

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 495 348**

51 Int. Cl.:

F22B 33/00 (2006.01)
F01K 23/10 (2006.01)
F22B 21/02 (2006.01)
F22B 29/06 (2006.01)
F22B 37/74 (2006.01)
F22B 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2010 E 10704530 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 2438352**

54 Título: **Evaporador continuo**

30 Prioridad:

09.03.2009 DE 102009012320

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

17.09.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BRÜCKNER, JAN;
FRANKE, JOACHIM y
SCHLUND, GERHARD**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 495 348 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

Evaporador continuo

5 La invención se refiere a un evaporador continuo para un generador de vapor de calor perdido en el tipo de construcción horizontal con una primera superficie calefactora de evaporador, que comprende una pluralidad de primeros tubos generadores de vapor dispuestos esencialmente verticales, atravesados por la corriente desde abajo hacia arriba, y con otra segunda superficie de evaporador conectada en el lado del medio de la circulación a continuación de la primera superficie calefactora de vapor, que comprende una pluralidad de otros segundos tubos generadores de vapor dispuestos esencialmente verticales y atravesados por la corriente desde abajo hacia arriba. Tales evaporadores continuos se conocen, por ejemplo, a partir del documento US 6.957.630 B1.

10 En una instalación de turbinas de gas y de turbinas de vapor, el calor contenido en el medio de trabajo expandido o gas caliente desde la turbina de gas es utilizado para la generación de vapor para la turbina de vapor. La transmisión de calor se realiza en un generador de vapor de calor perdido conectado a continuación de la turbina de gas, en el que normalmente está dispuesta una pluralidad de superficies calefactoras para el precalentamiento del agua, para la generación de vapor y para el recalentamiento del vapor. Las superficies calefactoras están conectadas en el
15 circuito de vapor de agua de la turbina de vapor. El circuito de vapor de agua comprende normalmente varias, por ejemplo tres fases de presión, pudiendo presentar cada fase de presión una superficie calefactora de vapor.

20 Para el generador de vapor conectado en el lado de gas caliente a continuación de la turbina de gas como generador de vapor de calor perdido se contemplan varios conceptos de diseño alternativos, a saber, el diseño como generador de vapor continuo o el diseño como generador de vapor de circulación. En el caso de un generador de vapor continuo, la calefacción de tubos generadores de vapor previstos como tubos de evaporador conduce a una evaporación del medio de circulación en los tubos generadores de vapor en una circulación única. En oposición a
25 ello, en el caso de un generador de vapor de circulación natural o de circulación forzada, el agua conducida en la circulación se evapora sólo parcialmente durante la circulación a través de los tubos evaporadores. El agua no evaporada en este caso es alimentada de nuevo después de una separación del vapor generado para otra evaporación a los mismos tubos evaporadores.

30 Un generador de vapor continuo no está sometido, en oposición a un generador de vapor de circulación natural o de circulación forzada a ninguna limitación de la presión. Una presión alta del vapor fresco favorece un rendimiento térmico alto y, por lo tanto, emisiones de CO₂ bajas de una central eléctrica quemada con combustible fósil. Además, un generador de vapor continuo presenta, en comparación con un generador de vapor de circulación, un tipo de construcción sencilla y, por lo tanto, se puede fabricar con gasto especialmente reducido. La utilización de un generador de vapor diseñado de acuerdo con el principio continuo como generador de vapor de calor perdido de una
35 instalación de turbinas de gas y de turbinas de vapor es, por lo tanto, especialmente favorable para la consecución de un rendimiento general alto de la instalación de turbinas de gas y de turbinas de vapor con un tipo de construcción sencilla.

40 Un generador de vapor continuo diseñado como generador de vapor de calor perdido puede estar realizado, en principio, en una de dos formas de construcción alternativas, a saber, en un tipo de construcción vertical o en un tipo de construcción horizontal. Un generador de vapor continuo en tipo de construcción horizontal está diseñado en este caso para una circulación continua del medio calefactor o gas caliente, por ejemplo del gas de escape desde la turbina de gas, en dirección aproximadamente horizontal, en cambio un generador de vapor continuo en tipo de
45 construcción vertical está diseñado para una circulación continua del medio calefactor en una dirección aproximadamente vertical.

50 Un generador de vapor continuo en el tipo de construcción horizontal, en oposición a un generador de vapor continuo en el tipo de construcción vertical, se puede fabricar con medios especialmente sencillos y con gasto de fabricación y de montaje especialmente reducido. En este caso, especialmente en los tubos generadores de vapor alojados a continuación en el lado del medio de circulación de la segunda superficie calefactora de vapor puede aparecer, dentro de cada serie individual de tubos una distribución irregular del medio de circulación sobre los tubos generadores de vapor, que conduce a desajustes de la temperatura y debido a la dilatación térmica diferente, a tensiones mecánicas. Para evitar daños del generador de vapor de calor perdido, se han colocado hasta ahora, por
55 ejemplo, arcos de dilatación para la compensación de estas tensiones. Sin embargo, estas medidas son técnicamente comparativamente costosas en un generador de vapor de calor perdido en el tipo de construcción horizontal.

Por lo tanto, la invención tiene el cometido de indicar un evaporador continuo para un generador de vapor de calor perdido del tipo mencionado anteriormente, que con una duración de vida útil especialmente alta permite un tipo de construcción especialmente sencillo.

55 Este cometido se soluciona de acuerdo con la invención porque a continuación de los segundos tubos generadores de vapor está conectado en el lado del medio de la circulación un sistema de pantallas con las otras características

de la reivindicación independiente 1.

La invención parte en este caso de la consideración de que se podría conseguir una construcción especialmente sencilla del generador de vapor de calor perdido o bien del evaporador continuo a través de la supresión de los arcos de dilatación habituales hasta ahora. En este caso, sin embargo, las tensiones mecánicas provocadas a través de desajustes de la temperatura en los tubos generadores de vapor conectados en paralelo de cada serie individual de tubos deben reducirse de otra manera. Éstas aparecen especialmente en la segunda superficie calefactora de evaporador, que es impulsada con mezcla de vapor de agua. Los desajustes de la temperatura son provocados en este caso a través de porciones diferente de agua y vapor en la entrada del lado de la circulación de los tubos individuales de una serie de tubos y de una circulación diferente resultante de ello a través de estos tubos. Se ha reconocido que esta circulación continua diferente en los tubos es provocada por una pérdida de presión de fricción reducida, en comparación con la pérdida de presión geodésica, en los tubos generadores de vapor. Una circulación con alta porción de vapor del medio de circulación circula, en efecto, en el caso de una pérdida reducida de la presión de fricción, comparativamente rápida a través de tubos generadores de vapor individuales, mientras que una circulación con alta porción de agua es perjudicial en virtud de su elevada pérdida de presión geodésica provocada a través de la masa y puede tender al estancamiento. Por lo tanto, para homogeneizar las circulaciones continuas debería elevarse la pérdida de presión de fricción. Esto se puede conseguir porque a continuación de los segundos tubos generadores de vapor está conectado en el lado del medio de la circulación un sistema de pantallas, que provoca una pérdida de presión de fricción adicional de este tipo.

El sistema de pantallas comprende una pluralidad de pantallas dispuestas en los segundos tubos generadores de vapor individuales. A través de una disposición descentralizada de este tipo de las pantallas se garantiza de forma separada en cada tubo generador de vapor que resulte una pérdida de presión de fricción adicional suficiente, que se ocupa de una estabilización estática de la circulación y, por lo tanto, de una compensación de los desajustes de la temperatura.

Esta pérdida de presión de fricción debería determinarse de manera correspondiente con la ayuda de los restantes parámetros de funcionamiento como la geometría del tubo, las dimensiones del canal de gas caliente y las relaciones de la temperatura. De manera más ventajosa, el orificio de la pantalla respectiva debería estar seleccionado de tal forma que a través del sistema de pantallas se ajuste la pérdida de presión de fricción predeterminada del medio de circulación. De esta manera es posible una prevención todavía mejorada de desajustes de la temperatura.

La pantalla respectiva presenta un taladro como orificio de pantalla con un diámetro entre 10 y 20 mm. Una selección de este tipo conduce, en efecto, a una estabilización estática especialmente buena de la circulación en los segundos tubos generadores de vapor y, por lo tanto, a una compensación esencialmente buena de la temperatura en tubos generadores de vapor conectados en paralelo en las series de tubos individuales de la segunda superficie calefactora.

Para posibilitar una configuración todavía más flexible del sistema de pantallas, debería comprender una pluralidad de pantallas conectadas unas detrás de las otras en el lado del medio de la circulación. De esta manera se puede conseguir una distribución todavía más uniforme de la temperatura.

En configuración ventajosa, una pluralidad de primeros tubos generadores de vapor están conectados entre sí unos detrás de otros en el lado del gas caliente como series de tubos. Esto posibilita utilizar un número mayor de tubos generadores de vapor conectados en paralelo para una superficie calefactora de evaporador, lo que significa a través de la superficie incrementada una entrada mejorada de calor. No obstante, los tubos generadores de vapor dispuestos unos detrás de los otros en la dirección de la circulación de gas caliente se calientan en este caso de forma diferente. En particular, en los tubos generadores de vapor en el lado de entrada de gas caliente, el medio de circulación se calienta comparativamente fuerte. Sin embargo, a través de la conexión sucesiva descrita de un sistema de pantallas se puede conseguir una circulación continua adaptada a la calefacción. De esta manera, se consigue con una construcción sencilla una duración de vida útil especialmente larga del generador de vapor de calor perdido.

En configuración ventajosa, la primera superficie calefactora de vapor está conectada a continuación de la segunda superficie calefactora de vapor en el lado de gas caliente. Esto ofrece la ventaja de que la segunda superficie calefactora del evaporador conectada a continuación en el lado del medio de circulación y diseñada, por lo tanto, para el calentamiento adicional de medio de circulación ya evaporado se encierra en una zona comparativamente más fuertemente caliente del canal de gas caliente.

De manera más conveniente, un evaporador continuo de este tipo se emplea en un generador de vapor de calor perdido y el generador de vapor de calor perdido se utiliza en una instalación de turbinas de gas y de turbinas de vapor. En este caso, el generador de vapor está conectado de manera más conveniente en el lado del gas caliente a continuación de una turbina de gas. En este circuito, de manera más conveniente detrás de la turbina de gas puede estar dispuesto un fuego adicional para la elevación de la temperatura del gas caliente.

Las ventajas conseguidas con la invención consisten en particular en que a través de la conexión siguiente de un sistema de pantallas se consigue una estabilización estática de la circulación y, por lo tanto, una reducción de las diferencias de la temperatura entre segundos tubos generadores de vapor conectados en paralelo y de las tensiones mecánicas que resultan de ello. De esta manera, la duración de vida útil del generador de vapor de calor perdido es especialmente alta. A través de la disposición correspondiente de un sistema de pantallas se pueden suprimir otras medidas técnicas costosas como arcos de dilatación y de esta manera se posibilita al mismo tiempo una construcción sencilla, economizadora de costes del generador de vapor de calor perdido o bien en una central eléctrica de turbinas de gas y de turbinas de vapor.

A continuación se explica en detalle un ejemplo de realización de la invención con la ayuda de un dibujo. En éste:

La figura 1 muestra en representación simplificada en la sección longitudinal un generador de vapor en el tipo de construcción horizontal.

La figura 2 muestra una representación gráfica de la temperatura del tubo con respecto al contenido de vapor en la entrada del tubo calefactor sin disposición de un sistema de pantallas, y

La figura 3 muestra una representación gráfica de la temperatura del tubo con respecto al contenido de vapor en la entrada del tubo calefactor con disposición de un sistema de pantallas.

Las partes iguales están provistas en todas las figuras con los mismos signos de referencia.

El evaporador continuo 1 para el generador de vapor de calor perdido 2 según la figura 1 está conectado a continuación de una turbina de gas no representada en detalle en el lado de escape de gases. El generador de vapor de calor perdido 2 presenta una pared circundante 3, que forma un canal de gas caliente 5 que puede ser atravesado por la circulación en una dirección del gas caliente aproximadamente horizontal, indicada por medio de las flechas 4 para el gas de escape desde la turbina de gas. En el canal de gas caliente 5 está dispuesta una pluralidad de superficies calefactoras de evaporador 8, 10 diseñadas de acuerdo con el principio continuo. En el ejemplo de realización según la figura 1 se muestran, respectivamente, dos superficies calefactoras de evaporador 8, 10, pero también puede estar previsto un número mayor de superficies calefactoras de evaporador.

Las superficies calefactoras de evaporador 8, 10 según la figura 1 comprenden, respectivamente, a modo de un haz de tubos una pluralidad de series de tubos 11 y 12, respectivamente, dispuestos unos detrás de los otros en la dirección del gas caliente. Cada serie de tubos 11, 12 comprende de nuevo, respectivamente, una pluralidad de tubos generadores de vapor 13 y 14, respectivamente, dispuestos unos detrás de los otros en la dirección del gas caliente, solamente uno de los cuales es visible para cada serie de tubos 11, 12. Los primeros tubos generadores de vapor 13 dispuestos aproximadamente verticales, conectados en paralelo a la circulación de un medio de circulación W, de la primera superficie calefactora de evaporador 8 están conectados en este caso en el lado de salida en un colector de salida 15 común a ellos. Los segundos tubos generadores de vapor 14 dispuestos de la misma manera aproximadamente verticales, conectados en paralelo a la circulación continua de un medio de circulación W, de la segunda superficie calefactora de evaporador 10 están conectados de la misma manera en el lado de salida en un colector de salida 16 común a ellos. En este caso, en las dos superficies calefactoras de evaporador 8, 10 puede estar previsto un sistema colector comparativamente más costoso. Los tubos generadores de vapor 14 de la segunda superficie calefactora de evaporador 10 están conectados a continuación de los tubos generadores de vapor 13 de la primera superficie calefactora de evaporador 8 desde el punto de vista de la técnica de la circulación a través de un sistema de tubo de caída 17.

El sistema evaporador formado a partir de las superficies calefactoras de evaporador 8, 10 puede ser impulsado con el medio de circulación W, que se evapora en el caso de una circulación una vez a través del sistema evaporador y se descarga después de la salida desde la segunda superficie calefactora de evaporador 10 como vapor D. El sistema evaporador formado a partir de las superficies calefactora de evaporador 8, 10 está conectado en el circuito de vapor de agua no representado en detalle de una turbina de vapor. Adicionalmente al sistema evaporador, que comprende las superficies calefactoras de evaporador, en el circuito de vapor de agua de la turbina de vapor está conectada una pluralidad de otras superficies calefactoras 20 indicadas de forma esquemática en la figura 1. En las superficies calefactoras 20 se puede tratar, por ejemplo, de recalentadores, de evaporadores de presión media, de evaporadores de baja presión y/o de precalentadores.

A continuación de los segundos tubos generadores de vapor 14 está conectado ahora un sistema de pantallas 2, que comprende pantallas 23 dispuestas en los tubos generadores de vapor individuales. El taladro de las pantallas 23 está seleccionado de tal forma que la pérdida de presión de fricción del medio de circulación W es de manera correspondiente tan alta que se garantiza una circulación continua uniforme dentro de una serie de tubos 11. De esta manera, se reducen los desajustes de la temperatura. Las pantallas 23 comprenden a tal fin unos taladros entre 10 y 20 mm de diámetro.

El efecto del sistema de pantallas 22 sobre las diferencias de la temperatura se representa en las figuras 2 y 3. Éstas muestran, respectivamente, una representación gráfica de la temperatura media de la pared del tubo 25 y de

ES 2 495 348 T3

- la temperatura de la pared de salida del tubo 27, registrada con respecto a la porción de vapor DA del medio de circulación. La figura 2 muestra en este caso la situación sin un sistema de pantallas 22 conectado a continuación. Aquí la temperatura media de la pared del tubo 23 varía entre aproximadamente 460°C y 360°C, la temperatura de la pared de salida del tubo 27 varía entre 480°C y 370°C, en función del contenido de vapor DA. En la figura 3 se muestra que estas variaciones se reducen aproximadamente a 440°C a 390°C o bien a 470°C a 505°C. Las diferencias de la temperatura de tubos con diferente contenido de vapor se reducen, por lo tanto, claramente.
- 5
- A través de la reducción de las diferencias de la temperatura de los tubos con diferente contenido de vapor en la entrada del lado de la circulación se reduce la carga de la tensión mecánica del generador de vapor de calor perdido 2 y se garantiza una duración de vida útil especialmente larga con un tipo de construcción al mismo tiempo sencillo a
- 10
- través de la supresión de los arcos de dilatación habituales hasta ahora.

REIVINDICACIONES

- 1.- Evaporador continuo (1) para un generador de vapor de calor perdido (2) en el tipo de construcción horizontal con una primera superficie calefactora de evaporador (8), que comprende una pluralidad de primeros tubos generadores de vapor (13) dispuestos esencialmente verticales, atravesados por la corriente desde abajo hacia arriba, y con otra segunda superficie de evaporador (10) conectada en el lado del medio de la circulación a continuación de la primera superficie calefactora de vapor (8), que comprende una pluralidad de otros segundos tubos generadores de vapor (14) dispuestos esencialmente verticales y atravesados por la corriente desde abajo hacia arriba, caracterizado porque a continuación de los segundos tubos generadores de vapor (14) está conectado en el lado del medio de la circulación un sistema de pantallas (22), que comprende pantallas (23) dispuestas en los tubos generadores de vapor individuales, de manera que la pantalla (23) respectiva presenta un taladro como orificio de pantalla con un diámetro entre 10 y 20 mm.
- 2.- Evaporador continuo (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el orificio de la pantalla (23) respectiva está seleccionado de tal manera que se ajusta a través del sistema de pantallas (22) una pérdida de presión de limpieza predeterminada del medio de circulación.
- 3.- Evaporador continuo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el sistema de pantallas (22) comprende una pluralidad de pantallas (23) conectadas unas detrás de las otras en el lado del medio de la circulación.
- 4.- Evaporador continuo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que una pluralidad de segundos tubos generadores de vapor (14) están conectados unos detrás de los otros como series de tubos (11) sucesivas en el lado del gas caliente.
- 5.- Evaporador continuo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la primera superficie calefactora de evaporador (8) está conectada a continuación de la segunda superficie calefactora de evaporador (10) en el lado del gas caliente.
- 6.- Generador de vapor de calor perdido (2) con un evaporador continuo (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5.
- 7.- Generador de vapor de calor perdido (2) de acuerdo con la reivindicación 6, delante del cual está conectada una turbina de gas en el lado de gas caliente.

FIG 1

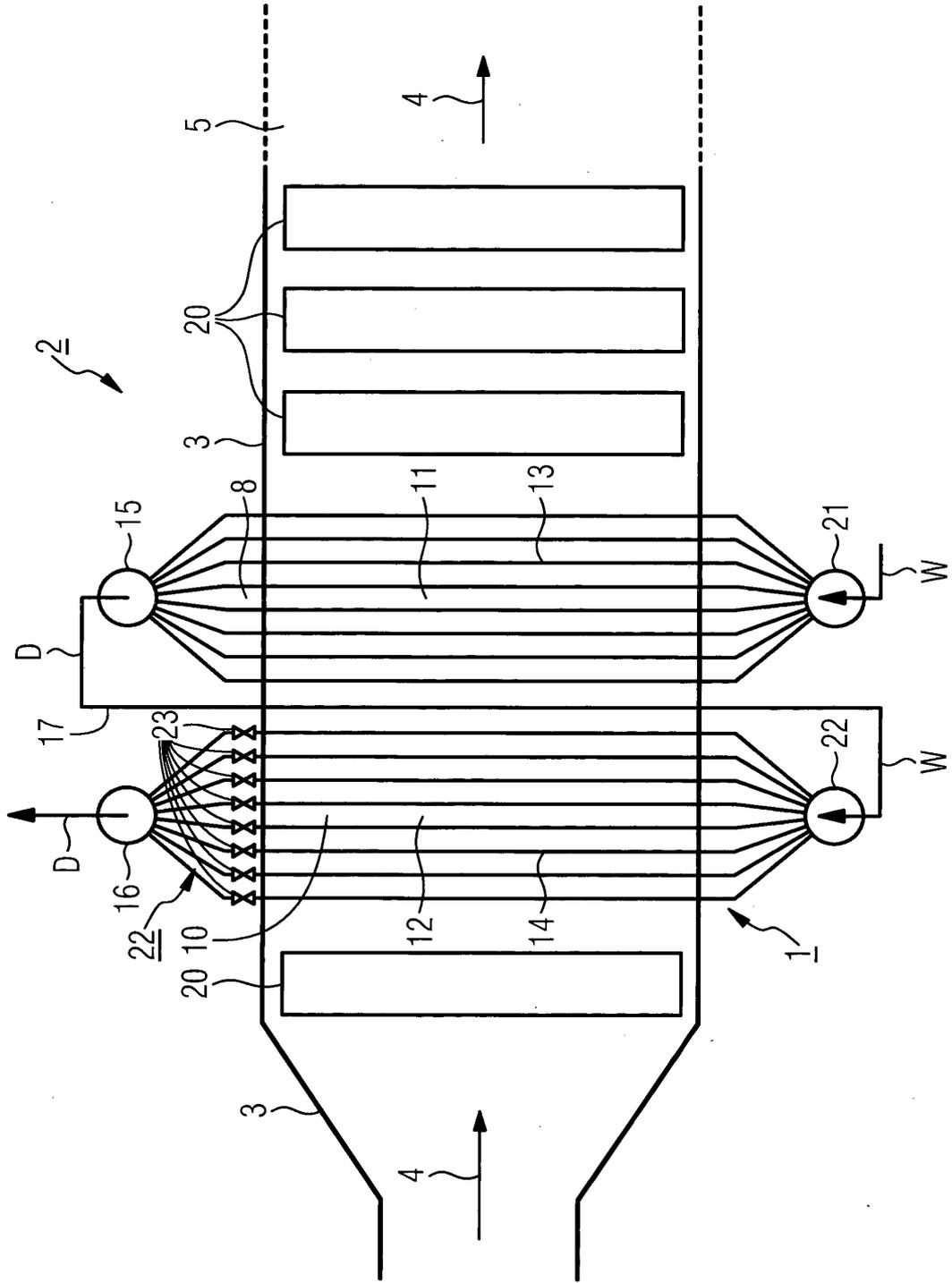


FIG 2

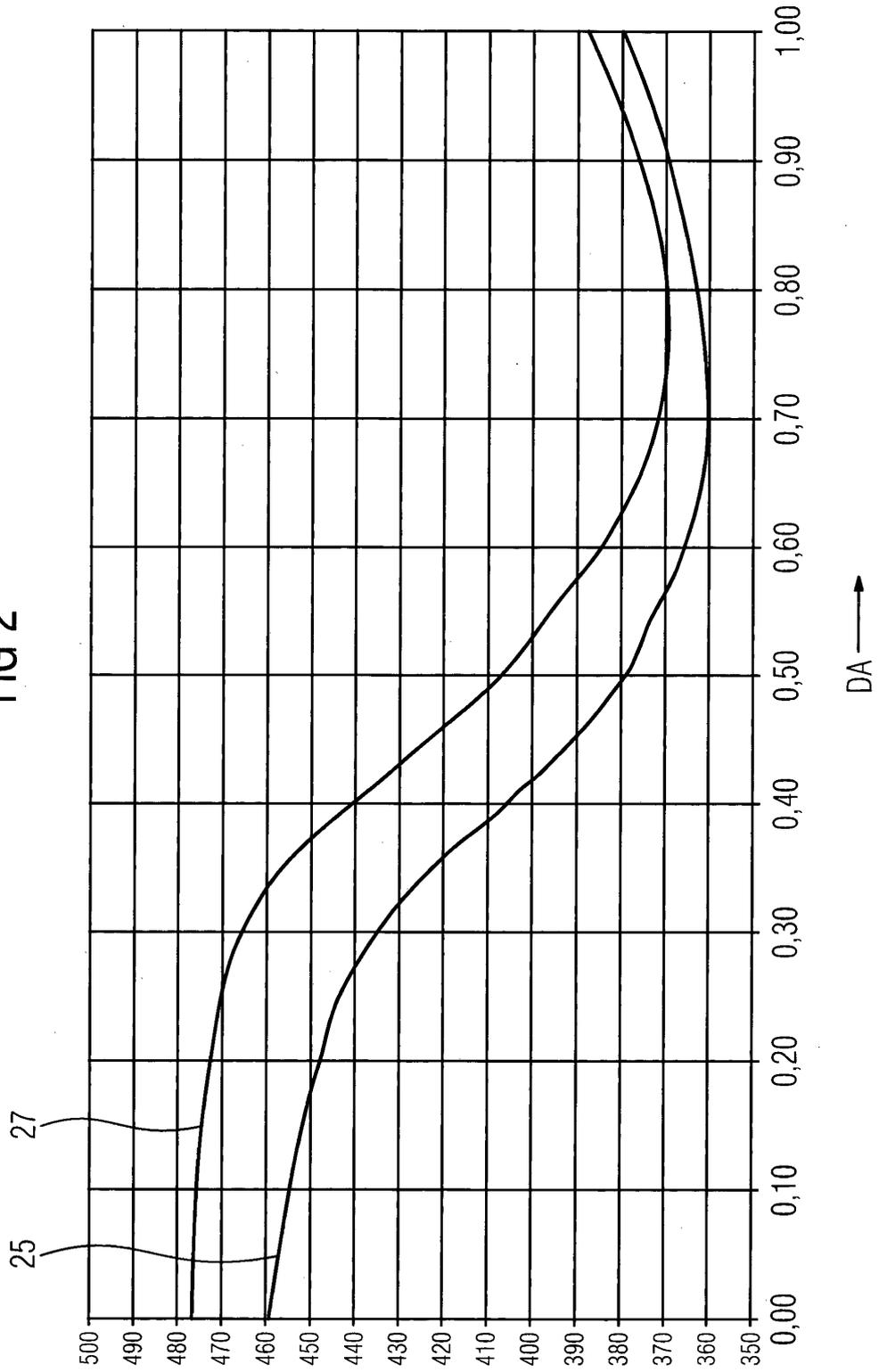


FIG 3

