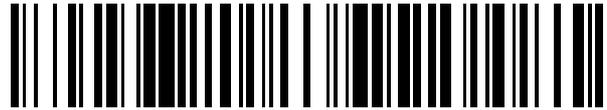


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 780**

51 Int. Cl.:

F24J 3/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2011 E 11154105 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.02.2016 EP 2360438**

54 Título: **Turbulador de fluidos para sondas geotérmicas**

30 Prioridad:

11.02.2010 DE 102010001823

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

16.03.2016

73 Titular/es:

DYNAMIC BLUE HOLDING GMBH (100.0%)

Am Kirchenhölzl 13

82166 Gräfelfing, DE

72 Inventor/es:

LEDWON, ANTON

74 Agente/Representante:

RIZZO, Sergio

ES 2 563 780 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

Turbulador de fluidos para sondas geotérmicas

5 **[0001]** La invención propone un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas coaxiales que cumplan con la definición detallada en la reivindicación 1 y cuya función sea la de intercambio de calor entre un fluido de transferencia de calor y la tierra que rodea la sonda geotérmica, siempre y cuando la sonda geotérmica se encuentre en funcionamiento.

10 **[0002]** Se pueden construir las sondas geotérmicas en forma coaxial o en forma de U. Las sondas geotérmicas en forma de U constan de una tubería de entrada que desciende hasta incrustarse en la tierra y que presenta un área de unión en un extremo inferior donde se conecta con una tubería de escape permitiendo el paso de fluidos. Por lo tanto, el fluido de transferencia de calor desciende por la tubería de entrada hasta llegar al área de unión, donde asciende por la tubería de escape y abandona la sonda a través de esta. En las sondas geotérmicas coaxiales la tubería de entrada es también una tubería externa y la tubería de escape una tubería interna situada en el interior de la tubería externa. En el exterior de la tubería interna y en el interior de la tubería externa se encuentra una cámara anular que aloja un área de transferencia de calor. La posición de la tubería externa con respecto a la tubería interna es por tanto coaxial. En las sondas geotérmicas coaxiales, el área de unión se construye a través de una abertura en la tubería interna, de forma tal que en la cámara anular situada en la tubería externa, el fluido de transferencia de calor existente pueda fluir hacia la tubería interna. Un sistema de estas características se describe en DE 20 2008 002 048.

25 **[0003]** El recorrido por la sonda geotérmica propicia una transferencia de calor entre el fluido de transferencia de calor y la tierra. La transferencia de calor se efectúa principalmente por convección. El calor se emitirá o se absorberá dependiendo de si la sonda geotérmica se utiliza en un proceso de enfriamiento o de calentamiento. Además, las sondas geotérmicas correspondientes se colocarán a una profundidad de hasta 100 m, aunque en casos aislados se pueden colocar a mayor profundidad.

30 **[0004]** Por lo general se utilizan varias sondas geotérmicas en un circuito cerrado para la transferencia de calor geotérmico. Un circuito cerrado de estas características presenta una bomba y un intercambiador de calor. Mediante la bomba se propicia la circulación del fluido de transferencia de calor por el interior del circuito cerrado de transferencia de calor geotérmico. A este efecto se pueden conectar las sondas geotérmicas de forma paralela, en serie o formando una combinación de ambas. En el intercambiador de calor se transfiere la diferencia de temperatura obtenida entre el fluido de transformación de calor recibido y el enviado a un segundo circuito cerrado de fluidos.

35 **[0005]** La diferencia de temperatura entre el fluido de transferencia de calor que entra en la sonda geotérmica y el que sale se denominará a partir de ahora gradiente de temperatura. De la tierra se extrae una corriente térmica o una potencia térmica.

40 **[0006]** En las sondas geotérmicas cuya longitud o profundidad es inferior a 100 m, la diferencia de temperatura entre el fluido de transferencia de calor que se introduce en la sonda y el que sale de ella asciende a pocos grados. Generalmente la temperatura de entrada oscila entre los -2 °C y 1 °C, mientras que la temperatura de salida varía entre los 2 °C y 5 °C. La diferencia de temperatura es relativamente pequeña, por lo que el fluido de transferencia de calor que sale de la sonda geotérmica no es apto para calentar una vivienda, por ejemplo. Sin embargo, la potencia térmica puede ser aprovechable con la ayuda de una bomba de calor.

45 **[0007]** Por lo general, los circuitos cerrados de transferencia de calor geotérmico disponen de varias sondas geotérmicas, ya que la diferencia de temperatura aprovechable de una sonda no suele ser suficiente para evaporar un medio de calor en un segundo circuito cerrado de fluidos localizado en la bomba de calor. Especialmente en las sondas geotérmicas cuya longitud no supera los 70 m, el gradiente de temperatura alcanzable suele ser insuficiente. Además, en algunas regiones la profundidad de perforación permitida está restringida, por ejemplo en caso de que haya que proteger aguas subterráneas.

50 **[0008]** Gracias a modelos como los detallados en DE 30 00 157 A1, DE 20 2008 002 048, EP 2 151 643 A2 o JP 2004/340/463 se sabe que se puede mejorar la transferencia de calor si se logra que el fluido de transferencia de calor se desplace realizando un movimiento rotatorio helicoidal. Para ello se pueden situar unos cuerpos de corriente en el interior de la sonda geotérmica que desvíen el fluido de transferencia de calor, transformando el flujo laminar en uno helicoidal. En principio esta medida mejora la transferencia de calor. No obstante, en la actualidad solo se utiliza para alcanzar un rendimiento del calor suficiente en sondas geotérmicas de una longitud inferior a 100 m o en regiones en las que el calor geotérmico aprovechable es relativamente escaso.

55 **[0009]** En JP 2004/3401463 se describe un turbulador de fluidos de sondas geotérmicas que coincide con la definición de la reivindicación 1.

[0010] Por ello se ha desarrollado esta invención. El objetivo de esta es mejorar el rendimiento de las sondas geotérmicas coaxiales, así como aumentar la eficiencia de los circuitos cerrados de sondas geotérmicas coaxiales. Además, la invención posibilita un uso eficiente de las sondas geotérmicas en aquellas regiones donde la profundidad de perforación está limitada por ley.

5 **[0011]** La invención resuelve este problema gracias a un turbulador de fluidos para una sonda geotérmica coaxial que cumpla con los rasgos detallados en la reivindicación 1.

10 **[0012]** Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas instalado como propone la invención se encontrará situado en una sonda geotérmica coaxial, en un área interior de una tubería externa, y se caracterizará por poseer al menos un disco anular parcial situado en un plano que forma un ángulo con un plano ortogonal de un eje longitudinal y que presenta un punto medio cerca del eje longitudinal, un borde interior para adjuntar el disco anular parcial a una tubería interna y un diámetro exterior menor que el diámetro interior de la tubería externa de la sonda geotérmica. El punto medio y el diámetro exterior del disco anular parcial se definen como punto medio y diámetro exterior de un disco anular cerrado del que se extrae el disco anular parcial al cortar un sector.

15 **[0013]** Al prever un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas se puede reducir la longitud que necesita la sonda geotérmica para lograr un rendimiento suficiente y se permite también instalar sondas geotérmicas en regiones donde la profundidad de perforación está restringida por razones geológicas o legales. El rendimiento se alcanza mediante una turbulencia aplicada al fluido de transferencia de calor que fluye de forma laminar en los alrededores del turbulador de fluidos para sondas geotérmicas.

20 **[0014]** Como fluido de transferencia de calor se suele utilizar el agua. Debido a que, especialmente en los meses fríos de invierno, las temperaturas pueden ser inferiores a cero grados centígrados, es habitual añadir un anticongelante. Debido entre otros factores a la anomalía del agua, sus propiedades varían dependiendo de la temperatura. Por ejemplo, la densidad del agua alcanza su valor más elevado a 4°C. En las sondas geotérmicas que carecen de turbulador de fluidos, este cambio en las propiedades intrínsecas del agua se manifiesta en forma de flujo laminar con capas a distinta temperatura. Las capas a distinta temperatura transcurren de manera paralela hacia una superficie exterior de la tubería externa, siempre y cuando en los alrededores de su superficie interna se encuentren capas más cálidas que actúen como aisladores de las capas interiores. Por lo tanto, estas capas interiores prácticamente no absorben calor. Mediante la generación de turbulencia en el fluido de transferencia de calor se neutraliza esta estructura de capas y se logra así un gradiente de temperatura más elevado.

25 **[0015]** La resistencia al flujo elevada debido a una corriente turbulenta no supone un agravante. Por ejemplo, para lograr que tres sondas geotérmicas instaladas una tras otra recibieran un flujo de entre 10 y 14 metros cúbicos de agua a la hora, solo es necesaria una diferencia de presión de entre 0,1 y 0,3 bar, por lo que la bomba únicamente necesita de 100 a 300 W de corriente para lograr esta diferencia de presión.

30 **[0016]** Un disco anular parcial consigue gestionar distintas direcciones de corriente y la turbulencia del fluido de transferencia de calor que estas originan. En la parte superior del turbulador de fluidos para sondas geotérmicas, el fluido de transferencia de calor fluye de forma casi laminar por la tubería externa. Al alcanzar un disco anular parcial, el fluido de transferencia de calor sufre un cambio de sentido, debido a la inclinación del disco anular parcial con relación al plano ortogonal, y fluye pues a lo largo del disco anular parcial con una rotación oblicua a través de la tubería externa. En caso de que el diámetro exterior del disco anular parcial sea menor que el diámetro interior de la tubería externa, la corriente del fluido se separará en dos corrientes parciales: la definida anteriormente con rotación oblicua y una corriente axial entre la superficie interior de la tubería externa y el disco anular parcial. Esta separación generará más turbulencia sobre el fluido de transferencia de calor.

35 **[0017]** La invención propone al menos dos discos anulares parciales adyacentes a lo largo del eje longitudinal situados uno por debajo del otro que presenten el mismo ángulo con distinto signo, con respecto al plano ortogonal. Una instalación de estas características se asemeja a una hélice en la que los distintos ángulos sean muy similares y donde los discos anulares parciales se sitúen uno enfrente del otro de forma considerablemente diametral, pero uno debajo del otro a lo largo del eje longitudinal. Gracias a esta geometría se fomenta una corriente rotacional.

40 **[0018]** Los discos anulares parciales pueden presentar también una o varias cavidades, a través de las cuales se logra una corriente parcial adicional. Esta corriente se escinde de la corriente de rotación oblicua y atraviesa la cavidad de forma paralela al eje longitudinal. La forma de la cavidad carece de restricciones fundamentales. Sin embargo, las más óptimas son las cavidades circulares, elípticas, reniformes o sectoriales.

45 **[0019]** Preferentemente dos discos anulares parciales adyacentes deberán rodear la tubería interna formando un ángulo menor de 360°, mientras que tres discos anulares parciales adyacentes lo harán formando un ángulo

superior a 360°. Mediante una instalación geométrica de estas características se debe lograr un sentido de corriente adicional: el sentido de corriente rotacional debe dividirse adicionalmente manteniendo por una parte su rotación, y por la otra transcurriendo de forma axial entre los discos anulares parciales. Con esto se logra una mezcla adicional.

5 **[0020]** Preferentemente en un turbulador de disco parcial se instalan al menos tres discos anulares parciales situados a lo largo del eje longitudinal. Una distribución que resulta especialmente eficiente es aquella en la que se presentan al menos cinco discos anulares parciales. De ellos al menos tres contienen un ángulo en el punto medio de aproximadamente 180°, y por tanto tienen forma de medio disco anular. El resto de discos anulares parciales deben poseer un ángulo en su punto medio de entre 160° y 170°. Estos discos anulares parciales se pueden fabricar a partir de discos anulares parciales cuyo ángulo en su punto medio sea de aproximadamente 180°, extrayendo de ellos un sector de disco anular de entre 10° y 30° en uno de sus extremos.

[0021] Un método para la producción de un disco anular parcial es aquel en el que un disco, preferentemente de termoplásticos, que presente un agujero redondo en el medio, se separa en dos partes aproximadamente iguales y de cada parte se extrae un sector anular de su extremo.

15 **[0022]** Preferentemente se usan al menos dos turbuladores de disco parcial, para que los discos anulares parciales superiores estén situados en unos planos que presenten un ángulo similar al del plano ortogonal pero con distinto signo. Con esto se logra que la corriente rotacional transcurra al menos una vez en el sentido de las agujas del reloj y al menos una vez en sentido contrario.

20 **[0023]** Preferentemente el turbulador para sondas geotérmicas incluye al menos un disco anular adicional con una superficie que transcurra de forma paralela con el plano ortogonal y que presente al menos una abertura en su superficie. El disco anular se fija a la tubería interna y la rodea de forma tal que la superficie anular entre la tubería interna y la tubería externa hasta llegar a la abertura del disco anular estará sellada de la mejor manera posible. Por lo tanto, el disco anular presenta un punto medio situado aproximadamente en el eje longitudinal, un diámetro interior igual al diámetro exterior de la tubería interna y un diámetro exterior algo menor que el diámetro interior de la tubería externa. Una distribución que resulta especialmente eficiente es aquella en la que el disco anular presenta un diámetro exterior igual al diámetro interior de la tubería externa, logrando apoyarla. El disco anular aumenta la estabilidad de la sonda geotérmica y reduce la corriente axial a lo largo de la tubería externa. La forma y cantidad de las aberturas carecen de restricciones fundamentales. Sin embargo, lo recomendable es que haya tres o cuatro aberturas circulares o reniformes.

30 **[0024]** Preferentemente se instalan dos discos anulares, que presentan una distancia (a) sobre el eje longitudinal y cuyas aberturas están situadas con una rotación relativa entre ellas por un ángulo de disco anular β , forman una pareja de discos anulares. Este ángulo de disco anular debe ser tal que a vista de planta las aberturas de los discos anulares inferiores estén al menos parcialmente tapadas por la superficie de los discos anulares superiores. Una distribución de este tipo logra que el fluido de transferencia de calor no fluya únicamente entre los discos anulares, sino que también posea una corriente rotacional. Esto propicia aún más el proceso de mezclado.

40 **[0025]** Preferentemente una sonda geotérmica contiene al menos diez turbuladores de disco parciales y al menos dos parejas de discos anulares con secciones longitudinales de entre 20 y 25 m e instalados de forma tal que por encima, en el medio y por debajo de las parejas de discos anulares se colocan los turbuladores de disco parciales. Con ello se consigue un proceso conjunto de generación de turbulencia y mezclado del fluido de transferencia de calor.

45 **[0026]** La turbulencia pasa en primer lugar a través del turbulador de disco anular, de forma tal que el fluido de transferencia de calor se divide varias veces en las tres corrientes parciales descritas anteriormente para volverse a mezclar. Estos procesos logran principalmente una turbulencia del fluido de transferencia de calor que se ve reforzada mediante un cambio de sentido rotacional de los dos discos anulares parciales adyacentes situados sobre el eje longitudinal. Este proceso de generación de turbulencia se acompaña de un proceso de mezclado de varias parejas de discos anulares.

50 **[0027]** Una distribución eficiente de la invención está detallada en las reivindicaciones adjuntas. Cabe mencionar que en las reivindicaciones de la patente se muestran características presentadas de forma individual que se pueden combinar entre sí de forma lógica tecnológicamente, así como otras configuraciones de la invención. La descripción detalla y especifica la invención, especialmente en conjunto con las figuras.

[0028] En las siguientes descripciones de las figuras se describen otras ventajas y rasgos de la invención. Son las siguientes:

Fig. 1: una representación esquemática de una sonda geotérmica con tapa conectora, tubería interna y tubería externa, en la que alrededor de la tubería interna se encuentra un medio que genera turbulencia en el fluido de transferencia de calor,

5 Fig. 2: una representación esquemática de un circuito cerrado de transferencia de calor geotérmico con varias sondas geotérmicas en serie,

Fig. 3: la representación de un circuito cerrado de transferencia de calor geotérmico como el de la figura 2 en vista de perfil en el que las sondas geotérmicas están introducidas en la tierra y conectadas en el circuito a un intercambiador de calor y una bomba, donde las sondas geotérmicas están colocadas en serie,

Fig. 4: la representación esquemática de un disco anular parcial a modo de ejemplo,

10 Fig. 5: la representación esquemática de un turbulador de disco parcial situado en una sonda geotérmica coaxial y los distintos sentidos de flujo que este genera en el fluido de transferencia de calor,

Fig. 6: la representación esquemática de un disco anular con abertura y

Fig. 7: la representación esquemática de una pareja de discos anulares.

15 **[0029]** En las descripciones siguientes, tanto del turbulador de disco anular como de todo el turbulador de fluidos para sondas geotérmicas, se da por hecho que la sonda geotérmica está instalada en sentido vertical. Si la sonda geotérmica está montada de forma oblicua, la posición de los distintos componentes puede variar.

20 **[0030]** La figura 1 muestra una representación esquemática de una sonda geotérmica 20. El fluido de transferencia de calor se conduce hacia el interior de una tubería externa 32 mediante un tubo alimentador 22. La tubería externa 32 es un componente cilíndrico cuyo diámetro (d_a), medido en la superficie interna de la tubería de entrada 60. En su exterior, la tubería externa 32 presenta una superficie externa 62, que penetra en la tierra 54. De forma concéntrica a la tubería externa 32 y dentro de la misma se sitúa la tubería interna 30. Esta es cilíndrica y presenta en la superficie que se dirige hacia el interior una superficie interna de la tubería interna 56, y en su superficie que se dirige hacia el exterior una superficie externa de la tubería interna 58. El fluido de transferencia de calor desciende por el interior de una cámara anular 64 entre la tubería interna 30 y la tubería externa 32 en la sonda geotérmica 1. La cámara anular 64 está limitada horizontalmente por la superficie interna de la tubería externa 60 y la superficie externa de la tubería interna 58; y verticalmente por un área de unión 68 y el extremo superior 72 de la sonda geotérmica 20. En el área del extremo superior 72, se inserta un tubo alimentador 22 en la cámara anular 64 permitiendo el paso de fluidos, mientras que en el área de unión 68, la cámara anular 64 se inserta en la cámara interna de la tubería interna 66 permitiendo el paso de fluidos. La cámara interna de la tubería interna 66 está limitada horizontalmente por la superficie interna de la tubería interna 56 y verticalmente por el área de unión 68 y el tubo de desagüe 40, a los que la cámara de la tubería interna 66 permite el paso de fluidos.

35 **[0031]** En el extremo superior 72 se instala una tapa conectora 24 a la tubería externa 32. A través de ella, el tubo alimentador 22 puede conectarse con la cámara anular 64 y el tubo de desagüe 40 con la cámara de la tubería interna 66, permitiendo el paso de fluidos. La tapa conectora 24 forma la intersección entre el área de la sonda geotérmica 20 que se encuentra bajo tierra 54 y el área accesible desde el exterior. Para un mayor rendimiento, tanto el tubo alimentador 22 como el tubo de desagüe 40 deben contar con un medio que fije la conducción del fluido de transferencia de calor. Una configuración sencilla es aquella en la que la tapa conectora 24 se inserta y se sella sobre la tubería externa 32. La tapa conectora 23 presenta un serpentín 34, construido a partir de un alambre eléctrico. Gracias a unos contactos de conexión 28, una corriente se puede desviar a través de un serpentín 34, logrando aumentar su temperatura, con lo que se puede soldar la tapa conectora 24 con la tubería externa 32.

45 **[0032]** La sonda geotérmica 20 presenta una longitud (L) que se corresponde con la profundidad deseada, por ejemplo entre 15 y 25 m. El fluido de transferencia de calor alcanza una potencia de calor proveniente de la tierra 54 al entrar en la cámara anular 64. La tubería externa 32 está fabricada para ello con un material que presenta un coeficiente de transferencia de calor proporcionalmente alto. Por ejemplo se puede utilizar polietileno de alta densidad, abreviado PEAD. El fluido de transferencia de calor aumenta por la tubería interna 30 con una mayor temperatura.

50 **[0033]** En un extremo inferior 74 de la sonda geotérmica 20 se instala un pie de sonda 46 con forma cónica y puntiaguda. Este pie de sonda 46 facilita la introducción de la sonda geotérmica 20 en un agujero perforado. El pie de sonda 46 puede conectarse a la tubería externa 32 mediante un proceso de soldadura térmica, como por ejemplo una soldadura a tope.

- [0034]** La tubería externa 32 presenta habitualmente un espesor en sus paredes (w_a) de entre 2,5 y 5 mm. preferentemente este espesor (w_a) debería oscilar entre los 3,2 y los 3,8mm. El diámetro interior de la tubería externa 32 debe oscilar preferentemente entre los 100 y los 180 mm. El diámetro interior (d_i) de la tubería interna 30 debe oscilar preferentemente entre los 20 y los 50 mm. La relación entre el diámetro (d_i) de la tubería interna 30 con el diámetro (d_a) de la tubería externa 32 debe por tanto oscilar entre 0,2 y 0,7, preferentemente con un valor entre 0,25 y 0,35. Esto propicia que la cámara anular 64 presente una superficie relativamente amplia, con lo que el fluido de transferencia de calor entrante se puede mover a la menor velocidad posible. Al mismo tiempo se garantiza que el diámetro (d_i) de la tubería interna 30 no sea demasiado pequeño y que no se genere una resistencia demasiado fuerte.
- [0035]** Para poder ventilar la sonda geotérmica 20, la sonda geotérmica 20 que propone la invención presenta una ventilación 70. Esta comprende una abertura de ventilación 42, un conducto de ventilación 36 y una válvula de ventilación 38. Conviene que la abertura de ventilación 42 esté situada en el punto más elevado posible de la tapa conectora 24. El conducto de ventilación 36 está unido a la abertura de ventilación 42. En el otro extremo del conducto de ventilación 36 se encuentra una válvula de ventilación 38, por ejemplo una válvula de bola. Para ventilar la sonda geotérmica 20, se aplica presión al fluido de transferencia de calor y se abre la válvula de ventilación 38.
- [0036]** La figura 2 muestra una representación esquemática de tres sondas geotérmicas 20a, 20b y 20c con los conductos 52 que permiten su unión en un circuito cerrado de transferencia de calor geotérmico 26, en vista de planta. Se representa un circuito cerrado de calor geotérmico 26, en el que en primer lugar el fluido de transferencia de calor alcanza una bomba 48 que aumenta su nivel de presión. A continuación el fluido de transferencia de calor se introduce en la primera sonda geotérmica 20a. El fluido de transferencia de calor es conducido hasta la cámara anular 64a. De allí el fluido de transferencia de calor discurre hasta alcanzar el área de unión 68 y se introduce en la tubería interna 30a para subir y alcanzar la sonda geotérmica 20b del centro. Una vez completado su recorrido por la sonda geotérmica 20b del centro, el fluido de transferencia de calor se introduce en la cámara anular 64c de la tercera sonda geotérmica 20c. Cuando el fluido de transferencia de calor ha recorrido las 3 sondas geotérmicas 20a, 20b y 20c, se introduce en un intercambiador de calor 50.
- [0037]** La figura 3 muestra una configuración de tres sondas geotérmicas 20a, 20b y 20c en un circuito en serie, en vista de perfil. La representación es menos esquemática y los conductos 52 se pueden reconocer más claramente.
- [0038]** La figura 4 muestra unos discos anulares parciales 76a-76e a modo de ejemplo. Estos rodean la tubería interna 30 una vez instalados, con un diámetro exterior (d_1), un punto medio (mt) y un borde interior 78. Los discos anulares parciales 73 se pueden fijar a la tubería interna de varias formas, por ejemplo mediante sellado o adhesión. Los componentes del turbulador de fluidos para sondas geotérmicas pueden estar fabricados con el mismo material, preferentemente termoplásticos, que la tubería interna 30, gracias a lo cual se garantiza una fácil unión entre los discos anulares parciales 76 y/o los discos anulares 80 con la tubería interna 30.
- [0039]** El diámetro exterior (d_1) del disco anular parcial 76 debe ser ligeramente menor que el diámetro interior de la tubería externa 32. Por una parte así se logra introducir la tubería interna 30 junto con los discos anulares parciales 76 fijados a ella en el interior de la tubería externa 32. Por otra parte, los discos anulares parciales 76 cumplen la función de mantener una distancia entre la tubería externa 32 y la tubería interna 30 cuando la sonda geotérmica está en funcionamiento. En otras palabras, sostiene una tubería contra la otra.
- [0040]** La figura 5 muestra una representación esquemática de un turbulador de disco parcial 84, una vez montado. En el documento mostrado este turbulador consta de cinco discos anulares parciales 76a-76e, cuyos diámetros exteriores (d_1) son menores que el diámetro interior de la tubería externa 32. Los discos anulares parciales 76a, 76d y 76e tienen preferentemente un ángulo en su punto medio de aproximadamente 180° por lo que son prácticamente la mitad de un disco anular. Los discos anulares 76b y 76c tienen menos de 180° . Estos discos anulares se producen a partir de los discos anulares de semicírculo, a los que se le extrae un sector de disco anular en uno de sus extremos. Los discos anulares parciales 76a, 76c y 76e están situados de tal forma que en funcionamiento y visto desde arriba, los discos anulares parciales 76c y 76e están tapados por el disco anular parcial 76a. Además, los discos anulares parciales 76a, 76c y 76e se encuentran en planos que presentan el mismo ángulo con respecto al que forma el plano ortogonal con el eje longitudinal 44. Los discos anulares parciales 76b y 76d están instalados de forma similar y se encuentran enfrente de los discos anulares parciales 76a, 76c y 76e con respecto al eje longitudinal. Los planos en los que se sitúan los discos anulares parciales 76b y 76d presentan el mismo ángulo con respecto al plano ortogonal que los discos anulares parciales 76a, 76c y 76e, aunque con distinto signo. Por lo tanto se encuentran en su sentido contrario, por así decirlo. Se recomienda que este ángulo oscile entre los 5° y los 15° . La geometría de un turbulador de disco parcial 84 de estas características se asemeja a una hélice con cavidades 88 entre los discos anulares parciales 76b-76c y 76c-76d. Gracias a ello el fluido de transferencia de calor se divide en tres sentidos de corriente al pasar por este turbulador de disco parcial 84. Estos sentidos de corriente y estas corrientes parciales se muestran en la figura 5

mediante flechas. Una parte del fluido de transferencia de calor atraviesa el turbulador de disco parcial 84 en sentido vertical entre la superficie interna de la tubería externa 60 y el turbulador de disco parcial 84. Una segunda parte se desvía a través del disco anular parcial 76a del turbulador de disco parcial 84 y crea un sentido rotacional oblicuo. Esta corriente se divide en otras dos subcorrientes entre los discos anulares parciales 76b-76c y 76c-76d. Una parte cruza las cavidades, resultantes como consecuencia de que los dos discos anulares parciales adyacentes 76b-76c y 76c-76d no forman un disco anular completo, sino que tienen un punto medio menor de 360°, lo que mantiene el movimiento rotacional. El resto fluye en sentido vertical a través de las cavidades 88, donde se genera una turbulencia adicional.

[0041] La figura 6 muestra la representación esquemática de un disco anular 80, con un diámetro exterior (d5), un diámetro interior (d3), un punto medio (mr) y tres aberturas 82, aunque también puede contar con una única abertura. El diámetro interior (d3) del disco anular 80 coincide con el diámetro exterior de la tubería interna 30. Gracias a ello, el disco anular 80 se puede fijar a la tubería interna 30 de forma similar a los discos anulares parciales descritos anteriormente. Preferentemente, esta fijación se da en el plano ortogonal del eje longitudinal 44. El diámetro exterior (d5) del disco anular 80 debe coincidir con el diámetro interior (da) de la tubería externa 32. Por una parte el disco anular 80 consigue mantener la distancia entre la tubería externa 32 y la tubería interna 30, y por otra parte se consigue romper con la corriente vertical del fluido de transferencia de calor, especialmente en los alrededores de la superficie interior de la tubería externa 60. El fluido de transferencia de calor fluye a través de las tres aberturas 82, lo que consigue que se mezcle.

[0042] La figura 7 muestra una representación esquemática de una combinación propuesta por la invención donde dos discos anulares 80a y 80b se sitúan en el eje longitudinal 44, uno debajo del otro con una distancia (a) en el sentido del eje longitudinal. Una instalación de este tipo forma una pareja de discos anulares 86. Mediante las zonas separadas entre sí por un ángulo β , con una diferencia (a), se logra un mezclado adicional del fluido de transferencia de calor.

[0043] Si la sección longitudinal tiene entre 15 y 25 m, se recomienda una combinación de entre 10 y 15 turbuladores de discos anulares 84 con al menos dos parejas de discos anulares 86. Esta combinación presenta en su área superior varios turbuladores de discos anulares 84, a los que le sigue una pareja de discos anulares 86. Esta instalación se repite y se sella en el área inferior mediante un turbuladores de discos anulares 84 o una pareja de discos anulares 86. También se recomienda cambiar el sentido rotacional de la corriente del turbulador de discos anulares 84: cuando, visto desde arriba, el primer turbulador de discos anulares 84 presenta un movimiento rotacional del fluido de transferencia de calor en sentido de las agujas del reloj, debe haber al menos un segundo turbulador de discos anulares 84 que presente un movimiento rotacional en sentido contrario. Los turbuladores de discos anulares 84 y/o las parejas de discos anulares 86 pueden estar situados por tramos o sobre toda la longitud de la sonda geotérmica 20.

[0044] Mediante el mezclado y la generación de turbulencia del fluido de transferencia de calor y gracias a la combinación de turbuladores de discos anulares 84 y parejas de discos anulares 86, se logra un intercambio de energía óptimo y armónico entre la tierra y el fluido de transferencia de calor. Con esto se logra que la bomba de calor tenga un rendimiento de alta eficiencia incluso cuando la profundidad no sea superior a los 15-30 m. Algunas ventajas de los modelos a poca profundidad son los bajos costes de instalación y compra, así como el aprovechamiento de las bombas de calor en áreas donde la profundidad de perforación está restringida.

[0045] Por supuesto, la invención no se reduce a los ejemplos ya descritos. La fijación de los discos anulares 80 y/o los discos anulares parciales 76 también se puede situar, de forma alternativa o adicional, en la superficie interior 60 de la tubería externa 32. En caso de que haya una fijación completa o parcial sobre la superficie interior 60 de la tubería externa 32, los discos anulares parciales 76 y/o los discos anulares 80 pueden presentar una distancia completa o parcial con respecto a la tubería interna 30, para que el fluido de transferencia de calor pueda fluir en sentido axial.

[0046] En lugar de un turbulador de disco parcial 84 se puede utilizar una hélice, preferentemente con agujeros, para la generación de un movimiento rotacional oblicuo del fluido de transferencia de calor. Los agujeros sirven para dividir la corriente rotacional en dos, una rotacional y otra vertical.

[0047] Además, se pueden situar topes en el turbulador de disco parcial 84. Estos generan una turbulencia adicional en la corriente rotacional oblicua.

Listado de números de referencia

[0048]

20. Sonda geotérmica

- 22. Tubo alimentador
- 24. Tapa conectora
- 26. Circuito cerrado de transferencia de calor geotérmico
- 28. Contacto de conexión
- 5 30. Tubería interna
- 32. Tubería externa
- 34. Serpentín
- 36. Conducto de ventilación
- 38. Válvula de ventilación
- 10 40. Tubo de desagüe
- 42. Abertura de ventilación
- 44. Eje longitudinal
- 46. Pie de la sonda
- 48. Bomba
- 15 50. Intercambiador de calor
- 52. Conductos
- 54. Tierra
- 56. Superficie interior de la tubería interna
- 58. Superficie exterior de la tubería interna
- 20 60. Superficie interior de la tubería externa
- 62. Superficie exterior de la tubería externa
- 64. Cámara anular
- 66. Cámara de la tubería interna
- 68. Área de unión
- 25 70. Ventilación
- 72. Extremo inferior
- 74. Extremo inferior
- 76. Disco anular parcial
- 78. Borde interior
- 30 80. Disco anular

- 82. Abertura
- 84. Turbulador de disco parcial
- 86. Pareja de discos anulares
- 88. Cavidad

REIVINDICACIONES

- 5 1. Turbulador de fluidos para una sonda geotérmica coaxial (20), encargado del intercambio de calor entre un fluido de transferencia de calor y la tierra que rodea la sonda geotérmica (1) que se pone en marcha cuando la sonda geotérmica (20) está en funcionamiento. Este turbulador consta de al menos dos discos anulares parciales (76, 76a, 76e), situados siguiendo el eje longitudinal (44) desplazado uno con respecto al otro y colocados en un plano que forma un ángulo con un plano ortogonal de un eje longitudinal (17) de la sonda geotérmica (20), donde cada uno consta de:
- un punto medio mt, situado aproximadamente en el eje longitudinal (44),
 - 10 - un borde interior (41), que sirve para adjuntar el disco anular parcial (76, 76a-76e) a una superficie exterior (58) de la tubería interna (30) de la sonda geotérmica,
- caracterizado porque** los discos anulares parciales (76, 76a-76e) adyacentes:
- están situados por lo general diametralmente opuestos el uno del otro,
 - poseen valores de ángulos con diferentes signos con respecto al plano ortogonal y
 - 15 - presentan un diámetro exterior (d1) menor que el diámetro interior (da) de la tubería externa (32) de la sonda geotérmica (20).
- 20 2. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** dos discos anulares parciales (76) adyacentes rodean la tubería interna de la sonda (30) formando un ángulo menor de 360°.
3. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** tres discos anulares parciales (76, 76a-76e) adyacentes rodean la tubería interna de la sonda (8) formando un ángulo mayor de 360°.
- 25 4. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** al menos un disco anular parcial (76, 76a-76e) presenta al menos una cavidad.
- 30 5. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** al menos 3 discos anulares parciales (76, 76a-76e) situados uno encima del otro forman un turbulador de disco parcial (84).
- 35 6. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según la reivindicación 5, **caracterizado porque** se utilizan al menos 2 turbuladores de disco parcial (84), cuyos discos anulares parciales superiores (76a) están situados sobre unos planos que forman un ángulo similar con distintos signos con respecto al plano ortogonal.
- 40 7. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** sobre una superficie de al menos un disco anular parcial (76, 76a-76e) se instala al menos un tope.
8. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el turbulador de fluidos para sondas geotérmicas incluye de forma adicional al menos un disco anular (80), que presenta:
- una superficie de disco anular que preferentemente se extiende de forma paralela al plano ortogonal,
 - 45 - al menos una abertura (82) en la superficie de disco anular,
 - un punto medio (mr), situado aproximadamente en el eje longitudinal (44),
 - un diámetro interior (d3), similar al diámetro exterior (d4) de la tubería interna de la sonda (30), y
 - un diámetro exterior (d5), menor que el diámetro interior (da) de la tubería externa de la sonda (32).
- 50 9. Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el diámetro exterior (d5) del disco anular es igual al diámetro interior (da) de la tubería externa de la sonda (32).

- 5 **10.** Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque** dos discos anulares (80), que presentan una distancia (a) sobre el eje longitudinal (44) y cuyas aberturas (82) están situadas con una rotación relativa entre ellas por un ángulo de disco anular β , forman una pareja de discos anulares (86).
- 10 **11.** Un turbulador de fluidos para sondas geotérmicas según la reivindicación 10, **caracterizado porque** una sonda geotérmica (1) contiene al menos 10 turbuladores de disco parciales (84) y al menos 2 parejas de discos anulares (86), con secciones longitudinales de entre 20 y 25 m e instalados de forma tal que por encima, en el medio y por debajo de las parejas de discos anulares (86) se colocan los turbuladores de disco parciales (84).

Fig. 1

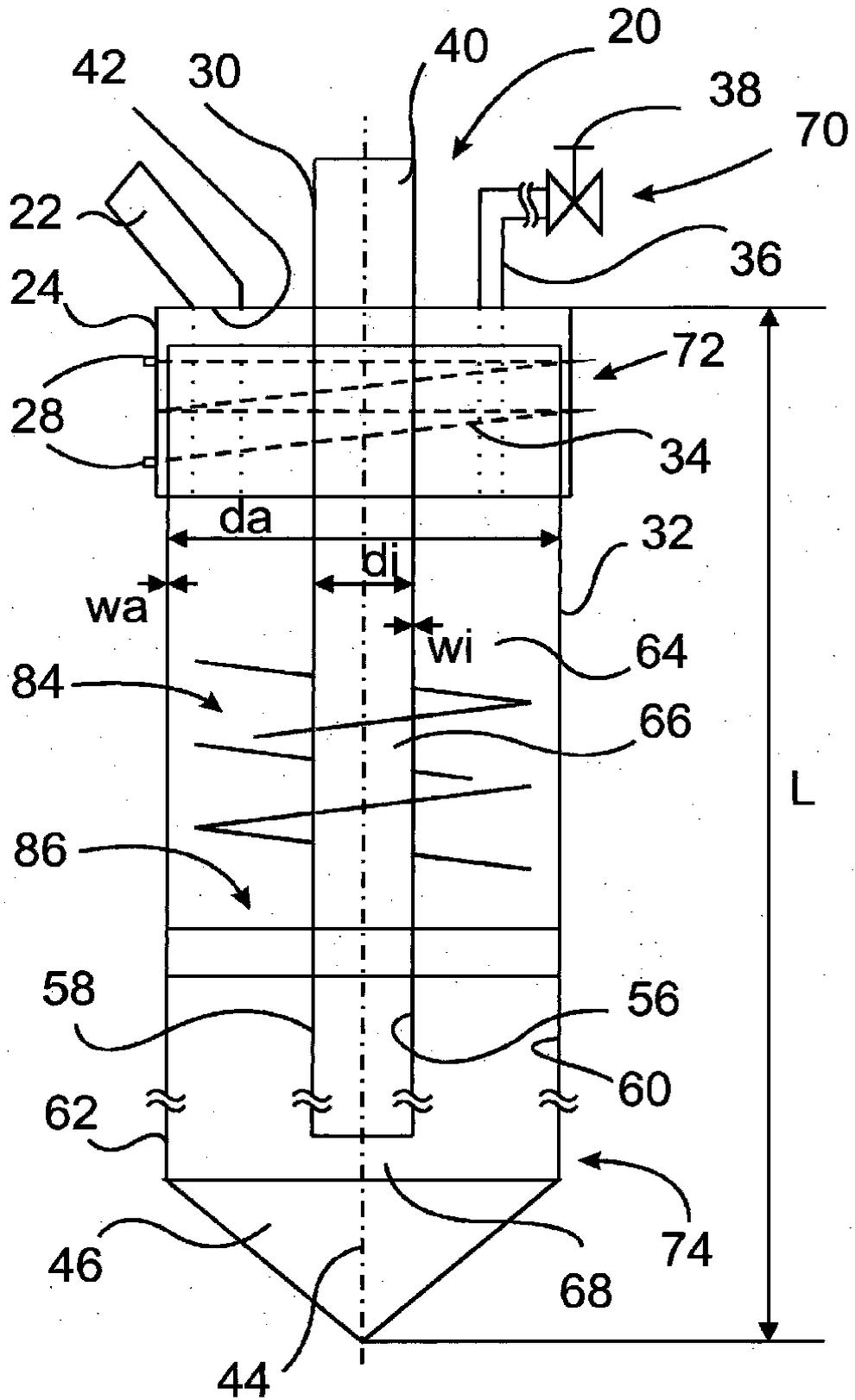


Fig. 2

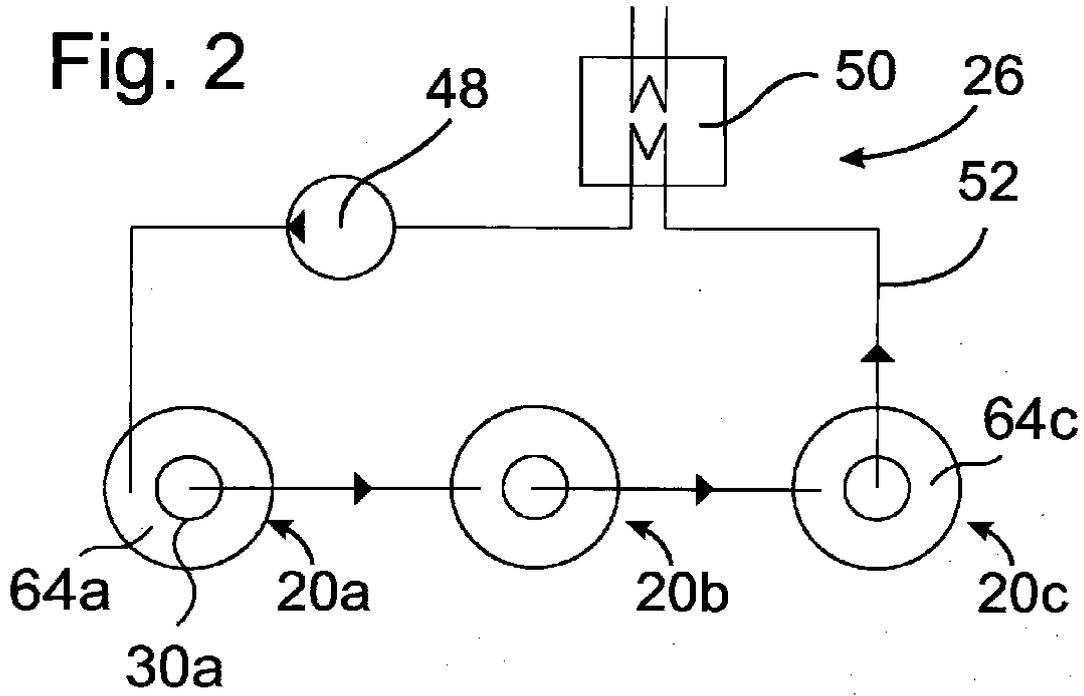


Fig. 3

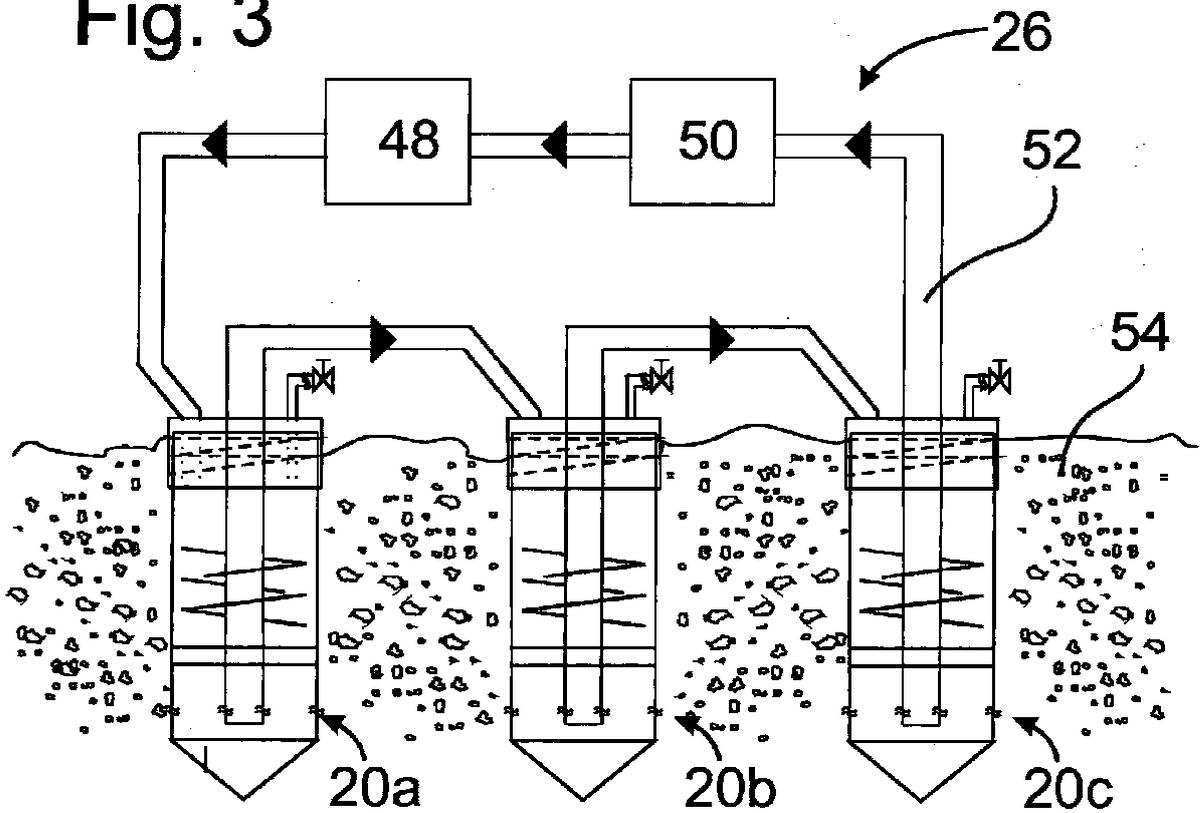


Fig. 4

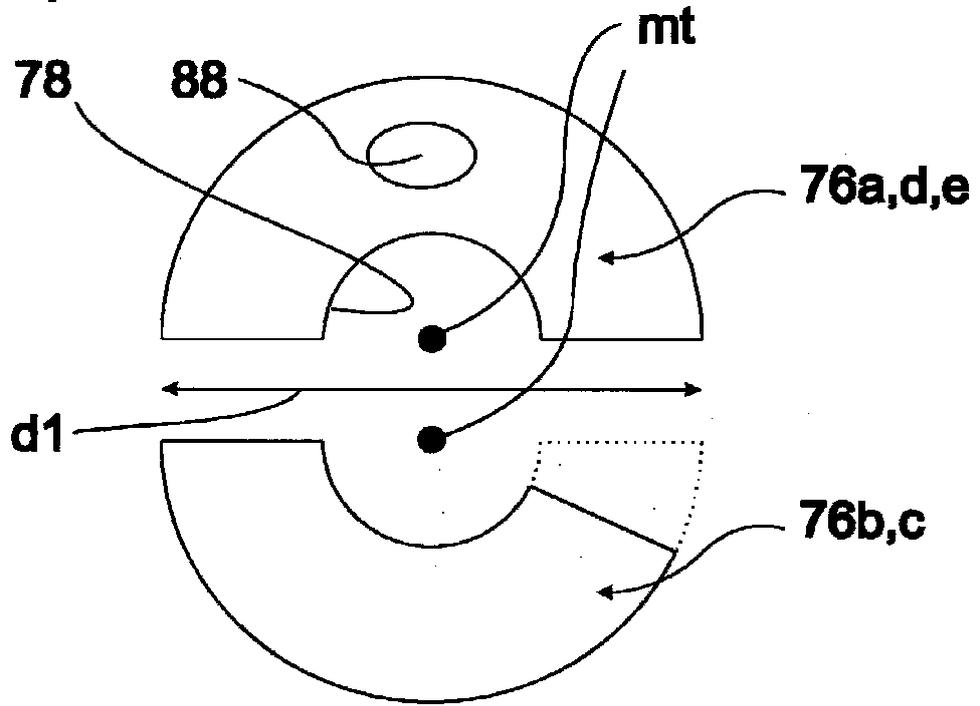


Fig. 5

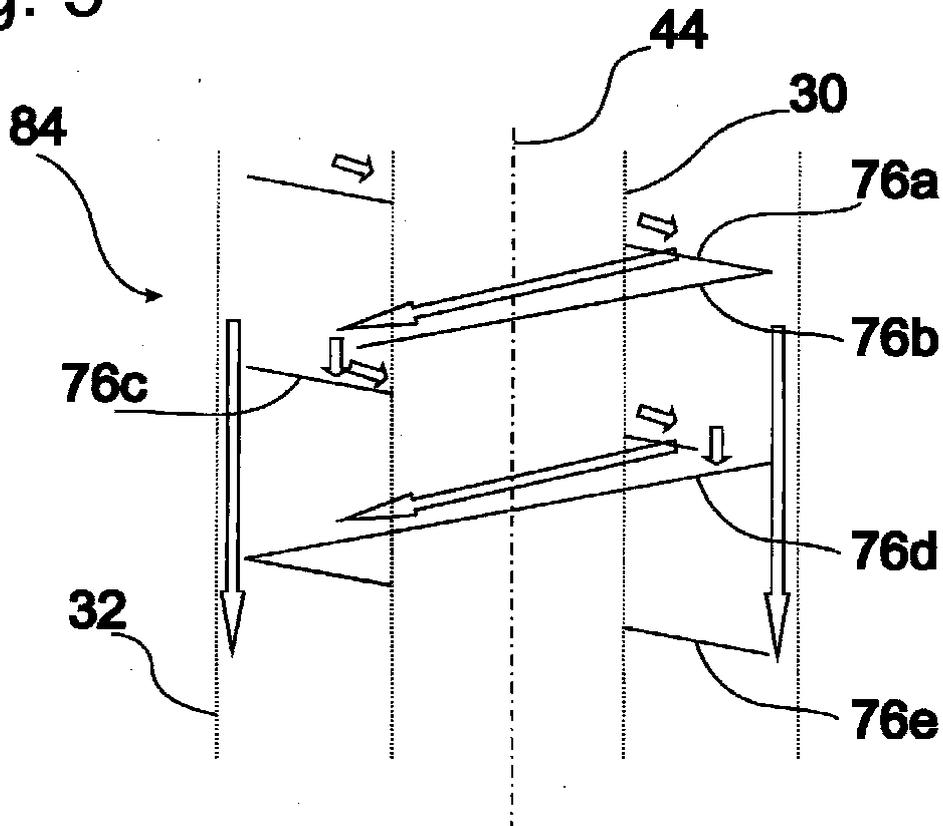


Fig. 6

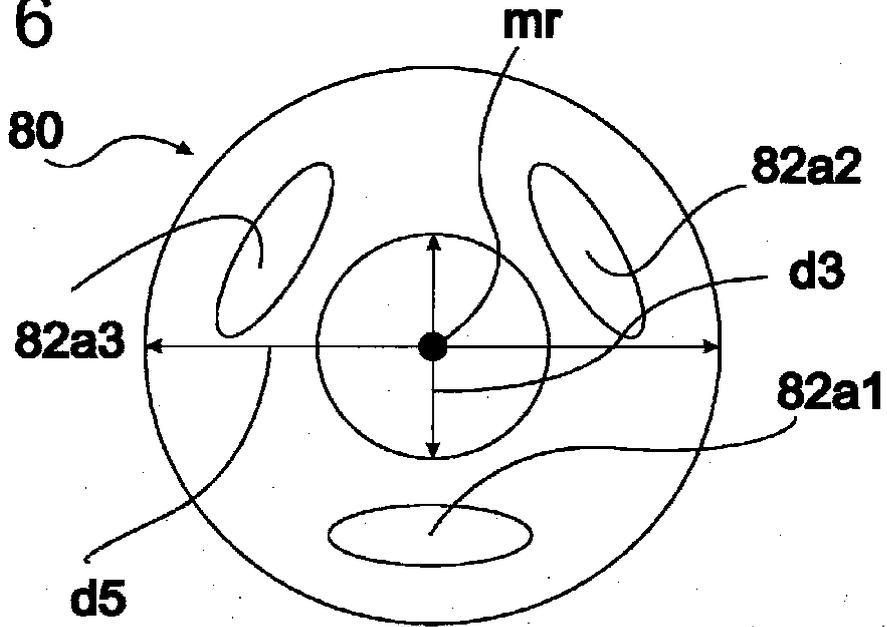


Fig. 7

