo con la invención para el tratamiento térmico de una corriente de material, preferentemente de una corriente de material que contiene carbono comprende un horno de varios pisos con al menos una cámara de proceso superior y una inferior, que están separadas una de otra técnicamente por gas y comprenden respectivamente al menos dos pisos dispuestos uno sobre otro, estando configurada la al menos una cámara de proceso superior para el tratamiento con calor de la corriente de material a temperaturas elevadas como zona de torrefacción y la cámara de proceso inferior como zona de refrigeración, y presentando la zona de refrigeración medios para la alimentación de un agente de refrigeración líquido, por ejemplo medios para inyectar agua, para la refrigeración y creación de una atmósfera inerte. Además, está previsto al menos un eje central, que está equipado en cada piso con espetones para el transporte de la corriente de material, y los medios están dispuestos para la alimentación del agente de refrigeración líquido en el eje central y/o en los espetones.

50 La disposición en los espetones posibilita una distribución muy uniforme del agente de refrigeración, por ejemplo agua, por toda la superficie de una base de piso.

60 Por una atmósfera inerte en el sentido de la presente invención se entiende una atmósfera con un contenido de oxígeno de menos del 8 %, preferentemente menos del 6 %.

65 En el procedimiento de acuerdo con la invención, una corriente de material, preferentemente una corriente de material que contiene carbono en al menos una cámara de proceso superior y una inferior, que están separadas una de otra técnicamente por gas y comprenden respectivamente al menos dos pisos dispuestos uno sobre otro, se trata térmicamente. En el tratamiento térmico se somete la corriente de material en la al menos una cámara de proceso superior a un tratamiento con calor bajo temperaturas elevadas, en particular en forma de una torrefacción, y en la

cámara de proceso inferior a una refrigeración, efectuándose la refrigeración de la corriente de material mediante alimentación de un agente de refrigeración líquido, en particular mediante inyección de agua, con la creación de una atmósfera inerte.

5 Mediante la atmósfera inerte puede excluirse una autoignición del material tratado con calor de manera fiable. Además, mediante la evaporación del agente de refrigeración aplicado en la zona de refrigeración sobre la corriente de material, por ejemplo agua o una mezcla de agua-alcohol, se conseguirá un efecto de refrigeración extremadamente eficaz. Causada por estas medidas, la formación de nidos incandescentes puede excluirse de manera segura. Especialmente cuando la corriente de material que va a refrigerarse es un producto sometido a torrefacción, los procesos de transformación del producto sometido a torrefacción se logran en la zona de refrigeración y se detienen rápidamente, por lo que se consigue una buena calidad de producto. Una refrigeración eficaz se consigue sobre todo también de tal modo que al menos dos pisos dispuestos el uno sobre el otro están previstos en la zona de refrigeración, de modo que el material está en constante movimiento solo mediante el transporte y se expone al agente refrigerante con una nueva superficie.

10  
15 Otros diseños de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Para aumentar el efecto de refrigeración, la zona de refrigeración presenta aparte de los medios para la alimentación de agente de refrigeración, por ejemplo inyección de agua, además, medios para el suministro y la evacuación de un gas de refrigeración. Además, cada piso puede presentar una base de piso, que se refrigera por medio de un equipo de refrigeración.

La corriente de material se refrigera en la zona de refrigeración preferentemente solo en tal medida que puede excluirse una autoignición o la formación de nidos incandescentes con aire ambiental. Después se ofrece una refrigeración adicional en un equipo de refrigeración separado, que se hace funcionar por ejemplo con aire ambiental o un gas con un contenido de oxígeno de menos del 8 %, preferentemente menos del 6 %. Un equipo de refrigeración de este tipo es en comparación con una zona de refrigeración en condiciones inertes tanto en los costes de funcionamiento como en los costes de inversión esencialmente más económico, de modo que la división del proceso de refrigeración (zona de refrigeración en el horno de varios pisos + equipo de refrigeración separado) es ventajosa.

De acuerdo con un ejemplo de realización preferente, la cámara de proceso superior está configurada como zona de torrefacción, a la que está antepuesta además una zona de secado.

35 En caso de uso de agua como agente de refrigeración se mide la cantidad de agua usada en la zona de refrigeración para la refrigeración de la corriente de material de manera conveniente de tal modo que el contenido de agua de la corriente de material asciende a menos del 5 %, preferentemente a menos del 3 % referido al peso total de la corriente de material refrigerada en la zona de refrigeración. Además, se pretende que la temperatura de la corriente de material en la zona de refrigeración se reduzca en más del 30 %, en particular la temperatura en la zona de refrigeración debe reducirse hasta por debajo de 85 °C.

Además, es ventajoso que la cantidad de agente de refrigeración líquido usada para la refrigeración se mida de tal modo que la cantidad de agente de refrigeración suministrada se evapore hasta al menos el 90 %, preferentemente hasta al menos el 95 %. De manera ideal, el agente de refrigeración líquido debería evaporarse más o menos por completo, de modo que ya no se requiera separar la cantidad de refrigeración no evaporada de la corriente de material refrigerada.

Adicionalmente a las medidas descritas anteriormente para la refrigeración puede introducirse además material ya refrigerado y/o polvos de proceso extraídos en otro punto de la corriente de material (por ejemplo durante el secado) en la cámara de proceso inferior y se mezclan con la corriente de material que va a refrigerarse para la refrigeración de la misma. Además, se pretende usar la energía térmica obtenida durante la refrigeración en otro punto en el proceso, en particular para el tratamiento con calor de la corriente de material en una cámara de proceso superior.

Otras ventajas y el diseño de la invención se explican en más detalle a continuación mediante la descripción y el dibujo.

En el dibujo muestran

60 la Figura 1 una representación esquemática de una instalación para el tratamiento térmico de una corriente de material y

la Figura 2 una vista lateral parcialmente en corte de un horno de varios pisos con una cámara de proceso superior y una inferior así como

65 la Figura 3 una vista parcial en corte de la zona de refrigeración.

La Figura 1 muestra una instalación para el tratamiento térmico de una corriente de material 2, preferentemente de una corriente de material que contiene carbono, que comprende un horno de varios pisos 1 con al menos una cámara de proceso superior 10 y una cámara de proceso inferior 11, que están separadas entre sí técnicamente por gas.

5 La cámara de proceso superior 10 sirve por ejemplo para la torrefacción de una corriente de material 2 y está equipada con varios pisos 100-102 dispuestos uno sobre otro, que presentan respectivamente una base de piso 103-105. El transporte de la corriente de material 2 a través de estas bases de piso se efectúa con ayuda de  
10 espetones 107 rotatorios, que están fijados a un eje central 106 giratorio y transportan la corriente de material 2 o bien hacia una abertura situada en el exterior o a una situada en el interior, donde la corriente de material cae por medio de la fuerza de gravedad al siguiente piso situado más profundo. Durante el transporte de la corriente de material por los pisos individuales se somete la corriente de material 2 a una corriente de gas caliente 3, que presenta por ejemplo una temperatura de al menos 300 °C y se conduce a través de un conducto de gas caliente 30 al interior de la cámara de proceso 10 superior. La corriente de material 2 entra, a este respecto, en contacto directo  
15 con la corriente de gas caliente 3, de modo que tiene lugar el tratamiento térmico deseado, por ejemplo una torrefacción de la corriente de material. La descarga de la corriente de gas caliente 3' se efectúa a través de un conducto de descarga de gas caliente 31.

20 La corriente de material 2' tratada térmicamente en la cámara de proceso 10 superior se descarga y se proporciona a la cámara de proceso inferior 11. También la cámara de proceso inferior está dividida en varios pisos 110-112 dispuestos uno sobre otro, que comprenden respectivamente una base de piso 113-115. Esta cámara de proceso inferior 11 está configurada como zona de refrigeración, efectuándose el transporte de la corriente de material 2' que va a refrigerarse, a su vez, a través de espetones 117, que giran alrededor de al menos un eje central 116. La refrigeración de la corriente de material 2' se efectúa a este respecto a través de un gas de refrigeración 4 que se  
25 suministra o evacua a través de medios 40, 41. Además, están previstos medios 5 para la inyección de agua, que están previstos en el ejemplo de realización representado en la región de los espetones 117, suministrándose agua u otro agente de refrigeración por ejemplo a través del eje central 116 y los espetones 117. En el marco de la invención son concebibles, no obstante, evidentemente también otras posibilidades de la inyección de agente de refrigeración, en particular podría suministrarse el agua u otro agente de refrigeración a través de la pared exterior.

30 A la cámara de proceso inferior 11 se conecta otro equipo de refrigeración 6, que se hace funcionar preferentemente con aire ambiental 60. La corriente de material, que se trata, por ejemplo, de un producto sometido a torrefacción, se sigue refrigerando en el equipo de refrigeración 6 y se evacúa como producto final 2". El aire ambiental 60' calentado en el equipo de refrigeración 6 puede usarse junto con el gas de refrigeración 4' evacuado de la cámara de proceso inferior, dado el caso tras un calentamiento adicional, como gas caliente o como gas de secado en una cámara de  
35 proceso superior.

Aunque en la Figura 1 solo se representa una cámara de proceso superior, puede estar antepuesta evidentemente otra cámara de proceso, en particular para el secado de la corriente de material, a la cámara de proceso superior 10.  
40 También en este caso es conveniente una separación técnicamente por gas entre la cámara de proceso superior y la otra cámara de proceso. Si tiene lugar por ejemplo en la otra cámara de proceso antepuesta el secado y en la siguiente cámara de proceso superior una torrefacción, existe la posibilidad de escluser hacia fuera el gas pobre originado durante la torrefacción y suministrarlo a una combustión posterior. Dado que la corriente volumétrica no se aumenta por gas de escape de secado adicional o incluso gas de escape de refrigeración, la cámara de combustión posterior puede mantenerse correspondientemente pequeña.

La Figura 2 muestra un ejemplo de realización del horno de pisos 1 representado en la Figura 1, que presenta asimismo una cámara de proceso superior 10 y una cámara de proceso inferior 11 configurada como zona de refrigeración. La corriente de material 2 que va a tratarse se proporciona a través de una alimentación de material  
50 108 el piso más superior y se evacua a través de una salida de material 109 desde la cámara de proceso superior 10. El gas caliente se suministra a través de varios conductos de gas caliente 30 dispuestos distribuidos uniformemente por el perímetro a uno o varios pisos y se evacua a través de al menos un conducto de descarga de gas caliente 31 en uno de los pisos inferiores de la cámara de proceso superior 10. Los espetones 107 se hacen girar a través de un accionamiento 8 asociado al eje central.

55 La cámara de proceso inferior 11 presenta, asimismo, una alimentación de material 118 y una salida de material 119. La salida de material 109 de la cámara de proceso superior 10 está unida a través de una esclusa de rueda celular 7 con la alimentación de material 118 de la cámara de proceso inferior 11. De esta manera pueden separarse entre sí las atmósferas de las dos cámaras de proceso. El gas de refrigeración se suministra a través de varios medios de suministro 40 dispuestos en la región inferior a la zona de refrigeración y se extrae en la región superior a través de varios medios de evacuación 41 dispuestos distribuidos. Los espetones 117 de la cámara de proceso inferior 11 se accionan a través de un accionamiento 9. El eje central se mantiene por dos puntos de cojinete 120, 121.

65 La Figura 3 muestra una representación ampliada del detalle A de la Figura 2.

En la Figura 3 se representan dos variantes para el suministro de agentes de refrigeración, por ejemplo inyección de

agua. En el piso 110 se suministra agua a través de los espetones 117 y los medios 5 para la inyección del agua se forman por boquillas 50, que están previstas a lo largo de los espetones, para rociar de esta manera de la forma más amplia posible la corriente de material que se encuentra sobre la base de piso 113 con agua y a este respecto refrigerarla. El piso 111 situado debajo muestra un ejemplo de realización, en el que los medios 5 para la inyección del agua se forman mediante conductos 52 conectados a través del revestimiento exterior y boquillas 51. Las boquillas 51 están dispuestas a este respecto por encima de los espetones 117 y están protegidos, por tanto, de manera fiable ante cualquier contacto con la corriente de material. En lugar de agua puede usarse también otro agente de refrigeración líquido. El transporte de la corriente de material se efectúa a través de los espetones de manera alternante de fuera hacia dentro, o de dentro hacia fuera, removiéndose y mezclándose el material constantemente, de modo que puede efectuarse una refrigeración muy eficaz. El transporte de material a través de estas bases de piso posibilita, referido al volumen de la corriente de material, una gran superficie para una transmisión de calor por convección de la corriente de material al gas de refrigeración.

Además, pueden configurarse las bases de piso 113-115 refrigeradas aplicándose las bases con un agente de refrigeración, por ejemplo gas de refrigeración 42 (véase la Figura 3) y retirándose de la corriente de material de esta manera adicionalmente energía térmica. Como medida adicional para la refrigeración de la corriente de material puede suministrarse a la cámara de proceso inferior 11, por ejemplo, también material ya refrigerado o polvos de proceso previamente descargados para favorecer la refrigeración. Este suministro puede efectuarse por ejemplo en la región de la alimentación de material 118.

La mayor contribución de refrigeración, no obstante, proviene de la inyección de un agente de refrigeración líquido, por ejemplo mediante inyección de agua, pudiendo extraerse mediante la transición de fase del agente de refrigeración de líquido a gaseoso de la corriente de material que va a refrigerarse especialmente mucha energía térmica. Si se usa agua como agente de refrigeración, la cantidad de agua suministrada se mide de tal modo que una gran parte del agua se evapora y el contenido de agua de la corriente de material aumenta solo ligeramente, en particular el contenido de humedad de la corriente de material refrigerada debería ser de menos del 5 %, preferentemente de menos del 3 %.

Gracias a las dos cámaras de proceso 10, 11 dispuestas una sobre otra, la superficie de colocación de la instalación puede mantenerse relativamente pequeña. Además, puede aprovecharse en esta disposición la fuerza de gravedad para el transporte de material. La estructura de instalación compacta reduce también los costes de toda la instalación, dado que en particular solo se requiere un fundamento.

REIVINDICACIONES

1. Instalación para el tratamiento térmico de una corriente de material (2), preferentemente de una corriente de material que contiene carbono, que comprende un horno de varios pisos (1) con al menos una cámara de proceso superior y una inferior (10; 11), que están separadas una de otra técnicamente por gas y comprenden cada una al menos dos pisos (100-102; 110-112) dispuestos uno sobre otro, estando configurada la al menos una cámara de proceso superior (10) para el tratamiento con calor de la corriente de material (2) a temperaturas elevadas como zona de torrefacción y la cámara de proceso inferior (11) como zona de refrigeración,  
**caracterizada por que**
- la zona de refrigeración presenta medios (5) para el suministro de un agente de refrigeración líquido para la refrigeración y la creación de una atmósfera inerte,
  - está previsto al menos un eje central (106, 116), que está equipado en cada piso con espetones (107, 117) para el transporte de la corriente de material, y
  - los medios (5) están dispuestos para la alimentación del agente de refrigeración líquido en el eje central (116) y/o en los espetones (117).
2. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la zona de refrigeración (11) presenta medios (40, 41) para suministrar y evacuar un gas de refrigeración.
3. Instalación según la reivindicación 1, **caracterizada por que** cada piso (100-102; 110-112) presenta una base de piso (103-105; 113-115) y las bases de piso de la zona de refrigeración se refrigeran por medio de un equipo de refrigeración.
4. Procedimiento para el tratamiento térmico de una corriente de material (1), preferentemente de una corriente de material que contiene carbono en al menos una cámara de proceso superior y una inferior (10; 11), que están separadas una de otra técnicamente por gas y comprenden cada una al menos dos pisos (100-102; 110-113) dispuestos uno sobre otro, sometiéndose la corriente de material (2) en la al menos una cámara de proceso superior (10) a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas y en la cámara de proceso inferior (11) a una refrigeración,  
**caracterizado por que** la refrigeración de la corriente de material (2) se efectúa mediante la alimentación de un agente de refrigeración líquido creando una atmósfera inerte.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** además de una refrigeración con agua se efectúa una refrigeración por medio de un gas de refrigeración.
6. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la cantidad de agente de refrigeración líquido usada para la refrigeración se mide de tal modo que el contenido de agua de la corriente de material refrigerada asciende a menos del 5 %, preferentemente a menos del 3 %, referido al peso de la corriente de material refrigerada en la zona de refrigeración (2).
7. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la cantidad de agente de refrigeración líquido usada para la refrigeración se mide de tal modo que la cantidad de agente de refrigeración suministrada se evapora hasta al menos el 90 %.
8. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la temperatura de la corriente de material (2) en la zona de refrigeración se reduce en más del 30 %.
9. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** la temperatura de la corriente de material (2) en la zona de refrigeración se reduce hasta por debajo de 85 °C.
10. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** el material ya refrigerado y/o los polvos de proceso extraídos en otro punto de la corriente de material se introducen en la cámara de proceso inferior y se mezclan para su refrigeración con la corriente de material que va a refrigerarse.
11. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** durante la refrigeración se obtiene energía térmica que se usa para el tratamiento con calor de la corriente de material (2) en una cámara de proceso superior.
12. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado por que** en otro equipo de refrigeración (6) adicional que está unido a la zona de refrigeración del horno de varios pisos (1) se efectúa una refrigeración adicional con aire ambiental o un gas con un contenido de oxígeno de menos del 8 %.

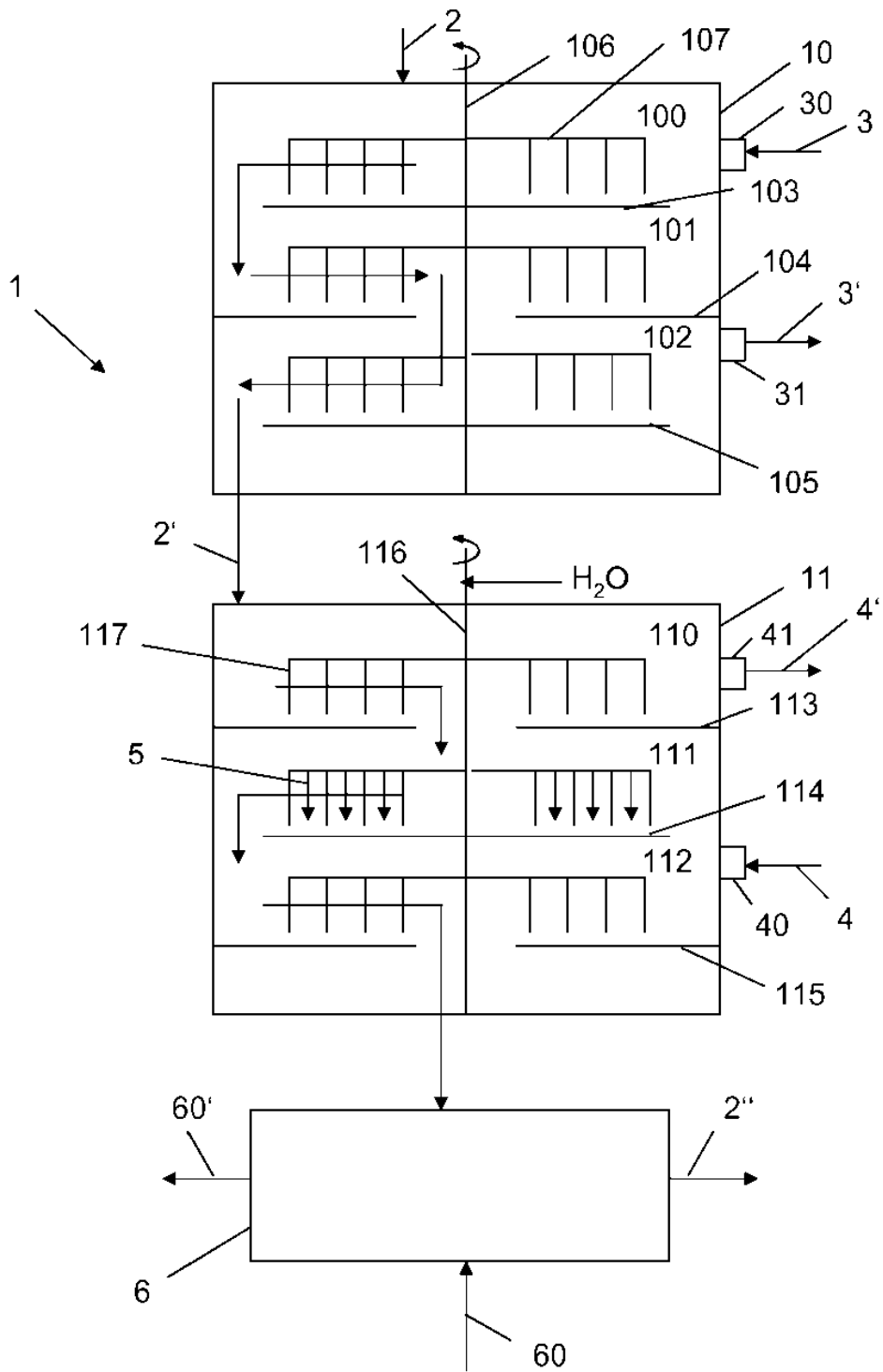
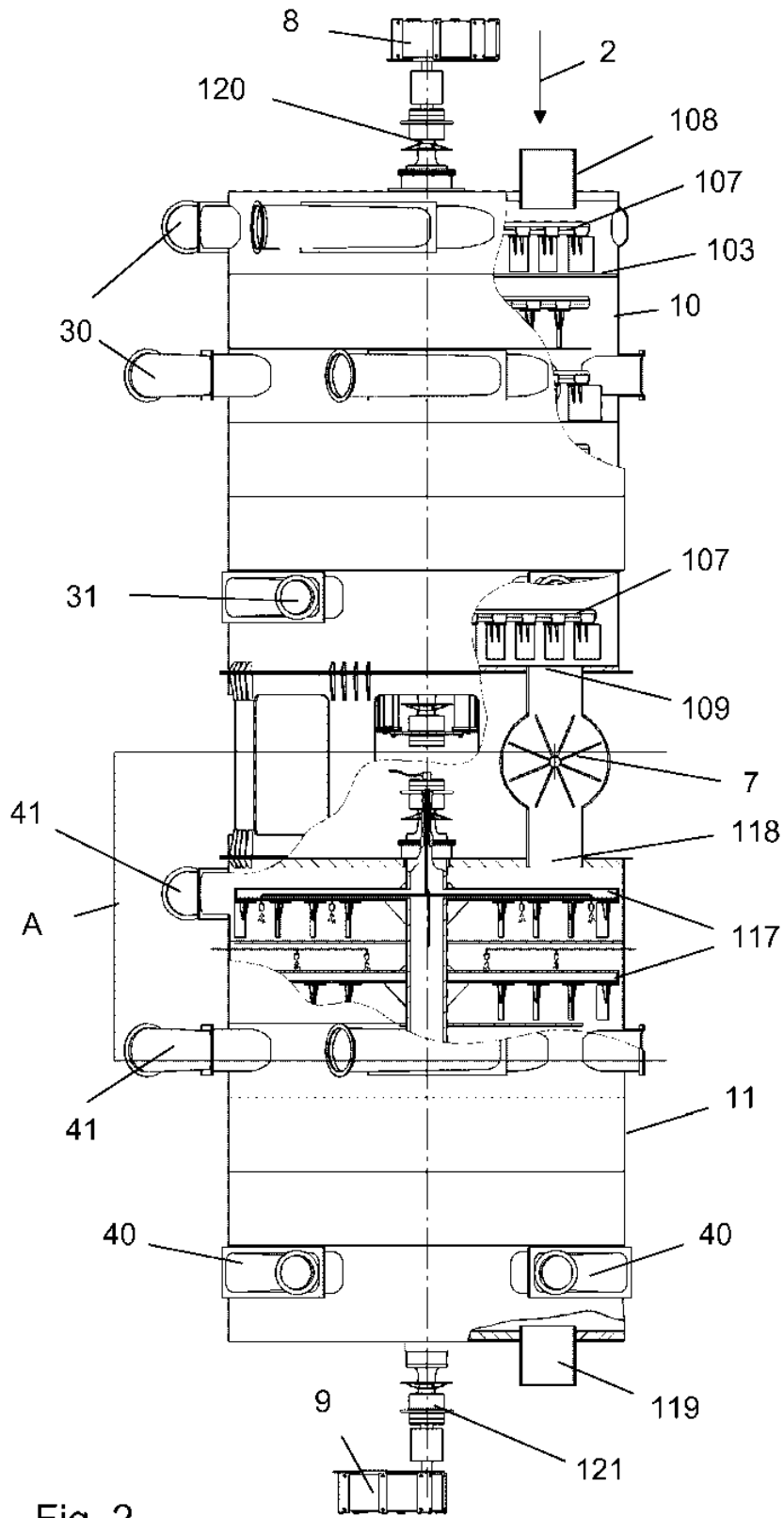


Fig. 1





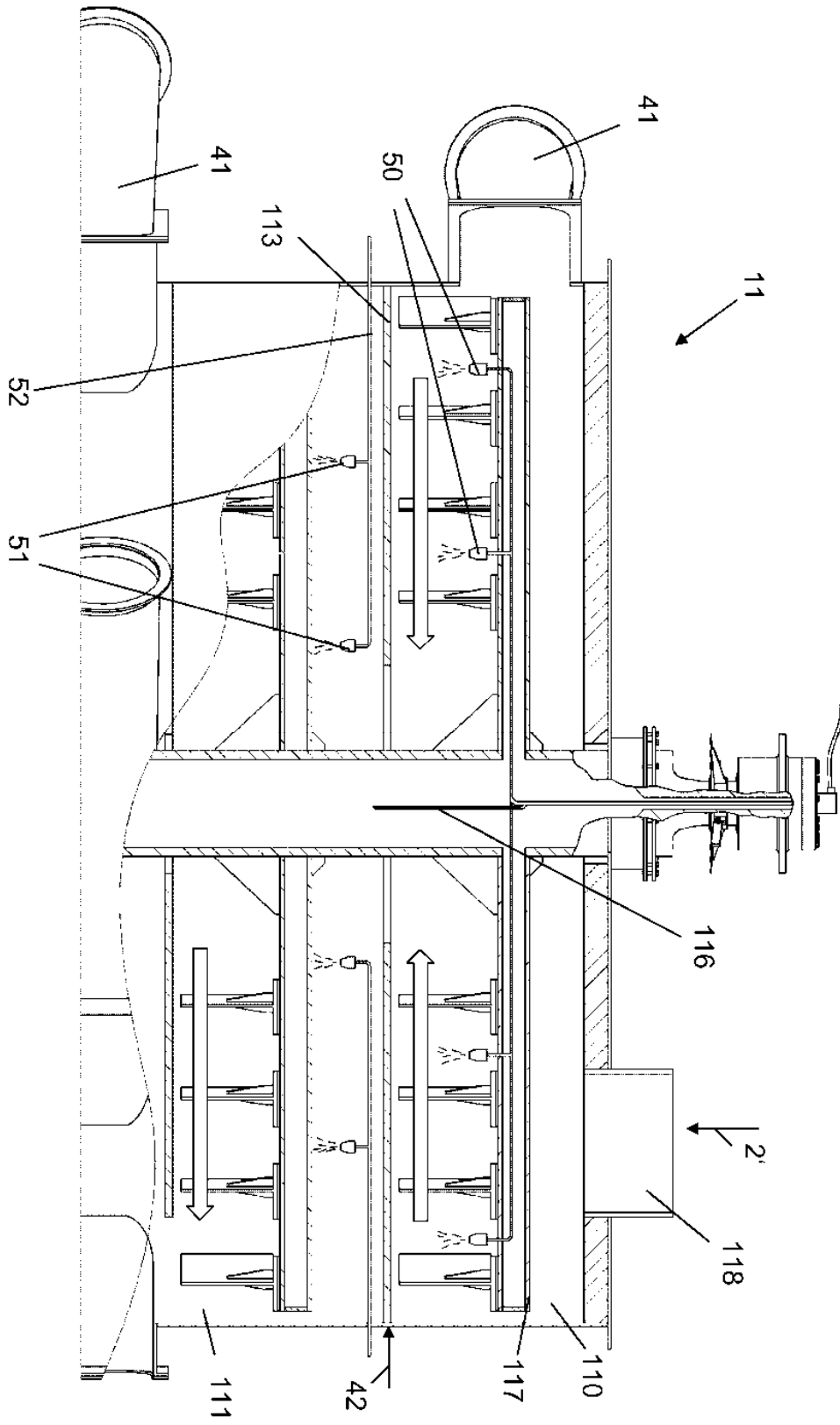


Fig. 3