

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 721 604**

51 Int. Cl.:

H01J 7/18 (2006.01)

H01J 29/94 (2006.01)

F24S 40/46 (2008.01)

F24S 40/40 (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.05.2010 PCT/EP2010/056249**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.11.2010 WO10128135**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2010 E 10720733 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 2427700**

54 Título: **Estructura de soporte de afinador de vacío para una planta de energía térmica solar**

30 Prioridad:

08.06.2009 US 185087 P

07.05.2009 US 176148 P

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

01.08.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS CONCENTRATED SOLAR POWER LTD.
(100.0%)**

3 HaHachshara Street

99107 Beit Shemesh (Industrial Area West), IL

72 Inventor/es:

BARKAI, MENASHE

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 721 604 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

Estructura de soporte de afinador de vacío para una planta de energía térmica solar

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a plantas de energía térmica solar, y en particular a medidas para eliminar el hidrógeno disociado de las mismas.

Antecedentes de la invención

10 En medio de las preocupaciones sobre el calentamiento global, y los pronósticos, tanto del agotamiento de las fuentes de energía no renovables, como de la creciente demanda de energía, los suministradores de energía están buscando cada vez más fuentes primarias alternativas de energía. Una de esas fuentes de energía es la energía solar, y una forma de utilizar la energía solar es con una planta de energía térmica solar.

15 Un tipo de planta de energía solar comprende un campo solar que utiliza un "colector concentrador de radiación" que concentra la radiación solar enfocándola en un área más pequeña, por ejemplo, utilizando superficies especulares o lentes. En este sistema, un reflector, que generalmente es parabólico, recibe y refleja (enfoca) la radiación solar entrante en un absorbente de radiación, que se forma como un tubo. El tubo absorbente de radiación está rodeado concéntricamente por un tubo de vidrio tratado para limitar la pérdida de calor. El sistema colector incluye además medios para seguir al sol.

20 El tubo absorbente de radiación está hecho de metal con un revestimiento que tiene un alto coeficiente de absorción de radiación solar para maximizar la transferencia de energía impartida por la radiación solar que se refleja en el reflector. Un fluido de transferencia de calor (HTF), que normalmente es un líquido como el aceite, fluye dentro del tubo absorbente de radiación.

La energía térmica es transportada por el HTF para proporcionar energía a, por ejemplo, una planta de energía termoeléctrica para impulsar uno o más sistemas de generación de energía de la misma, con el fin de generar electricidad de una manera convencional, por ejemplo, mediante el acoplamiento del eje de cada una de las turbinas a un generador eléctrico.

25 Un ejemplo de dicha planta de energía termoeléctrica es una planta de energía eléctrica a vapor, que utiliza la energía térmica proporcionada a la misma para producir vapor para impulsar las turbinas de la misma, que a su vez accionan un generador, generando así electricidad. Por todo el campo solar, el HTF fluye dentro de un tubo, que está parcialmente constituido por el tubo absorbente de radiación. La longitud total del tubo debe diseñarse de modo que limite las pérdidas térmicas del mismo. A lo largo de gran parte de su longitud, está rodeado por un tubo o tubería de mayor diámetro, habiéndose hecho el vacío en el espacio entre ellos para limitar la pérdida de calor debido a la convección. Sin embargo, el hidrógeno puede liberarse dentro del HTF, ya sea por disociación del mismo o como producto de una reacción catódica con el interior del tubo, que se escapa a través de la pared del tubo y entra en el espacio de vacío. Para mantener una elevada eficiencia de la planta de energía solar, se debe eliminar la mayor cantidad posible de este hidrógeno.

35 El documento US2004/134484 describe una tubería en una planta de energía térmica solar que comprende un tubo interior configurado para transportar un fluido de transferencia de calor calentado y un tubo exterior que rodea el tubo interior, en donde se hace el vacío en el espacio entre el tubo interior y el exterior y se configura una estructura de retención del afinador de vacío para mantener los afinadores de vacío en una posición predeterminada.

Resumen de la invención

40 Según la presente invención, se proporciona una tubería para una planta de energía térmica solar, comprendiendo la tubería:

- un tubo interior configurado para transportar un fluido de transferencia de calor calentado;
 - un tubo exterior que rodea el tubo interior, en donde se hace el vacío en el espacio entre el tubo interior y el exterior;
- y

45 • una estructura de retención del afinador de vacío configurada para mantener los afinadores de vacío en una posición predeterminada, en donde la estructura de retención del afinador de vacío está en contacto con el tubo exterior y, por lo demás, está completamente libre de contacto con el tubo interior.

La estructura de retención del afinador de vacío puede comprender:

- una parte de almacenamiento configurada para contener en la misma los afinadores de vacío en comunicación fluida con el espacio entre el tubo interior y el exterior; y

• una parte de soporte configurada para entrar en contacto con el tubo exterior y, de ese modo, mantener la posición de la parte de almacenamiento.

La parte de almacenamiento puede entrar en contacto con el tubo exterior y cooperar con la parte de soporte para mantener la posición de la estructura de retención del afinador de vacío.

5 La parte de almacenamiento puede estar construida al menos parcialmente con un material de malla.

La parte de soporte puede comprender un elemento de desviación configurado para sostenerse contra una superficie interna del tubo exterior y para empujar la parte de almacenamiento contra la superficie interna, manteniendo así la posición de la estructura de retención del afinador de vacío. El elemento de desviación puede comprender un resorte plano sustancialmente arqueado. Los extremos opuestos del resorte plano pueden estar diseñados para sostenerse contra la superficie interior del tubo exterior, mientras que una parte central del mismo empuja la parte de almacenamiento contra la superficie interior.

10

La parte de soporte puede comprender además un elemento de conexión unido al elemento de desviación y que está configurado para conectarlo a la parte de almacenamiento.

Una superficie exterior del tubo interior puede tener una emisividad que es menor de 5, o menor del 3%.

15 El tubo exterior puede estar hecho de un material opaco, tal como metal.

La tubería puede configurarse para conectarse entre dos tuberías de colectores de radiación solar y para transportar fluido térmico entre ellos.

Breve descripción de los dibujos

20 Para entender la invención y ver cómo se puede llevar a cabo en la práctica, ahora se describirá una realización, solo a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un esquema ilustrado de una planta de energía térmica solar;

la figura 2 es una vista en sección transversal de un tubo absorbente de radiación de la planta de energía térmica solar ilustrada en la figura 1, tomada a lo largo de la línea II-II de la misma;

25 la figura 3 es una vista en sección transversal de una tubería conectora de la planta de energía térmica solar ilustrada en la figura 1, tomada a lo largo de la línea III-III de la misma; y

la figura 4 es una vista en perspectiva de una estructura de soporte de afinador de vacío ilustrada en la figura 3.

Descripción detallada de las realizaciones

30 Como se ilustra en la Fig. 1, se proporciona una planta de energía térmica solar, generalmente indicada con 10. La planta 10 comprende un bloque 12 de potencia, tal como una planta de energía termoeléctrica, que utiliza calor para impulsar su operación para producir electricidad, y un sistema 14 de captación solar para proporcionar el calor para ello. La planta de energía térmica solar puede diseñarse de acuerdo con lo descrito en el documento PCT/IL2009/000899, presentado el 15 de septiembre de 2009, al presente solicitante.

35 El bloque 12 de potencia comprende elementos que se encuentran típicamente dentro de una planta de energía y que son bien conocidos, tales como una o más turbinas, un condensador, calentadores de agua de alimentación, bombas, etc. (los elementos individuales del bloque de potencia no se han ilustrado). Las turbinas están acopladas a un generador eléctrico para generar electricidad, como es bien conocido en la técnica. El bloque 12 de potencia puede diseñarse de acuerdo con lo descrito en el documento WO 2009/034577, presentado el 11 de septiembre de 2008 al presente solicitante, cuya descripción se incorpora en este documento como referencia.

40 El bloque 12 de potencia comprende además un sistema 16 de generación de vapor que comprende un tren de generación de vapor que tiene tres intercambiadores de calor, un precalentador 18, un evaporador 20 y un sobrecalentador 22. El tren de generación de vapor está configurado para transferir calor desde una fuente externa (en este caso, el sistema 14 de captación solar) hasta el fluido de trabajo del bloque 12 de potencia, de modo que pueda alcanzar la temperatura y presión elevadas requeridas para impulsar óptimamente las turbinas del mismo. El tren de generación de vapor puede comprender además un recalentador opcional (no ilustrado).

45 El sistema 14 de captación solar comprende uno o más campos 24 solares, que están configurados para captar el calor de la luz solar que incide sobre los mismos y transferirlo al sistema 14 de generación de vapor del bloque 12 de potencia para impulsar su funcionamiento. (Se apreciará que mientras el sistema 24 de captación solar se ilustra en la figura 1 como que comprende dos campos solares, se puede proporcionar cualquier número adecuado de campos sin apartarse del espíritu y del alcance de la presente invención, mutatis mutandis). A propósito, los campos 24 solares comprenden al menos varios tubos absorbentes 26 de radiación, que pueden estar hechos de acero inoxidable, y una pluralidad de colectores 28 cilíndricos, tales como los reflectores parabólicos de un solo eje.

50

Como se ilustra en la figura 2, las partes de los tubos absorbentes 26 de radiación que están dentro de los colectores 28 están rodeadas por una envolvente 30 de vidrio separada de las mismas, definiendo así un volumen 32 entre el tubo absorbente 26 de radiación y la envolvente de vidrio en la que está hecho el vacío para limitar la pérdida de calor. Alternativamente, se pueden proporcionar cualesquier medios adecuados para concentrar la radiación solar, tales como los colectores de Fresnel. Los tubos absorbentes 26 de radiación llevan un fluido de transferencia de calor (HTF) en los mismos, tal como un aceite térmico (fenilos) que está disponible comercialmente, tales como los nombres comerciales Therminol® VP-1, Dowtherm™, etc. Alternativamente, el HTF también puede ser uno de entre vapor / agua, en cuyo caso la planta 10 puede operar utilizando vapor directo, es decir, el HTF se usa como fluido de trabajo para las turbinas del bloque 12 de potencia, y por lo tanto el sistema 16 de generación de vapor puede ser excluido. El HTF, según cualquiera de las realizaciones, se calienta dentro de los tubos absorbentes 26 de radiación después de su exposición a la radiación solar directa y la radiación solar concentrada por los colectores 28 cilíndricos. Así, el HTF se calienta a medida que fluye a través de los tubos absorbentes 26 de radiación. Los sistemas de captación solar de este tipo son suministrados, entre otros, por Siemens Concentrated Solar Power, Ltd.

Los campos 24 solares comprenden además una pluralidad de tuberías 34 conectoras que enlazan los tubos absorbentes 26 de radiación. Las tuberías 34 conectoras están diseñadas para transportar HTF que se ha calentado dentro de uno de los tubos absorbentes 26 de radiación a otro para mayor calentamiento. Aunque la tubería 34 conectora puede estar expuesta a la radiación solar directa, el campo 24 solar puede diseñarse de manera tal que esto no sea así, y en cualquier caso, de manera tal que la tubería conectora no esté expuesta a ninguna radiación solar concentrada. Se diseña para prevenir o limitar las pérdidas térmicas del HTF en la misma, y no para calentar el HTF en la misma.

Como se ilustra en la figura 3, cada una de las tuberías 34 conectoras comprende un tubo 36 interior en comunicación fluida con los tubos absorbentes de radiación adyacentes, y un tubo 38 exterior alrededor del mismo, que define un espacio 40 entre los mismos, en el cual se hace el vacío y que puede estar en comunicación fluida con el volumen 32 entre el tubo absorbente 26 de radiación y la envolvente 30 de vidrio como se describió anteriormente. Aunque la estructura de la tubería 34 conectora es similar a la del tubo absorbente 26 de radiación y la envolvente 30 de vidrio como se describió anteriormente con referencia a la figura 2, la construcción de los tubos 36, 38 interior y exterior del mismo puede ser diferente, como se describe abajo.

Como se ha mencionado, la tubería 34 conectora no está diseñada para estar expuesta a la radiación solar, sino solo para prevenir o limitar las pérdidas térmicas del HTF en la misma. Por lo tanto, el tubo 36 interior del mismo difiere en su construcción del tubo absorbente 26 de radiación en que no requiere ningún recubrimiento que esté diseñado para proporcionar un elevado coeficiente de absorción solar. Por lo tanto, se puede proporcionar sin ningún recubrimiento especial, o con un recubrimiento que esté diseñado para proporcionar una baja emisividad, por ejemplo, ϵ (400 °C) de menos del 5% o de menos del 3%, sin la necesidad de tener en cuenta el relativamente bajo coeficiente de absorción solar que suele generalmente acompañar a un bajo valor de emisividad.

El tubo 38 exterior de la tubería 34 conectora se diferencia en su construcción de la envolvente 30 de vidrio en que no necesita ser transparente a la radiación solar, es decir, puede ser opaco. Por lo tanto, puede estar hecho de un material menos frágil que la envolvente de vidrio. Por ejemplo, puede estar hecho de acero inoxidable o de cualquier otro metal adecuado.

Durante el funcionamiento de la planta 10, el HTF se calienta. En un caso en el que el HTF se proporciona como un aceite térmico, el hidrógeno se libera por disociación del mismo. En un caso en el que el HTF se proporciona como agua / vapor, es decir, cuando la planta 10 funciona usando vapor directo como se describió anteriormente, la corrosión del tubo 36 interior de la tubería 34 conectora puede estar asociada con una reacción catódica en la que se libera hidrógeno. En cualquier caso, como el hidrógeno es una molécula relativamente pequeña, el material del tubo absorbente 26 de radiación muestra un grado de permeabilidad al mismo; por lo tanto, parte de él se escapa del tubo 36 interior y entra en el espacio 40 de vacío entre él y el tubo 38 exterior. La presencia de este hidrógeno en el espacio 40 permite un flujo de calor por conducción entre el tubo 36 interior y la atmósfera, lo que da como resultado pérdidas de calor. Como es bien sabido en la técnica, se pueden proporcionar afinadores de vacío (no ilustrados) dentro del espacio 40 de vacío para secuestrar este hidrógeno, y así limitar la pérdida de calor.

Como se ilustra además en la figura 3 y como se ilustra adicionalmente en la figura 4, se proporciona una estructura de retención del afinador de vacío, que está designada por 42, dentro del espacio 40 entre los tubos 36, 38 interior y exterior de la tubería 34 conectora. La estructura 42 de retención del afinador de vacío puede diseñarse para mantener los afinadores de vacío en una posición predeterminada dentro del espacio 40 al hacer contacto con el tubo exterior, mientras que está completamente libre de contacto con (es decir, separada de) el tubo 36 interior. Como el tubo 36 interior está generalmente a una temperatura elevada durante el uso de la planta 10, mantener los afinadores de vacío en aislamiento térmico respecto del mismo asegura que su temperatura no se elevará, lo que restringiría la cantidad de hidrógeno que puede almacenarse de ese modo.

Por ejemplo, el tubo 36 interior puede alcanzar una temperatura de hasta 400 °C. Al mantener los afinadores de vacío térmicamente aislados del mismo, se mantienen a una temperatura más baja, por ejemplo, de hasta aproximadamente 150 °C. Esto le permite absorber una mayor cantidad de hidrógeno que si alcanzara la temperatura del tubo interior, aumentando así la vida útil de la tubería 34 conectora.

Se apreciará que en la presente especificación y en las reivindicaciones, el término "totalmente libre de contacto con" denota que no hay una conexión sólida entre dos elementos, y que tampoco hay una conexión intermedia entre ellos.

5 La estructura 42 de soporte de afinador de vacío comprende una parte 44 de almacenamiento que está configurada para contener en la misma los afinadores de vacío, y una parte 46 de soporte que está configurada para entrar en contacto con el tubo 38 exterior, y de ese modo mantener la posición de la parte de almacenamiento, y por lo tanto los afinadores de vacío, dentro del espacio 40. La parte 44 de almacenamiento está diseñada para mantener su contenido (es decir, los afinadores de vacío) en comunicación fluida con el espacio 40. Como tal, puede construirse al menos parcialmente a partir de un material de malla, o ser al menos en parte de cualquier otra estructura abierta adecuada.

10 La parte 46 de soporte puede comprender un elemento 48 de desviación que está diseñado para mantener la posición de la parte de almacenamiento dentro del espacio 40 sosteniéndose contra una superficie interior del tubo 38 exterior, mientras que al mismo tiempo empuja la parte 44 de almacenamiento contra la superficie interior.

15 Como se ilustra, el elemento 48 de desviación puede estar constituido por un resorte plano sustancialmente arqueado, con un radio de curvatura en su posición relajada (es decir, descargada) que es mayor que el de la superficie interior del tubo 38 exterior. Así, cuando el elemento 48 de desviación se comprime (al impartirle un radio de curvatura menor) y se inserta dentro del tubo 38 exterior, tiende a abrirse (es decir, hacia un radio de curvatura mayor), lo que da lugar a que los extremos 50 opuestos del mismo se sostengan contra la superficie interna del tubo exterior. Se observará que los extremos 52 finales del elemento 48 de desviación pueden tener un radio de curvatura que es menor que el de la superficie interior del tubo 38 exterior. La parte 44 de almacenamiento puede colocarse en o cerca del punto medio del elemento 48 de desviación, permitiendo que se desvíe contra la parte interior del tubo 38 exterior.

20 Se observará que los dos extremos 50 del elemento 48 de desviación y la parte 44 de almacenamiento pueden entrar en contacto con la superficie interior del tubo 38 exterior en puntos del mismo que generalmente están espaciados uniformemente alrededor de la circunferencia del mismo.

25 La parte de soporte puede comprender además un elemento 54 de conexión unido al elemento 48 de desviación, que está configurado para conectar la parte de soporte a la parte 44 de almacenamiento. El elemento de conexión puede ser un cierre o cualquier otro elemento adecuado.

30 De acuerdo con el ejemplo descrito anteriormente con referencia a las figuras 3 y 4, los afinadores de vacío se mantienen en una posición en la que no entran en contacto con el tubo 36 interior de la tubería 34 conectora, ni lo hace ningún elemento de la estructura de soporte 42 del afinador de vacío. Por lo tanto, están aislados térmicamente del tubo 36 interior, que, durante el uso de la planta, es una fuente de calor que, en ausencia del aislamiento térmico, elevaría la temperatura de los afinadores de vacío, afectando negativamente su capacidad de secuestrar hidrógeno.

35 Además, los afinadores de vacío pueden mantenerse en una posición en la que están muy cerca del tubo 38 exterior de la tubería 34 conectora. Esto permite que los afinadores de vacío se coloquen dentro de la tubería 32 antes de que se instale en el campo 24 solar y asegurar que la posición se mantiene, permitiendo que los afinadores de vacío se activen por calentamiento a través del tubo exterior una vez que el campo 24 solar esté completamente construido. El mantener los afinadores de vacío en una posición adyacente al tubo 38 exterior facilita esto.

Los expertos en la técnica a la que pertenece esta invención apreciarán fácilmente que pueden realizarse numerosos cambios, variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una tubería para una planta de energía térmica solar, comprendiendo la tubería:
- un tubo interior configurado para transportar un fluido de transferencia de calor calentado;
 - un tubo exterior que rodea dicho tubo interior, en donde se hace el vacío en el espacio entre el tubo interior y el exterior; y
 - una estructura de retención del afinador de vacío configurada para mantener los afinadores de vacío en una posición predeterminada, estando la tubería caracterizada por que dicha estructura de retención del afinador de vacío está en contacto con dicho tubo exterior y, por lo demás, completamente libre de ningún contacto con dicho tubo interior.
2. Una tubería según la reivindicación 1, en donde dicha estructura de retención del afinador de vacío comprende:
- una parte de almacenamiento configurada para contener en la misma dichos afinadores de vacío en comunicación fluida con el espacio entre los tubos interior y exterior; y
 - una parte de soporte configurada para entrar en contacto con el tubo exterior y, de ese modo, mantener la posición de la parte de almacenamiento.
3. Una tubería según la reivindicación 2, en donde dicha parte de almacenamiento entra en contacto con el tubo exterior y coopera con dicha parte de soporte para mantener la posición de la estructura de retención del afinador de vacío.
4. Una tubería según una cualquiera de las reivindicaciones 2 y 3, en donde dicha parte de almacenamiento está construida al menos parcialmente de un material de malla.
5. Una tubería según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde dicha parte de soporte comprende un elemento de desviación configurado para sostenerse contra una superficie interior del tubo exterior y para empujar dicha parte de almacenamiento contra dicha superficie interior, manteniendo así la posición de la estructura de retención del afinador de vacío.
6. Una tubería según la reivindicación 5, en donde dicho elemento de desviación comprende un resorte plano sustancialmente arqueado.
7. Una tubería según la reivindicación 6, en donde los extremos opuestos de dicho resorte plano están diseñados para soportar la superficie interior del tubo exterior, mientras que una parte central del mismo presiona dicha parte de almacenamiento contra dicha superficie interior.
8. Una tubería según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde dicha parte de soporte comprende además un elemento de conexión unido a dicho elemento de desviación y que está configurado para conectarlo a dicha parte de almacenamiento.
9. Una tubería según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde una superficie exterior de dicho tubo interior tiene una emisividad que es menor del 5%.
10. Una tubería según la reivindicación 9, en la que dicha emisividad es menor del 3%.
11. Una tubería según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde dicho tubo exterior está hecho de un material opaco.
12. Una tubería según la reivindicación 11, en la que dicho material opaco es un metal.
13. Una tubería según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, configurada para ser conectada entre dos tuberías de colectores de radiación solar y para transportar un fluido térmico entre las mismas.

FIG 1

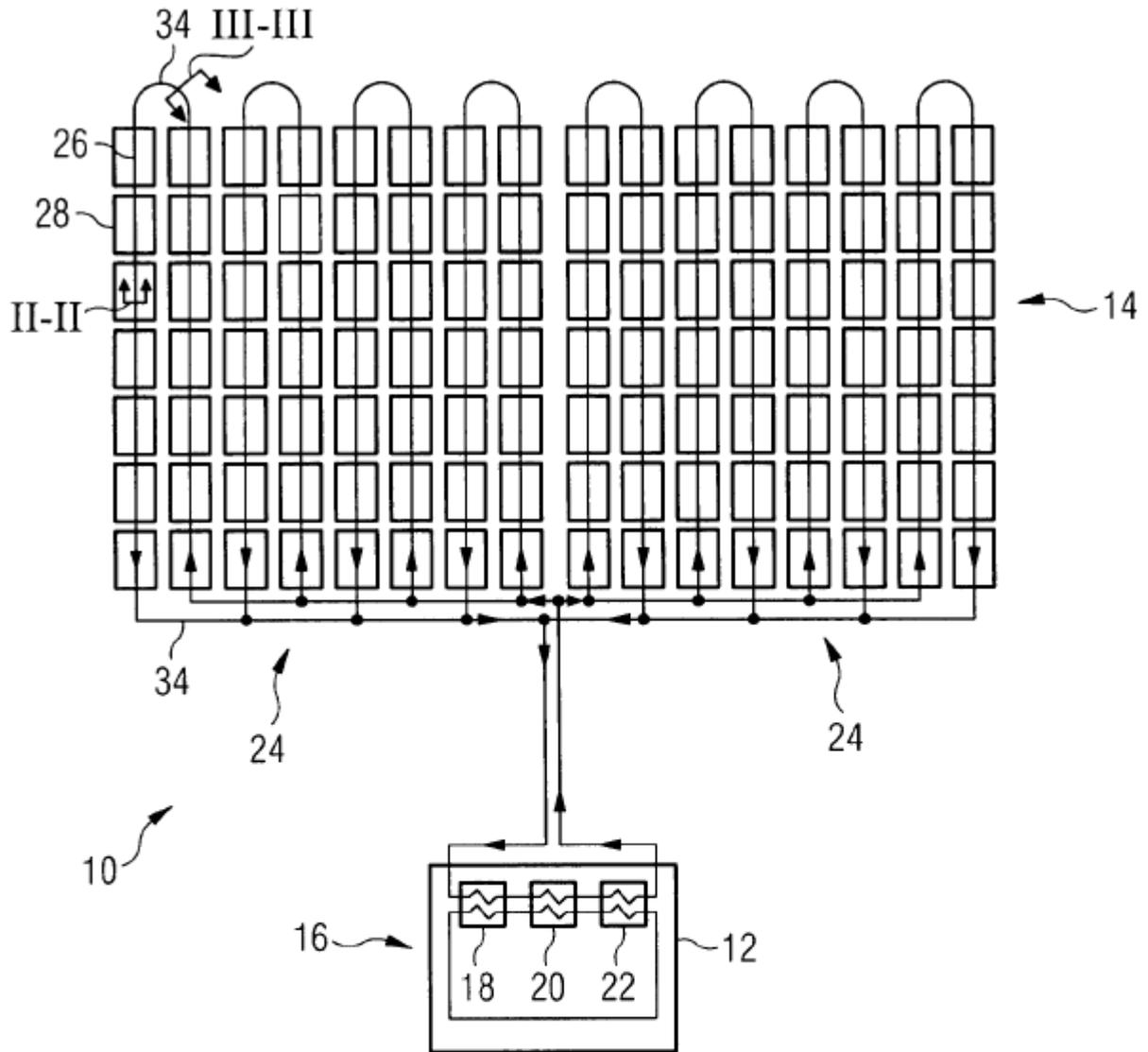


FIG 2

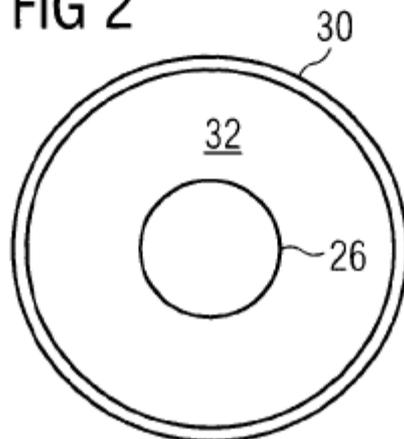


FIG 3

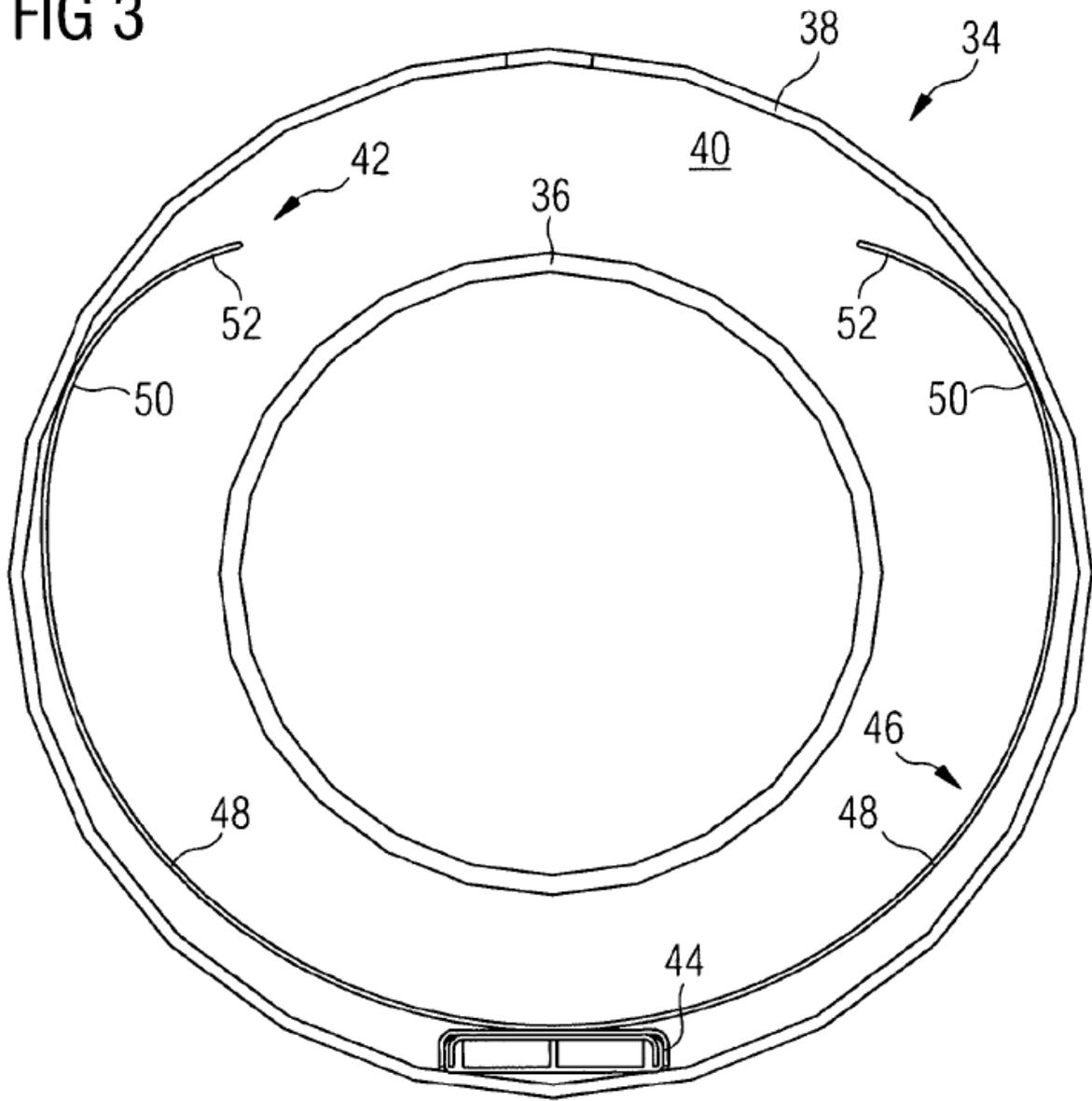


FIG 4

