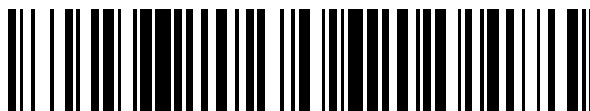


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 562**

51 Int. Cl.:

**D21F 5/20** (2006.01)

**F26B 23/00** (2006.01)

**F26B 21/02** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2015 PCT/EP2015/067364**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2016 WO16016297**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2015 E 15745445 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018 EP 3158130**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para el secado de un producto a secar y planta industrial**

30 Prioridad:

**29.07.2014 DE 102014010984**

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

**11.07.2018**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Wittelsbacherplatz 2  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**REISSNER, FLORIAN;  
SCHWARZ, HERMANN y  
SCHÄFER, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 675 562 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 secado de un producto a secar y planta industrial

La presente invención hace referencia a un dispositivo y a un procedimiento para el secado de un producto que debe ser secado. Además, la invención hace referencia a una planta industrial. En la producción de materiales base que contienen celulosa, como papel o cartón, en diferentes puntos se prevé un secado de un producto que debe ser secado, el cual contiene agua o disolvente, en particular pulpa o una banda de material que contiene celulosa. Actualmente, un secado de esa clase tiene lugar a través de un secado por contacto o secado por circulación. En el secado por circulación en una unidad de secado, gas o vapor con una temperatura elevada (en lo posible superior a 100°C), es conducido a través del producto que debe ser secado o por encima del mismo. De este modo se evapora al menos una parte del disolvente y se separa del material base a través del flujo de vapor.

En dicho procedimiento se considera una desventaja la elevada necesidad de energía térmica y la elevada producción de calor residual. En un perfeccionamiento se describe un circuito, en donde el circuito se basa en una circulación de un portador térmico, en particular aire de una temperatura elevada que contiene vapor de agua. De este modo, el circuito presenta un calentador, así como una unidad de secado. El calentador se utiliza para calentar un portador térmico, la unidad de secado para secar un producto que debe ser secado (producto que debe ser secado propiamente dicho y disolvente) con la ayuda del portador térmico, y un condensador opcional para el disolvente, en particular agua, se utiliza para la extracción del disolvente desde el portador térmico.

Las solicitudes DE 26 30 853 A1, WO 82/02939 A1 y WO 86/02149 A1 hacen referencia a instalaciones para secado. En la solicitud DE 26 30 853 A1 se describe un dispositivo según el preámbulo de la reivindicación 1. El objeto de la invención consiste en mejorar el secado de un producto que debe ser secado, en particular en diseñarlo de modo más eficiente en cuanto a la energía.

Este objeto se soluciona a través de un dispositivo según la reivindicación 1.

El objeto se soluciona además a través de un procedimiento según la reivindicación 8.

Asimismo, el objeto se soluciona con una planta industrial según la reivindicación 11. Otras variantes ventajosas se indican en las reivindicaciones dependientes.

Como un circuito se entiende un sistema tubular a través del cual circula un portador térmico.

El primer circuito se utiliza para la circulación del primer portador térmico. El primer circuito se utiliza en particular para un nuevo suministro del primer portador térmico hacia la unidad de secado.

El segundo circuito está acoplado al primer circuito. De acuerdo con la invención, el segundo circuito comprende una bomba de calor para el suministro de energía térmica hacia el primer circuito.

Como producto que debe ser secado se considera una manta de fibras, en particular papel o cartón, un material base que contiene celulosa en la producción de papel, papel recuperado mezclado con agua, pero también un material base en la producción de comestibles.

Como un primer portador térmico se entiende preferentemente un gas que es adecuado para el secado de un producto que debe ser secado con la ayuda de una unidad de secado. Preferentemente, como primer portador térmico se utiliza aire o una mezcla de aire y vapor de agua.

En el marco de la invención, la unidad de secado se utiliza para el secado del producto que debe ser secado, es decir, para la separación del producto que debe ser secado de un disolvente, con la ayuda de un primer portador térmico circulante. Una unidad de secado de esa clase puede ser un secador continuo. La unidad de secado se utiliza para la separación del producto que debe ser secado de un disolvente que es absorbido por el primer portador térmico. En otro punto en el primer circuito, en particular en una unidad de evaporación, el disolvente se separa nuevamente del primer portador térmico y se extrae desde el primer circuito.

Como segundo portador térmico se utiliza un líquido que puede evaporarse con facilidad. El segundo portador térmico, por un lado, absorbe energía térmica y libera nuevamente la energía térmica absorbida en otro punto del circuito.

Para la absorción de la energía térmica en el segundo circuito, de manera ventajosa, se utiliza una unidad de evaporación. El segundo portador térmico se evapora en una unidad de evaporación, es decir que pasa de la fase

líquida a la fase gaseosa. De este modo, el calor de la evaporación es absorbido y es suministrado al segundo portador térmico.

Al segundo circuito puede suministrarse energía térmica también a través de otras fuentes de calor. Como fuente de calor se utiliza preferentemente una fuente de calor residual de una máquina eléctrica o de un motor de combustión interna. Puede emplearse además una fuente de calor convencional, al menos en algunos momentos.

Una bomba de calor presenta usualmente una unidad de evaporación y una unidad de condensación. Para el transporte del portador térmico, la bomba de calor presenta adicionalmente una bomba, donde la bomba se proporciona para el transporte del segundo portador térmico desde la unidad de evaporación hacia la unidad de condensación.

La unidad de evaporación se utiliza para la evaporación del segundo portador térmico. Durante la evaporación, energía térmica es absorbida por el segundo portador térmico.

La unidad de condensación se utiliza para la condensación del segundo portador térmico gaseoso. Durante la condensación, energía térmica es liberada desde el segundo portador térmico.

El primer circuito, de manera ventajosa, presenta un soplador para el transporte del primer portador térmico. El soplador se utiliza para mantener la circulación del primer portador térmico. No tiene lugar un intercambio de portadores térmicos entre el primer circuito y el segundo circuito. De este modo se evita que el primer portador térmico y el segundo portador térmico se mezclen o se junten.

De manera ventajosa, la energía térmica, a través de una unidad de condensación de la bomba de calor, se transmite al primer portador térmico en el primer circuito. La unidad de condensación es un intercambiador de calor que transmite la energía térmica del segundo portador térmico que se condensa, al primer portador térmico.

Para utilizar el primer portador térmico repetidas veces, el primer portador térmico pasa por un primer circuito de la unidad de secado y allí absorbe disolvente. El disolvente se libera nuevamente en otro punto. Además, con la ayuda del segundo circuito térmico, energía térmica es suministrada al primer portador térmico. Después del suministro de la energía térmica, el primer portador térmico es conducido nuevamente a la unidad de secado. El suministro de la energía térmica hacia el primer circuito tiene lugar con la ayuda del segundo circuito, donde el segundo circuito está realizado como bomba de calor, en particular como bomba de calor de alta temperatura. La bomba de calor puede absorber energía térmica desde el primer circuito y conducirla nuevamente al primer circuito térmico, en otro punto. Un segundo circuito que está realizado como bomba de calor puede absorber la energía térmica igualmente desde un foco o desde el ambiente.

De manera ventajosa, el primer portador térmico presenta una primera temperatura de 100° C a 200° C, de manera especialmente ventajosa de 130° C a 160° C, delante de la unidad de secado. De manera ventajosa, el primer portador térmico se trata de vapor de agua, en particular de vapor de agua sobrecalentado, el cual ventajosamente se calienta a través de la absorción de disolvente, en particular agua, en la unidad de secado.

A través de la utilización de una bomba de calor para calentar el primer portador térmico, el consumo de energía disminuye durante el funcionamiento de la unidad de secado. Una realización especialmente compacta de un dispositivo para el secado de un producto que debe ser secado, resulta en el caso de la absorción simultánea de energía térmica desde el primer circuito.

En una realización ventajosa, el segundo circuito extrae energía térmica desde el primer circuito.

En la absorción de energía térmica desde el primer circuito, de manera preferente, se utiliza una unidad de evaporación. La unidad de evaporación se utiliza para la absorción de energía térmica desde el primer portador térmico, en particular en la condensación del disolvente desde el primer portador térmico. La unidad de evaporación se utiliza para la transmisión de energía térmica desde el primer circuito hacia el segundo circuito. La energía térmica extraída desde el primer circuito se utiliza para la evaporación del segundo portador térmico. A través de la absorción de energía térmica desde el primer circuito, de manera ventajosa, el disolvente se condensa desde el primer portador térmico. El disolvente, previamente en la unidad de secado, fue suministrado al primer portador térmico durante el secado del producto que debe ser secado.

Tanto la unidad de condensación como también la unidad de evaporación están realizadas como intercambiadores de calor.

Como intercambiador de calor se utiliza un intercambiador de calor de haz tubular. Esta realización se considera ventajosa porque el calor de condensación del disolvente puede reconducirse nuevamente hacia el circuito.

En otra realización ventajosa, el dispositivo presenta al menos otra bomba de calor para el suministro de energía térmica hacia el primer circuito y/o hacia el segundo circuito.

De manera ventajosa, la otra bomba de calor se utiliza para proporcionar energía térmica para el primer circuito o para el segundo circuito. La otra bomba de calor puede absorber energía térmica desde un foco para el calentamiento del primer portador térmico y/o del segundo portador térmico.

De manera ventajosa, en caso de utilizar otra bomba de calor se compensan pérdidas en un circuito con la ayuda de un foco, en particular de un foco de calor residual. El primer circuito y el segundo circuito están conectados solamente mediante intercambiadores de calor.

Como se explica anteriormente, la unidad de condensación y la unidad de evaporación están realizadas como intercambiadores de calor. Gracias a ello se impide de forma efectiva un mezclado del primer y del segundo portador térmico y el producto que debe ser secado, de manera ventajosa, es protegido de suciedades del segundo portador térmico.

En otra realización del dispositivo, para el suministro de la energía térmica desde el primer circuito hacia el segundo circuito, se proporciona una unidad de evaporación.

La unidad de evaporación se utiliza para la absorción de la energía térmica que se libera en el primer circuito durante la condensación del disolvente. Tanto la unidad de evaporación, como también la unidad de condensación, se utilizan para la evaporación, así como la condensación, del segundo portador térmico.

A través de la utilización de una unidad de evaporación, la cual ventajosamente forma parte de la bomba de calor, la energía térmica puede transmitirse desde el primer circuito hacia el segundo circuito.

En una unidad de evaporación se considera ventajoso que la energía térmica que se libera durante la condensación del disolvente pueda transmitirse de forma especialmente eficiente al segundo portador térmico.

En otra realización del dispositivo, el primer circuito presenta un soplador.

El soplador se utiliza para mantener la circulación del primer portador térmico en el primer circuito. Con un soplador, de manera ventajosa, puede controlarse o regularse la velocidad de la circulación del primer portador térmico a través del primer circuito. De manera ventajosa, un control o una regulación de esa clase tiene lugar con un dispositivo de control aquí descrito o con un controlador global del proceso de la instalación en la cual está integrado el dispositivo.

En una realización ventajosa la bomba de calor es una bomba de calor de alta temperatura.

Una bomba de calor de alta temperatura se caracteriza por un grado de efectividad particularmente bueno en un rango de temperatura por encima de 100°C. De este modo, con la ayuda de una bomba de calor de alta temperatura, energía térmica puede transmitirse desde la unidad de evaporación hacia la unidad de condensación.

Junto con la unidad de evaporación y la unidad de condensación, la bomba de calor (de alta temperatura) comprende un compresor. El compresor se utiliza para el transporte del segundo portador térmico desde la unidad de evaporación en la fase gaseosa y/o para el transporte del segundo portador térmico desde la unidad de condensación hacia la unidad de evaporación. Una bomba de calor de alta temperatura se caracteriza en particular por la utilización de un segundo portador térmico adecuado.

En una realización ventajosa del dispositivo, para el suministro de la energía térmica hacia el primer circuito se proporciona una unidad de condensación.

Al igual que la unidad de evaporación, la unidad de condensación forma parte de la bomba de calor (de alta temperatura). La unidad de condensación se utiliza para la condensación del segundo portador térmico y para la transmisión de energía térmica hacia el primer portador térmico, la cual se libera durante la condensación del segundo portador térmico. De manera ventajosa, la unidad de condensación está realizada igualmente como intercambiador de calor. A través de la utilización de una unidad de condensación, la energía térmica puede transmitirse de modo eficiente desde el segundo circuito hacia el primer circuito.

En otra realización ventajosa del dispositivo, el primer portador térmico para el primer circuito es vapor de agua o una mezcla de vapor de agua y aire.

El producto que debe ser secado, antes de ingresar a la unidad de secado, se compone mayormente de una mezcla de agua y un material base, por ejemplo de un material base que contiene celulosa, como pulpa. El agua, con la ayuda de la unidad de secado, se evapora del material base y, con ello, se separa del material base. La separación del agua desde el material base tiene lugar aquí a través del efecto del primer portador térmico sobre el producto que debe ser secado. De este modo, el primer portador térmico absorbe el agua, en particular a través de evaporación.

En la utilización de vapor de agua como primer portador térmico se consideran ventajosos el elevado coeficiente de transmisión térmica y el elevado coeficiente térmico del agua. Se considera ventajoso además el empleo habitual de vapor de agua en el área de las plantas industriales. Se considera ventajoso además que el primer portador térmico no contamine el agua evaporada.

El portador térmico para el segundo circuito es el hidrocarburo halogenado R1233zd(E) o R1336mzz(Z) .

De ese modo, R1233zd(E) representa por ejemplo 1-cloro-3,3,3-trifluorpropeno.

Los portadores térmicos, debido a sus propiedades de condensación y a sus propiedades de evaporación, tal como se explicará más adelante en detalle, son especialmente adecuados para la utilización en bombas de calor de alta temperatura.

En una realización ventajosa del procedimiento, el segundo circuito extrae al menos una parte de la energía térmica desde el primer circuito.

La energía térmica proveniente del primer circuito, con la ayuda de un intercambiador de calor, es suministrada al segundo circuito. De manera ventajosa, de ese modo, puede controlarse o regularse la temperatura del primer portador térmico. Asimismo, de manera ventajosa, esto tiene lugar a través de una condensación del disolvente, a través de la extracción de energía térmica desde el primer circuito. De ese modo, el disolvente se separa del primer portador térmico.

En otra realización ventajosa del procedimiento, al menos otra bomba de calor suministra energía térmica hacia el primer circuito y/o hacia el segundo circuito.

A través del suministro de energía térmica adicional hacia el primer circuito y/o hacia el segundo circuito, de manera ventajosa, pueden compensarse las pérdidas del primer circuito. De este modo, de manera ventajosa, la temperatura del primer portador térmico puede regularse con gran precisión, en particular con la ayuda del dispositivo de control. El primer circuito y el segundo circuito están conectados solamente mediante intercambiadores de calor.

En la transmisión de energía térmica con la ayuda de intercambiadores de calor se considera especialmente ventajosa la separación de los flujos de material. De este modo, el segundo portador térmico no se ensucia a través de residuos del producto que debe ser secado, o similares.

La invención, junto con el secado de un material base que contiene celulosa o de una manta de fibras, es adecuada para el secado de aglomerados de madera, lodos residuales, comestibles, materiales de construcción, así como para la utilización en la industria química, para la separación de disolventes de un producto que debe ser secado o de otra mezcla.

A modo de resumen, a través de las ejecuciones de la invención aquí descritas resulta un ahorro de energía durante la producción, en particular durante el secado, del material base. Ese ahorro de energía conduce a una producción de materiales base que economiza en cuanto a recursos, en particular una producción de pulpa y de papel. Al mismo tiempo, el calor residual de otros procesos puede emplearse mejor que hasta el momento, para la obtención de energía.

Una separación del primer circuito del segundo circuito impide además una contaminación de los portadores térmicos. De este modo, por ejemplo partes de la bomba de calor pueden protegerse efectivamente de restos del producto que debe ser secado.

A continuación, la invención se describe y se explica mediante figuras. Las características en las figuras individuales pueden ser utilizadas por el experto para conformar nuevas realizaciones, sin abandonar la idea central de la invención.

Las figuras muestran:

Figura 1: un dispositivo para el secado de un producto que debe ser secado,

Figura 2: un dispositivo simplificado para el secado de un producto que debe ser secado,

Figura 3: otro dispositivo para el secado de un producto que debe ser secado,

Figura 4: un diagrama de entalpía - presión de un segundo portador térmico, así como

5 Figura 5: un diagrama de transmisión de calor - temperatura de un segundo portador térmico.

La figura 1 muestra un dispositivo para el secado de un producto que debe ser secado GW. El dispositivo muestra un primer circuito 1 para un primer portador térmico, en particular vapor de agua. En el primer circuito 1, el primer portador térmico es transportado a través de una unidad de secado D con la ayuda de un soplador V. Como portador térmico se utiliza aquí vapor de agua, preferentemente de una temperatura entre 100°C y 200°C. El primer portador térmico, delante de la unidad de secado D, presenta una primera temperatura T1. Después de la unidad de secado, el primer portador térmico presenta una segunda temperatura T2 más reducida. La unidad de secado D se utiliza para el secado del producto que debe ser secado GW, el cual contiene disolvente. El producto que debe ser secado GW que contiene disolvente presenta aquí un material sólido G que en particular contiene fibras, y un disolvente W, en particular agua. El disolvente W se evapora durante el secado en la unidad de secado D y es absorbido por el primer portador térmico. A través de la absorción del disolvente W a través del primer portador térmico se reduce la temperatura del primer portador térmico, desde la primera temperatura T1 a la segunda temperatura T2. Después de la unidad de secado D, el primer portador térmico pasa a la unidad de evaporación HPE. En la unidad de evaporación HPE el disolvente W se condensa y se separa del portador térmico. La energía térmica Q que se libera durante la condensación del disolvente, pasa al segundo portador térmico con la ayuda de la unidad de evaporación HPE. La unidad de evaporación HPE está realizada esencialmente como intercambiador de calor WT. El primer portador térmico sin el disolvente W se transmite después a una unidad de condensación HPC. La unidad de condensación HPC suministra al primer portador térmico la energía térmica Q que ha sido extraída al primer portador térmico con la ayuda de la unidad de evaporación HPE.

El (nuevo) suministro de la energía térmica Q hacia el primer circuito 1 tiene lugar con la ayuda del segundo circuito 2. El segundo circuito 2 está realizado como bomba de calor WP. La bomba de calor WP comprende la unidad de evaporación HPE, un compresor K y la unidad de condensación HPC. Con la ayuda del segundo portador térmico, energía térmica es extraída del primer circuito 1, con la ayuda de la unidad de evaporación HPE, y debido a ello el disolvente W se condensa desde el primer portador térmico. El disolvente W se separa del primer circuito 1 después de la condensación.

El segundo circuito 2 está realizado como bomba de calor WP, en particular como bomba de calor de alta temperatura WP. La bomba de calor WP se utiliza para el transporte de la energía térmica Q desde la unidad de evaporación HPE hacia la unidad de condensación HPC. La bomba de calor WP comprende la unidad de evaporación HPE, la unidad de condensación HPC y un compresor K. El compresor K se utiliza para el transporte del segundo portador térmico, desde la unidad de evaporación HPE hacia la unidad de condensación HPC (en estado gaseoso) y de regreso (al estado condensado).

Tanto la unidad de condensación HPC como la unidad de evaporación HPE comprenden un intercambiador de calor WT. El intercambiador de calor de la unidad de evaporación HPE se utiliza para la transmisión de energía térmica Q desde el primer circuito 1 hacia el segundo circuito 2. El intercambiador de calor WT se utiliza para la transmisión de energía térmica Q desde el segundo circuito 2, de regreso hacia al primer circuito 1.

Los intercambiadores de calor WT se utilizan en particular para la transmisión de energía térmica Q desde el primer portador térmico hacia el segundo portador térmico y de regreso. Los intercambiadores de calor WT están realizados como intercambiadores de calor de haz tubular.

Como segundo portador térmico se utiliza el hidrocarburo halogenado R1233zd(E) o R1336mzz(Z). El portador térmico con la denominación R1233zd(E) (Número de CAS 102687-65-0, denominación química: 1-cloro-3,3,3-trifluoropropeno) ha resultado especialmente ventajoso.

De manera especialmente ventajosa, el primer portador térmico, antes de ingresar a la unidad de secado D, presenta una primera temperatura T1 de 140° C a 160°C.

Después de la unidad de secado D, el primer portador térmico presenta una segunda temperatura T2 de 80°C a 120°C. Después de la unidad de secado D, el primer portador térmico puede ser un vapor de agua sobresaturado. Antes de la unidad de secado D, el primer portador térmico puede ser un vapor de agua sobrecalentado.

La bomba de calor WP presenta regularmente una turbina, un compresor o una bomba para el transporte del segundo portador térmico. La bomba de calor WP presenta además al menos una válvula de expansión (no mostrada).

De manera ventajosa, el compresor K de la bomba de calor WP es controlado o regulado por un dispositivo de control SE. El dispositivo de control SE, de manera adicional, presenta entradas para sensores S1, S2, S3. Los sensores S1, S2, S3 se utilizan para determinar la primera temperatura T1, la segunda temperatura T2 y de forma opcional para determinar el contenido de agua del primer portador térmico. Los sensores pueden estar localizados en diferentes puntos en el primer circuito 1, en el segundo circuito 2, en particular en el área de la unidad de secado D, en el área de la unidad de evaporación HPE y/o en el área de la unidad de condensación HPC. Dependiendo de la diferencia de temperatura de la primera temperatura T1 y la segunda temperatura T2 se controla o regula la velocidad del compresor de la bomba de calor WP.

El dispositivo de control SE puede estar realizado a través de un ordenador personal con interfaz correspondiente, a través de un microcontrolador o a través de una parte de un dispositivo de control de orden superior. De manera ventajosa el dispositivo de control está realizado como un programa informático que se instala en una unidad de cálculo, en particular en un ordenador personal, y que se ejecuta allí.

Las líneas discontinuas en la unidad de evaporación HPE y en la unidad de condensación HPC simbolizan que aquí solamente se transporta energía térmica Q desde el primer circuito 1 hacia el segundo circuito 2 (y de forma inversa), y los intercambiadores de calor WT están realizados usualmente impermeables para portadores térmicos.

La figura 2 muestra una realización simplificada del dispositivo para el secado de un producto que debe ser secado GW, el cual contiene disolvente. Tal como se explica también en la figura 1, la unidad de secado D se utiliza para el secado del producto que debe ser secado GW que contiene disolvente. La unidad de secado D se utiliza para la separación del producto que debe ser secado GW que contiene disolvente en el material base G, en particular un material base que contiene celulosa, y el disolvente W, en particular agua.

Esa realización simplificada, de forma análoga a las ejecuciones precedentes, presenta un primer circuito 1 para el primer portador térmico y un segundo circuito 2 para un segundo portador térmico. El segundo circuito 2 comprende una bomba de calor WP. La bomba de calor WP se utiliza para el transporte de energía térmica Q desde un flujo térmico WS, en particular desde un foco térmico. La bomba de calor WP transmite energía térmica Q desde el foco térmico WS hacia el primer circuito 1. Preferentemente con la ayuda de un intercambiador de calor WT, la energía térmica Q se proporciona para aumentar la temperatura del primer portador térmico. El intercambiador de calor WT se pone a disposición del primer portador térmico, igualmente con la ayuda de una unidad de condensación HPE (o también de una unidad de evaporación HPC).

Delante de la unidad de secado D, el primer intercambiador de calor presenta una temperatura T1. Después de la unidad de secado D, el portador térmico presenta una temperatura T2 más reducida. De este modo, con la ayuda de la bomba de calor WP, al portador térmico se suministra energía térmica Q que se pierde a través de la unidad de secado D. El disolvente W puede descargarse en un punto del circuito 1.

En esta realización simplificada, la bomba de calor WP se utiliza para compensar la energía térmica Q que se extrae en la unidad de secado D y a través del disolvente W que se separa.

Con la ayuda de un intercambiador de calor, el cual preferentemente está realizado como regenerador, con la ayuda de un intercambiador de calor WT, la unidad de evaporación HPE y la unidad de condensación HPC pueden estar realizadas a través de un intercambiador de calor regenerativo WT individual. De este modo, en un primer dominio de tiempo, al primer circuito 1 se suministra energía térmica Q y en otro dominio de tiempo se disipa. Los dominios de tiempo pueden repetirse periódicamente.

Esta realización se considera especialmente ventajosa porque con la ayuda de la bomba de calor WP la energía térmica Q se transmite desde un flujo térmico WS hacia el primer circuito 1, si bien la temperatura del flujo térmico WS es más reducida que la segunda temperatura T2.

La figura 3 muestra otra forma de ejecución del dispositivo para el secado de un producto que debe ser secado GW. Esa ejecución representa una combinación de las ejecuciones que se muestran en la figura 1 y en la figura 2, y que están descritas más arriba. La ejecución aquí mostrada comprende dos bombas de calor WP. La primera bomba de calor WP se utiliza para absorber calor de condensación del disolvente W. La primera bomba de calor transmite la energía térmica Q con la ayuda del compresor, hacia la unidad de condensación. La unidad de condensación se utiliza para la transmisión de energía térmica Q hacia el primer circuito 1. El otro intercambiador de calor WP se utiliza para proporcionar energía térmica Q adicional para el primer circuito 1. Con la ayuda de la segunda bomba de calor WP se compensan pérdidas de energía térmica del primer circuito 1. Dependiendo de la temperatura del primer portador térmico y de la demanda de energía térmica Q, la segunda bomba de calor WP se utiliza para la

transmisión de energía térmica  $Q$  desde un flujo térmico  $WS$  o foco, hacia el primer circuito 1. El control y/o la regulación de la primera bomba de calor  $WP$  y de la segunda bomba de calor  $WP$  tiene lugar con un dispositivo de control  $SE$ , en interacción con sensores  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$  (no mostrados aquí). Con respecto al dispositivo de control  $SE$  se remite a la figura 1.

- 5 En particular al inicio del funcionamiento de la planta industrial, al primer circuito 1 se puede suministrar energía térmica adicional. En particular, también energía térmica  $Q$  obtenida de forma convencional, por ejemplo a través de la combustión de un combustible o con la ayuda de energía eléctrica, puede suministrarse al primer circuito 1 y/o al segundo circuito 2.

10 La figura 4 muestra un diagrama de entalpía - presión de un segundo portador térmico. Sobre la abscisa se marca la entalpía  $h$  en [kJ/Mol]. Sobre la ordenada se marca logarítmicamente la presión  $p$  en [bar]. El diagrama muestra una familia de curvas de isothermas, donde la temperatura (del segundo portador térmico) por encima de la respectiva isoterma se indica en grados Celsius. Las isothermas representadas indican el comportamiento de la presión  $p$  del portador térmico R1233zd(E) como función de la entalpía  $h$ . La envolvente de los puntos en los cuales las isothermas presentan un acodamiento, corresponde a los límites de fase del segundo portador térmico. En el área superior de la

15 envolvente se muestra un ciclo termodinámico, compuesto por los siguientes puntos 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a. El ciclo termodinámico corresponde al ciclo para la bomba de calor (de alta temperatura). En este caso, los pasos corresponden a

1a -> 2a una compresión politrópica

2a -> 3a enfriamiento isobárico,

20 3a -> 4a licuefacción isobárica,

4a -> 5a enfriamiento isobárico (subenfriamiento),

5a -> 6a evaporación isobárica y calentamiento, hasta el sobrecalentamiento del segundo portador térmico.

El segundo portador térmico se encuentra presente en el área izquierda, como líquido subenfriado. Por tanto, el aumento de las isothermas es muy inclinado. En el área derecha del diagrama las isothermas descienden lentamente después de la evaporación, con entalpía en aumento. En el área derecha, el segundo portador térmico se encuentra presente como gas sobrecalentado.

25

En la compresión (politrópica) 1a -> 2a del segundo portador térmico, la compresión tiene lugar a una temperatura un poco por encima de la primera temperatura  $T1$ , aquí por ejemplo 145 °C. Además, de manera ventajosa, la expansión del segundo portador térmico, desde la temperatura por encima de la segunda temperatura  $T2$  a una temperatura (por ejemplo 90°C) por debajo de la segunda temperatura  $T2$  del primer portador térmico, tiene lugar en la unidad de evaporación HPE.

30

Se muestran además isentrópicas  $IS$  como curvas que ascienden de forma inclinada. Las asociadas a las isentrópicas  $IS$  corresponden a los estados de la misma entropía. Los números indican justamente esa entropía en [kJ/(kg\*K)].

35 A través del intenso subenfriamiento del segundo portador térmico hasta aproximadamente 5 a 10 Kelvin por encima de la temperatura de entrada (primera temperatura  $T1$ ) del primer portador térmico hacia la unidad de condensación HPC puede aumentarse la relación de potencia útil con respecto a potencia de trabajo (índice de potencia  $CP$ ) hasta un 40% en comparación con el estado del arte actual. La figura 5 muestra un diagrama de transmisión de calor - temperatura de un segundo portador térmico. La sección superior describe la transmisión de energía térmica  $Q$  desde el primer portador térmico hacia el segundo portador térmico. La transmisión de energía térmica  $Q$  se simboliza en la curva superior 21a, 23a, 27a. En un des-calentamiento 23a, el segundo portador térmico se enfría aproximadamente en 5 Kelvin desde una temperatura por encima de la segunda temperatura  $T2$ . De este modo, una parte reducida de energía  $Q$  se transmite desde el segundo portador térmico hacia el primer portador térmico. Durante la condensación del segundo portador térmico, otra parte de la energía térmica  $Q$  se transmite desde el

40

45 segundo portador térmico hacia el primer portador térmico. Durante la condensación del segundo portador térmico, la temperatura del segundo portador térmico se mantiene aproximadamente constante. En el subenfriamiento 27a del segundo portador térmico que tiene lugar a continuación, la temperatura del segundo portador térmico disminuye desde aproximadamente 105°C. Hasta aquí la energía  $Q$  que se transmite es liberada por el segundo portador térmico. Ese proceso tiene lugar en particular en la unidad de condensación.

50 La energía térmica  $Q$  liberada por el segundo portador térmico es absorbida por el primer portador térmico. La temperatura del primer portador térmico aumenta desde la segunda temperatura  $T2$  (en este ejemplo 100°C) a la

primera temperatura T1 (aquí 140°C). El aumento de temperatura tiene lugar durante el sobrecalentamiento 25a del primer portador térmico.

5 En las observaciones termodinámicas que han sido tratadas en las figuras 1 a 5 aquí descritas, un primer portador térmico especialmente preferente es vapor de agua y el segundo portador térmico es el hidrocarburo halogenado R1233zd(E) o R1336mzz(Z). De manera especialmente preferente, el primer portador térmico se introduce en la  
10 unidad de secado D con una (primera) temperatura T1 de aproximadamente 140°C. Durante la absorción del disolvente W, la temperatura del primer portador térmico se reduce a una segunda temperatura de 90°C a 100°C, tal como se muestra en la figura 4. El disolvente W, en particular agua, se condensa nuevamente en el área de la unidad de evaporación HPE. La energía térmica Q que se produce se absorbe durante la evaporación del segundo  
15 portador térmico. Con la ayuda del compresor de la bomba de calor WP, el segundo portador térmico se transmite a la unidad de condensación HPC. En la unidad de condensación HPE el segundo portador térmico se des-calienta 23a, se condensa 21a y se subenfria nuevamente 27a. La energía térmica Q liberada por el segundo portador térmico se transmite en su mayoría al primer portador térmico. La temperatura del primer portador térmico aumenta desde la segunda temperatura T2 a la primera temperatura T1. El primer portador térmico se suministra entonces nuevamente a la unidad de secado D.

A modo de resumen, la invención hace referencia a un dispositivo y a un procedimiento para el secado de un producto que debe ser secado GW. El producto que debe ser secado GW que contiene disolvente, en una unidad de  
20 secado D, se separa en un material base G y un disolvente W, con la ayuda de un primer portador térmico. El primer portador térmico pasa por un primer circuito 1. Después de la absorción del disolvente W a través del primer portador térmico, el disolvente W se separa del portador térmico a través de condensación. La energía térmica Q (de condensación), a través de un intercambiador de calor WT, con la ayuda de una unidad de evaporación HPE, se transmite a un segundo circuito 2, y se proporciona para un segundo portador térmico. Con la ayuda de una bomba de calor WP, la energía térmica Q, en una unidad de condensación HPC de la bomba de calor WP, se suministra nuevamente al primer circuito 1.

25

# REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para el secado de un producto que debe ser secado (GW), en particular para el secado de la pulpa en la producción de una manta de fibras, el cual presenta una unidad de secado (D) en un primer circuito de secado, donde se proporciona un primer portador térmico para el secado del producto que debe ser secado (GW), el cual  
5 presenta además un segundo circuito (2) para un segundo portador térmico, donde el segundo circuito presenta una bomba de calor (WP) para suministrar energía térmica (Q) al primer circuito (1), caracterizado porque el portador térmico para el segundo circuito (2) es el hidrocarburo halogenado R1233zd(E) o R1336mzz(Z), y porque el primer circuito (1) y el segundo circuito (2) están conectados solamente mediante intercambiadores de calor de haz tubular.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, donde el segundo circuito (2) extrae energía térmica (Q) desde el primer  
10 circuito (1).
3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 ó 2, el cual presenta además al menos otra bomba de calor (WP) para el suministro de energía térmica (Q) hacia el primer circuito (1) y/o hacia el segundo circuito (2).
4. Dispositivo según la reivindicación 2 ó 3, donde para el suministro de la energía térmica (1) desde el primer circuito (1) hacia el segundo circuito (2) se proporciona una unidad de evaporación (HPE).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, donde el primer circuito presenta un soplador (V).  
15
6. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, donde para el suministro de energía térmica (Q) hacia el primer circuito (1) se proporciona una unidad de condensación (HPC).
7. Dispositivo según una de las reivindicaciones precedentes, donde el primer portador térmico para el primer circuito (1) es vapor de agua o una mezcla de vapor de agua y aire.
8. Procedimiento para el secado de un producto que debe ser secado (GW), en particular pulpa en la producción de una manta de fibras, donde el producto que debe ser secado (GW) presenta un disolvente (W) y un material sólido, donde un primer portador térmico circula en un primer circuito (1), donde el primer portador térmico calienta el  
20 producto que debe ser secado (GW) y absorbe el disolvente (W) liberado por el producto que debe ser secado (GW), donde un segundo circuito (2) suministra energía (Q) hacia el primer circuito (1) y donde una bomba de calor (WP) introduce la energía térmica (Q) desde el segundo circuito (2) hacia el primer circuito, donde un segundo portador  
25 térmico del segundo circuito (2) es el hidrocarburo halogenado R1233zd(E) o R1336mzz(Z), y donde el primer circuito (1) y el segundo circuito (2) están conectados solamente mediante intercambiadores de calor (WT) y los intercambiadores de calor (WT) están realizados como intercambiadores de calor de haz tubular.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, donde el segundo circuito (2) extrae al menos una parte de la energía  
30 térmica (Q) desde el primer circuito (1).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 8 ó 9, donde al menos otra bomba de calor (WP) suministra energía térmica (Q) hacia el primer circuito (1) y/o hacia el segundo circuito (2).
11. Planta industrial para producir un material base, en particular una fábrica de papel o una fábrica de celulosa, la cual presenta un dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7.

35

FIG 1

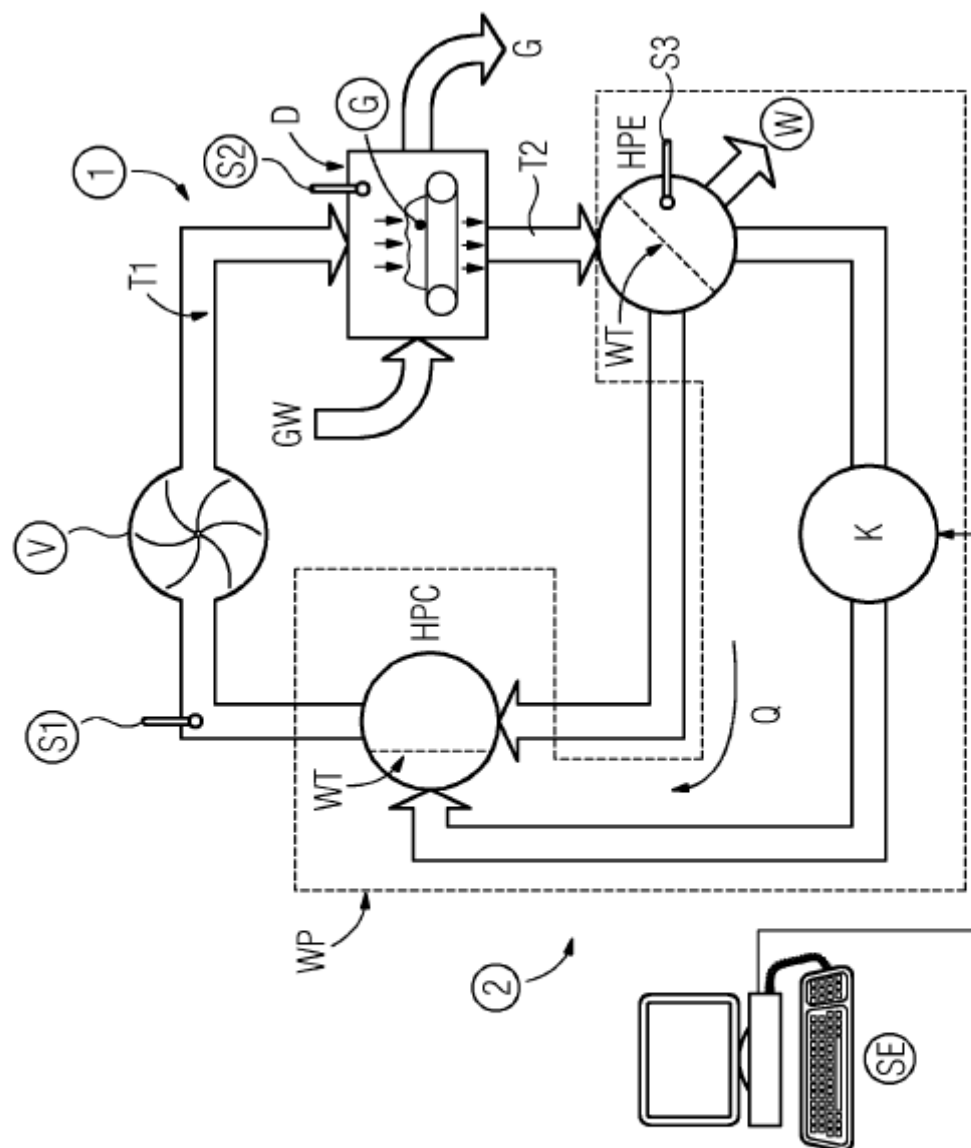
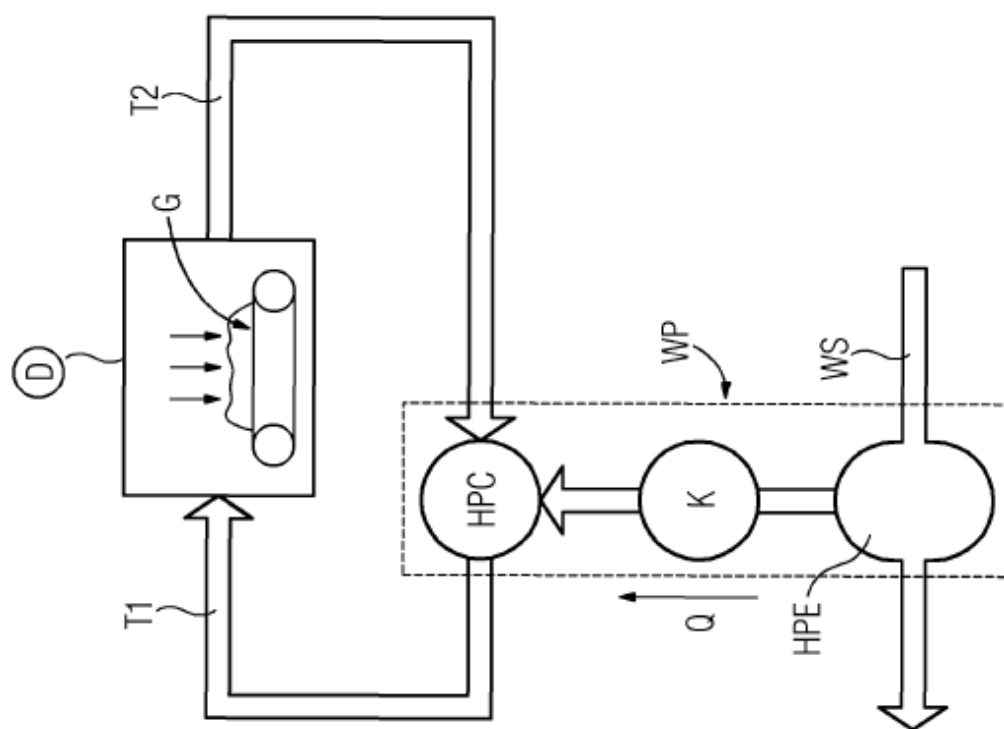


FIG 2



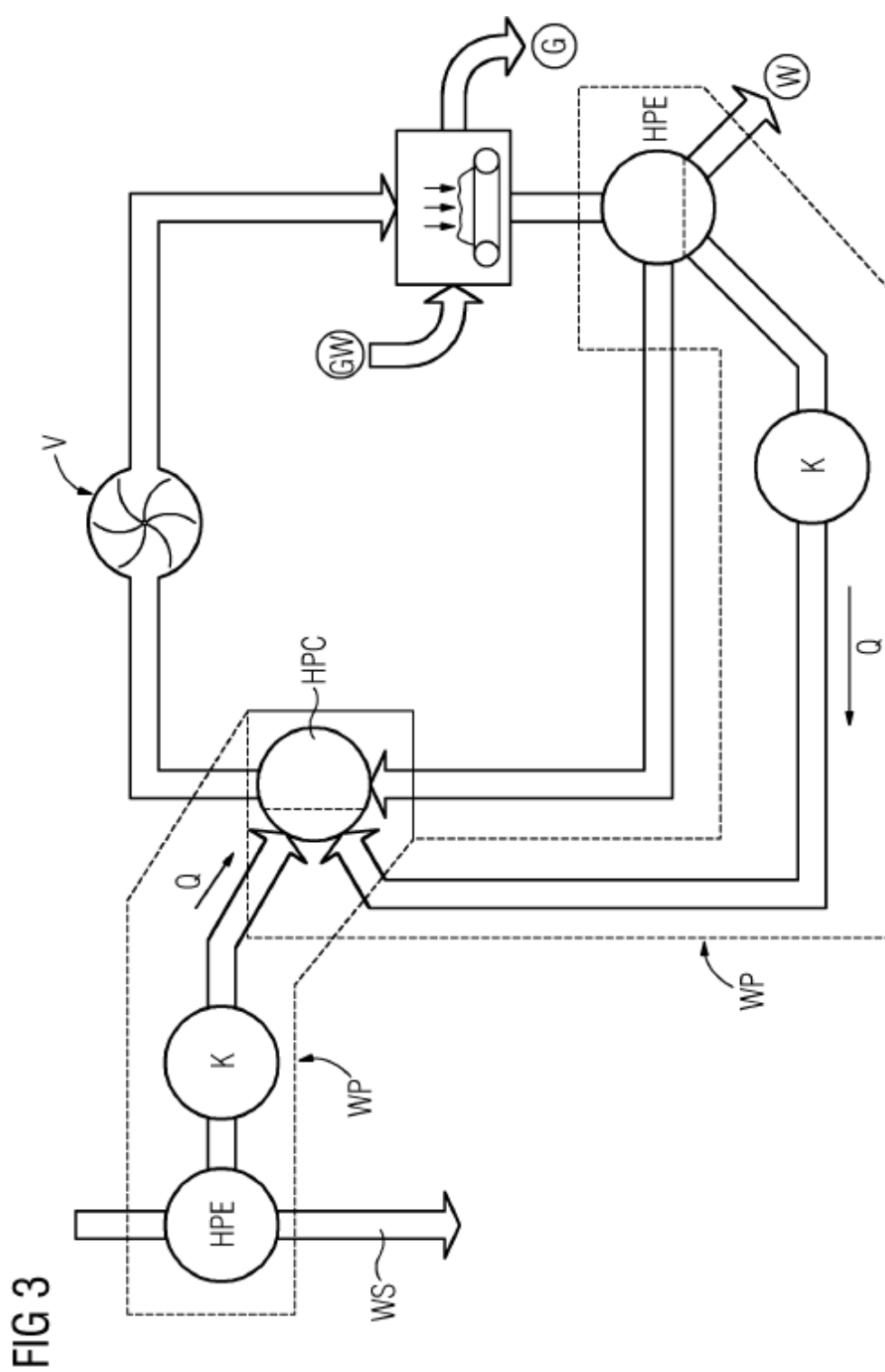


FIG 4

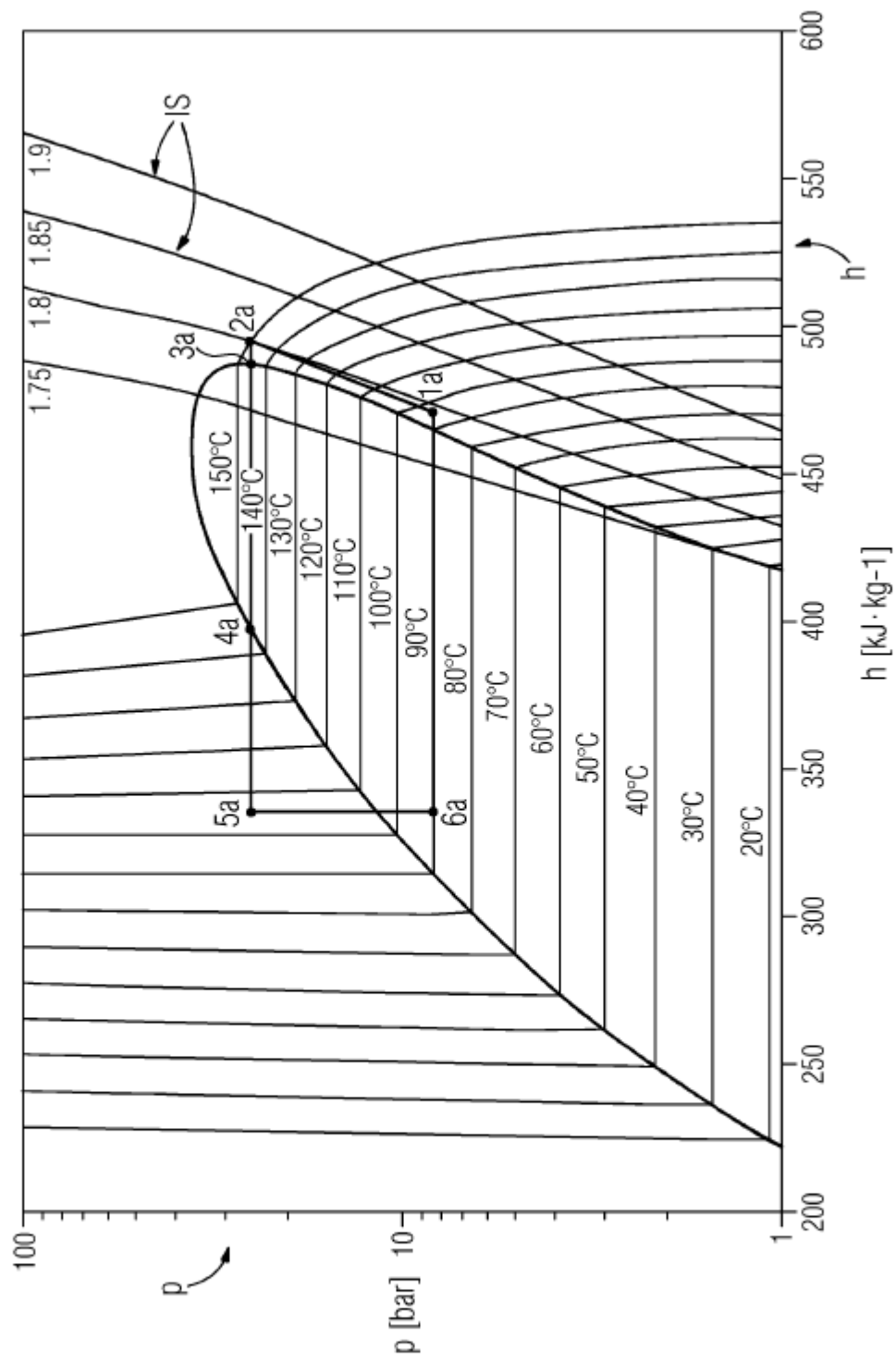


FIG 5

