

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 492**

51 Int. Cl.:

**F24J 3/08** (2006.01)

**F28F 1/40** (2006.01)

**F28F 13/12** (2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08836751 .1**

96 Fecha de presentación: **17.09.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2195586**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.06.2010**

54 Título: **Colector**

30 Prioridad:  
**05.10.2007 SE 0702240**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.04.2012**

73 Titular/es:  
**Muovitech AB  
Tvinnargatan 11  
50730 Brämhult , SE**

72 Inventor/es:  
**OJALA, Mika;  
OJALA, Juha;  
OJALA, Kari y  
OJALA, Heimo**

74 Agente/Representante:  
**No consta**

ES 2 378 492 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

Colector

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un colector de un solo tubo para una instalación de bomba de calor. La presente invención también se refiere a un sistema de bomba de calor que comprende el colector de un solo tubo.

Antecedentes

10 En el agua, el suelo y hasta en el lecho rocoso hay una fuente de calor sin coste. El uso del calor procedente del mar, el calor del subsuelo y el calor del lecho rocoso es una técnica de calentamiento asegurada, segura y medioambiental. La energía calorífica puede transmitirse a un sistema de calentamiento por agua convencional existente y usarse también para la producción de agua caliente.

En un sistema de calentamiento geotérmico, el calor se extrae de una perforación, un denominado pozo de energía perforado. El colector es el tubo, que comprende un medio de transferencia de calor en forma de un denominado líquido de transferencia de calor, que transporta el calor a través del medio de transferencia de calor calentado y que también transporta el medio de transferencia de calor enfriado de vuelta en un ciclo cerrado.

15 En una central térmica de subsuelo, se entierra una tubería de varios cientos de metros de longitud hasta una profundidad resistente a la helada y se dispone en espiras. La tubería de colector capta el calor que se produce en el suelo y lo usa para vaporizar el agente de enfriamiento de la bomba de calor.

20 El calor del mar funciona fundamentalmente de la misma manera que el calor del subsuelo. Se utiliza la energía que existe almacenada en el agua de mar y en la capa de fondo. La tubería de colector se pone en el fondo de una corriente de agua.

25 Existen diversas clases de colectores de bomba de calor. La clase de colector más frecuentemente usada en la actualidad se denomina colector de tubo en U. Según ese principio, un tubo cerrado separado está dispuesto en un orificio perforado. Esto se lleva a cabo, por ejemplo, de modo que un tubo alargado continuo de plástico, de manera adecuada polietileno, se acoda por el centro de modo que forma una forma de U. La parte más inferior de la "U" del tubo se dispone sobre el orificio perforado, y posteriormente hace descender el tubo al interior del orificio perforado. Por tanto, el tubo en U forma una única tubería continua para el líquido de transferencia de calor en un ciclo cerrado, en el sentido desde la bomba de calor bajando por el interior del orificio perforado y de vuelta saliendo del orificio perforado y más aún hasta la bomba de calor en el mismo tubo.

30 Para instalaciones de calentamiento geotérmico existe también un denominado colector de tres tubos, que es una variante de un colector que comprende un tubo para transportar hacia abajo el líquido de transferencia de calor por el interior del orificio perforado, tubo que tiene una ramificación en dos tubos que lleva el líquido de transferencia de calor de vuelta desde el orificio perforado y adicionalmente hasta la bomba de calor. El término "colector de un solo tubo" en esta memoria es un término común para las espiras de colectores y la tubería de colector mencionados anteriormente que están destinados para el calor del mar y el calor del subsuelo. En el colector de un solo tubo, el líquido de transferencia de calor puede conducirse en un tubo con esencialmente la misma área de sección transversal por toda la extensión longitudinal del colector.

35 Otro tipo de colector según la técnica anterior es el denominado colector coaxial. Un tubo interno está dispuesto en un tubo externo. Los tubos se sueldan conjuntamente a una unidad que se instala posteriormente en un orificio perforado. El propósito de esta técnica, que tiene "un tubo en un tubo", es que es deseable evitar el mezclado durante demasiado tiempo del líquido de transferencia de calor enfriado, que se hace descender por el interior de la perforación, con el líquido de transferencia de calor calentado, que deberá portarse hacia arriba en el colector. Al proporcionar un tubo externo con un diámetro grande, se consigue un flujo más lento en el tubo externo que tiene un diámetro grande, mediante lo cual se alcanza un rendimiento positivo en lo que respecta a la calidad de absorción de calor. El colector coaxial no se encuentra en ningún grado considerable en el mercado actualmente, puesto que esta técnica implica grandes costes de instalación y producción. Sin embargo, generalmente se considera que el colector coaxial es más eficaz que el colector de un solo tubo convencional.

40 El documento DE 20 2004 007 567 U1 da a conocer un colector coaxial según la clase bien conocida, descrita anteriormente. Éste comprende un tubo de conexión para el flujo de entrada de líquido de transferencia de calor a un tubo externo, que comprende una estructura superficial irregular en el interior del tubo externo. El líquido de transferencia de calor calentado se devuelve a través de un tubo interno subiendo por un tubo de conexión.

45 El documento US 2007/0023163 A1 da a conocer un colector coaxial según la clase bien conocida descrita anteriormente. Éste comprende un tubo de conexión para el flujo de entrada de líquido de transferencia de calor en un tubo interno, que termina justo por encima del fondo de un tubo externo, dispuesto fuera del tubo interno. El líquido de transferencia de calor se calienta durante su circulación en el espacio entre el tubo externo y el tubo interno, mientras se guía por medio de una estructura helicoidal ("generador de turbulencia" o "estructura generadora de turbulencia") dispuesta en el

exterior del tubo interno y se transporta adicionalmente hasta un intercambiador de calor por medio de una bomba. Un colector de un solo tubo adicional según la técnica anterior se muestra mediante el documento DE 20 2007 008 907 U.

5 El grosor de pared en el tubo de colector se optimiza de modo que el medio de transferencia de calor obtenga una absorción de calor máxima, los tubos sean fáciles de manejar y de modo que el peso devuelto caiga directamente al interior de la perforación, en el caso de un pozo de energía perforado. La longitud se adapta según se desee.

Sin embargo, un problema con el colector de un solo tubo tradicional es que la absorción de energía desde el agua circundante en el pozo de energía no es óptima. Existe una gran necesidad de una utilización más eficiente de la energía. Esto también es aplicable a los colectores de un solo tubo que están destinados para sistemas marinos y centrales térmicas de subsuelo.

10 Descripción de la invención

15 Un objeto de la presente invención es eliminar al menos parcialmente aquellos inconvenientes que están asociados con los aparatos según el estado de la técnica. Además, un objeto es conseguir una absorción de energía mejorada para el medio de transferencia de calor en un colector de un solo tubo desde el suelo circundante en una central térmica de subsuelo, o desde el agua circundante en un pozo de energía para un sistema de calentamiento geotérmico o en un sistema de calentamiento marino.

Este objeto se ha conseguido con un colector de un solo tubo para una instalación de bomba de calor según la presente invención de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

20 Mediante el colector de un solo tubo, y una planta de bomba de calor que comprende el colector de un solo tubo, según la presente invención, se logra una absorción de energía mejorada puesto que la estructura superficial irregular crea un flujo turbulento, en comparación con los colectores según la técnica anterior para calor del mar, una central térmica de subsuelo o pozos de energía, que tienen una superficie interna lisa que proporciona un flujo laminar del medio de transferencia de calor a través del colector.

Mediante el término "tubo" en esta descripción, también quiere decirse tubo flexible, conducto o similares.

25 Las indentaciones y/o elevaciones pueden estar distribuidas uniformemente alrededor de la superficie circunferencial interna del tubo, visto en una sección transversal del tubo.

La dirección de la forma helicoidal está alterada al menos en alguna parte en la dirección longitudinal del tubo, de manera adecuada al menos cada dos metros, preferiblemente cada metro, en la dirección longitudinal del tubo.

Características, ventajas y realizaciones favorables preferidas adicionales de la invención, resultan evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes, y también en lo sucesivo a partir de la descripción de las realizaciones.

30 Descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora más en detalle mediante ejemplos de aplicación, en referencia a los dibujos adjuntos, sin limitar la interpretación de la invención a los mismos, en los que

la figura 1 muestra el principio para un colector de un solo tubo en forma de un colector de tubo en U convencional,

35 la figura 2A muestra, en una sección transversal de un colector de un solo tubo, indentaciones y/o elevaciones de manera helicoidal en la superficie interna del tubo de colector, según una realización que no forma parte de esta invención,

la figura 2B muestra, en una sección transversal en perspectiva, longitudinal, una parte del colector mostrado en la figura 2A,

la figura 2C muestra esquemáticamente una pared de tubo desplegada en una sección transversal del colector mostrado en las figuras 2A-B, y

40 la figura 3 muestra, en una sección transversal longitudinal, una parte de un colector, según una realización de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones

45 La figura 1 muestra el principio para un colector de tubo en U convencional. Según este principio, un tubo 1 sellado continuo está dispuesto en un orificio 2 perforado. Esto se lleva a cabo, por ejemplo, de tal manera que una pluralidad de tubos individuales se ensamblan unos con otros para dar un tubo 1 longitudinal continuo de plástico, de manera adecuada polietileno. Puesto que el tubo 1 continuo forma una curva 3 en forma de U en el extremo hacia el fondo 4 de la perforación 2, donde el tubo 1' para el líquido de transferencia de calor que se transporta hacia abajo (véanse las flechas en la figura) en la perforación está conectado al tubo 1'' para el líquido de transferencia de calor que se transporta hacia arriba (véanse las flechas) y saliendo de la perforación, el sistema se denomina "colector de tubo en U". Dicho de otro modo, el tubo 1 continuo se acoda por el centro de modo que forma una forma de U. La figura 1 sólo muestra el

principio. En realidad, un sistema de colector de tubo en U mencionado anteriormente está soldado en su totalidad con el fin de cumplir con los requisitos de seguridad de funcionamiento. Por tanto, el acodamiento de retorno, que es la parte inferior en forma de U o la curva 3, se ensambla por tanto en fábrica por motivos de seguridad operativa. La parte superior del sistema de colector termina habitualmente en una boca de inspección a nivel 6 de suelo, desde donde los tubos 1, 1', 1'' de colector se conectan a una bomba de calor (no mostrada). Durante el ensamblaje del sistema de colector, el acodamiento 3 de retorno del sistema de colector está situado por encima de la perforación 2, con lo cual se lleva a cabo el avance hacia abajo en la perforación. Por consiguiente, el tubo en U forma un único conducto continuo para el líquido de transferencia de calor en un circuito, en el sentido desde la bomba de calor bajando por la perforación y de vuelta subiendo y saliendo de la perforación y adicionalmente de vuelta a la bomba de calor en el mismo tubo.

Una parte del colector de un solo tubo para un sistema de calentamiento geotérmico, que no forma parte de la presente invención, se muestra en la figura 2A en una sección transversal T y en la figura 2B en una sección transversal longitudinal L. El colector comprende un tubo 12, de manera adecuada fabricado de polietileno, destinado para su ensamblaje en un pozo de energía perforado, tubo en el que circula un líquido de transferencia de calor en un ciclo cerrado para transportar el calor geotérmico a una bomba de calor y devolver el líquido de transferencia de calor al pozo de energía. La superficie 14 interna del tubo 12 tiene una estructura superficial irregular que comprende indentaciones y/o elevaciones 16. Aunque se describe un colector de un solo tubo en forma de un colector de tubo en U con referencia a las figuras, un colector de un solo tubo de este tipo también es aplicable para sistemas térmicos marinos y centrales térmicas de subsuelo así como colectores de tres vías.

Según una realización preferida, el colector de un solo tubo es un tubo 12 continuo con un área de sección transversal que es esencialmente similar por toda la dirección longitudinal L del tubo.

Según una realización preferida, la estructura superficial en la superficie 14 interna del colector de un solo tubo es un patrón estriado, mediante lo cual la superficie 14 interna está diseñada con indentaciones 18 que de manera adecuada forman estrías continuas en la superficie que se extienden esencialmente en la dirección longitudinal L del tubo. Las estrías 18 están distribuidas uniformemente alrededor de la superficie circunferencial interna del tubo, visto en una sección transversal T del tubo. La figura 2C muestra en una sección transversal una pared de tubo desplegada del tubo 12 de colector en la que resultan evidentes las indentaciones en forma de estrías 18.

La figura 3 muestra una parte de un colector de un solo tubo según una realización de la presente invención. Las indentaciones y/o elevaciones 16 se extienden de manera helicoidal en la dirección longitudinal L del tubo. La dirección de la forma helicoidal (véanse las flechas en la figura 3) puede estar alterada al menos en alguna parte en la dirección longitudinal L del tubo. La dirección de la forma helicoidal puede estar alterada de manera adecuada al menos cada dos metros, preferiblemente cada metro, en la dirección longitudinal L del tubo.

Según la presente invención, las estrías o el patrón, tal como una estructura superficial de indentaciones y/o elevaciones, pueden ser continuos o discontinuos en la dirección longitudinal del colector de un solo tubo. Tal como se muestra en la realización en la figura 3, una parte plana en la superficie interna del tubo puede disponerse como una transición temporal, pero corta, entre dos partes helicoidales.

Las dimensiones habituales para los tubos 12 de colector según la invención están dentro del intervalo de 25-63 mm de diámetro. La altura de las indentaciones y/o elevaciones 16, alternativamente las estrías 18 o el estriado, puede variar, pero puede estar normalmente dentro del intervalo de 0,2-5 mm dependiendo del tamaño de los tubos y el grosor de pared, preferiblemente 0,2-2 mm, para las dimensiones más habituales de los tubos 12 de colector.

Ejemplo:

Se llevaron a cabo experimentos en un sistema de bomba de calor, con dos bombas de calor de 16 kW y 32 kW, respectivamente, para el suministro de agua caliente y calefacción en un edificio con 19 apartamentos, cada uno con una superficie de 40 m<sup>2</sup>. En el experimento se usaron cuatro de las perforaciones llenas de agua, con un diámetro de 140 mm y una profundidad de 260 mm, que constituyen la fuente de calor del sistema. Etanol en una concentración del 20 por ciento en volumen en una disolución acuosa, con un punto de congelación de -8°C. En el experimento, se equipó cada una de las cuatro perforaciones con cuatro tipos diferentes de colectores de un solo tubo, respectivamente. El diseño, la dimensión y la disposición de perforación respectivos se presentan en forma de tabla en la tabla 1 a continuación.

Tabla I

N.º	Longitud activa de la perforación	Desviación horizontal a 260 m con respecto a la posición inicial	Tipo de colector Dimensión en mm	
2	251,6 m	84,9 m	PE40x3,7	3 tubos
4	254,5 m	64,1 m	PE40x2,4	tubo en U
5	242,7 m	75,7 m	PE40x2,4	tubo en U con separadores
6	245,7 m	96,9 m	PE40x2,4	tubo en U con estrías helicoidales en la superficie interna

Se midió la temperatura media de suelo inalterado como de 8,7°C, y la conductividad térmica media del suelo como de 3,75 W/m K. También debe explicarse que el colector de un solo tubo n.º 2 (BH2) en la tabla, que es el colector de tres tubos, es una variante de colector que comprende un tubo para transportar el líquido de transferencia de calor hacia abajo al interior de la perforación y dos tubos que guían el líquido de transferencia de calor de vuelta saliendo de la perforación y adicionalmente a una bomba de calor. El colector de un solo tubo n.º 4 (BH4) es un colector de tubo en U convencional. El colector de un solo tubo n.º 5 (BH5) es un colector de tubo en U convencional dotado de separadores, que están destinados a mantener los tubos separados en la perforación de modo que no entren en contacto entre sí. El colector de un solo tubo n.º 6 (BH6) es un colector de tubo en U según la presente invención, que comprende indentaciones y/o elevaciones en la superficie interna del tubo en una extensión helicoidal por la extensión longitudinal del tubo. La forma helicoidal está alterada periódicamente por la extensión longitudinal del tubo.

Se comprobaron los flujos en los respectivos colectores. Se equipó cada intercambiador de calor de perforación con termopares para mediciones de temperatura en los puntos de salida y fondo, en el líquido de transferencia de calor en el interior del colector. También se midió la caída de presión total en los colectores durante las pruebas en las tuberías de entrada y de salida de colector usando un manómetro. Se midieron las temperaturas en diferentes condiciones de flujo en las perforaciones y cuando se habían estabilizado las condiciones tras la puesta en marcha de la bomba de calor. Durante un periodo de medición se calcularon la densidad de fluido, viscosidad cinemática y capacidad calorífica a la temperatura medida. Por tanto, se calcularon el número de Reynolds, el factor de fricción y la caída de presión. Finalmente, se calculó el calor absorbido por metro por el fluido de transferencia de calor para cada colector, que se usó también con el fin de calcular la resistencia térmica de la perforación para cada uno de los colectores. Se midió el valor de temperatura para la pared de la perforación con la ayuda de un cable de fibra óptica y se supuso que era constante e igual a 7,2°C para los cálculos en este experimento.

Con respecto a la extracción de calor (kW), se obtuvo el mejor rendimiento de extracción de calor en BH6 y el peor rendimiento es en BH2. No obstante, no se recomienda comparar los colectores observando el calor extraído debido al hecho de que no todas las mediciones se tomaron al mismo tiempo, lo que podría provocar diferentes temperaturas de agua subterránea y de entrada en diferentes momentos de medición. Con respecto a la resistencia térmica, se observó que BH6 tenía los menores valores de todos los colectores (por ejemplo con un flujo ascendente de 1,8 m³/h, BH6 tenía aproximadamente 0,16 K/(W/m) mientras que BH2 tenía aproximadamente 0,18, BH4 tenía aproximadamente 0,23 y BH5 tenía aproximadamente 0,22), con la excepción de un valor medido en el que BH5 era el mejor. Por tanto, esto significa para un aspecto que el colector de un solo tubo según la invención muestra el mejor rendimiento. El resultado para la caída de presión resulta evidente a partir de la tabla II a continuación.

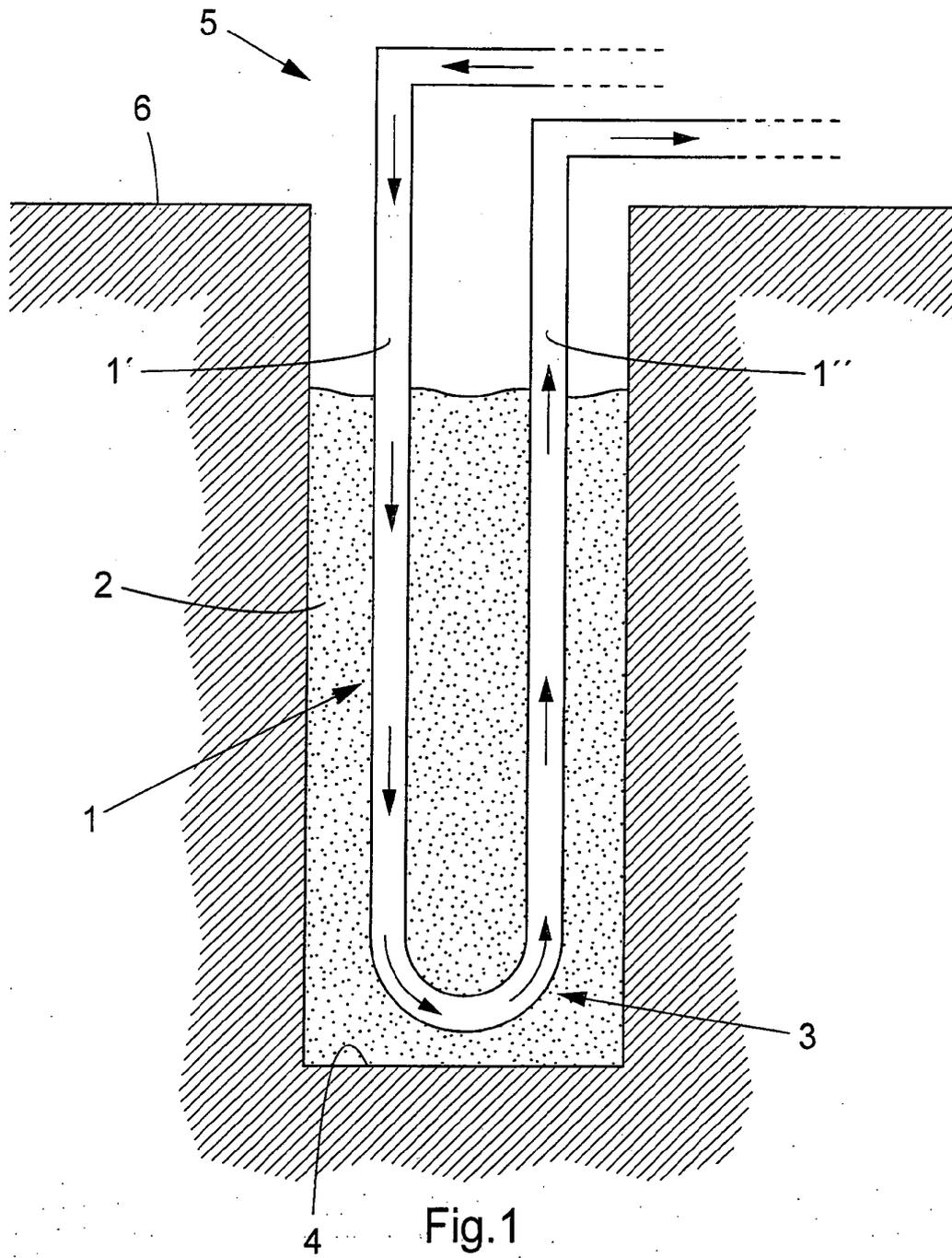
Tabla II

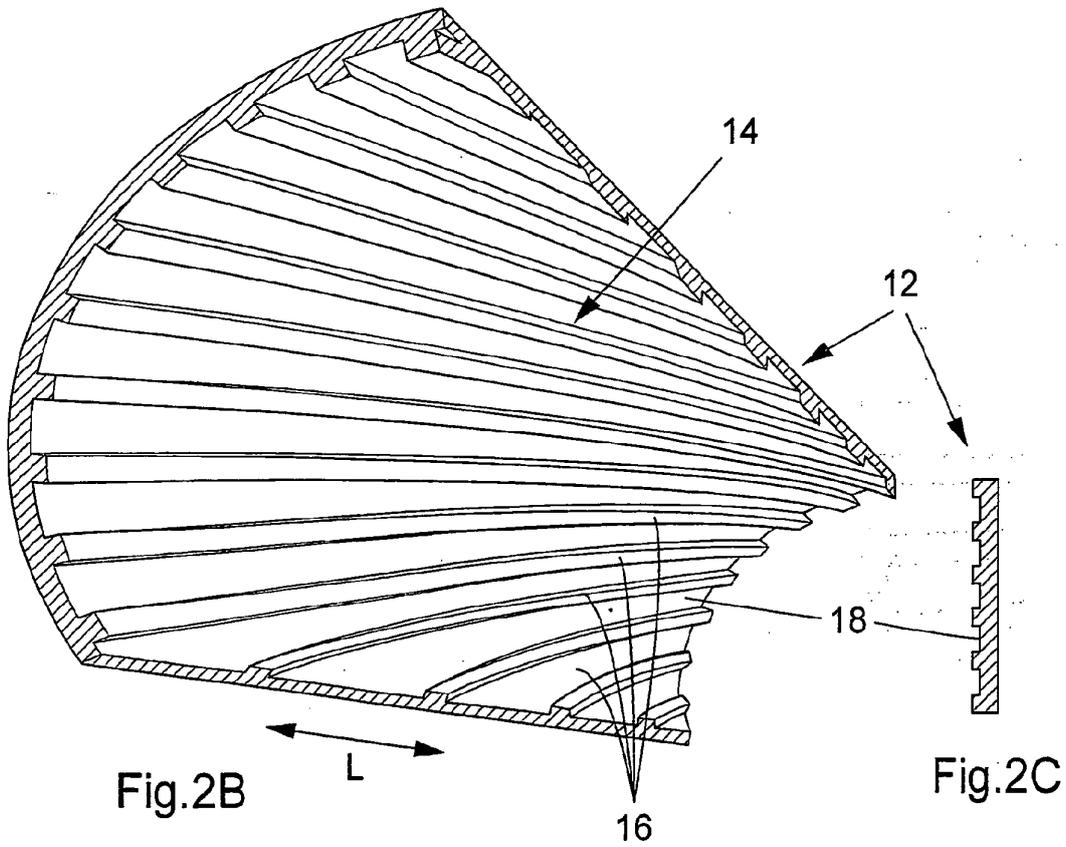
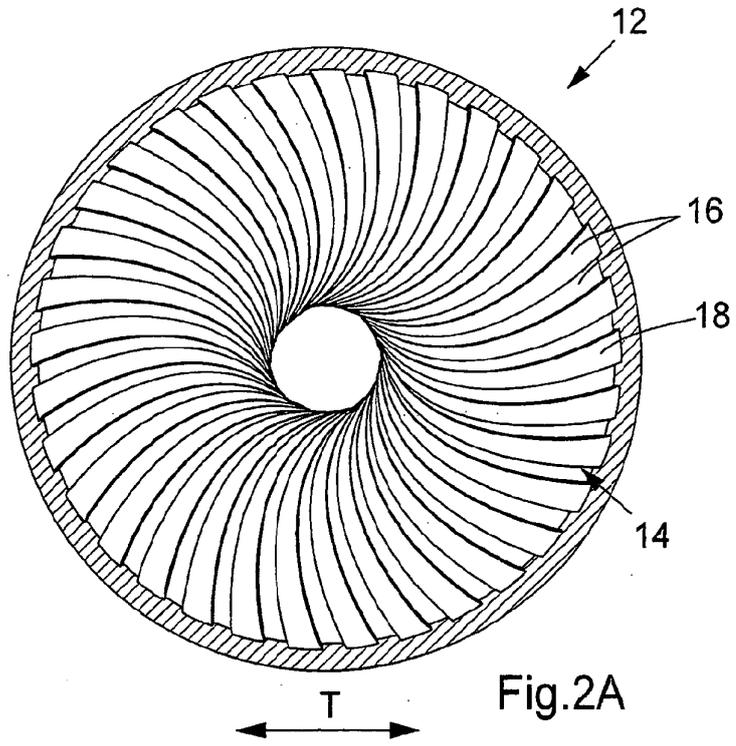
N.º	Caída de presión [kPa] para diferentes flujos [m³/h]:					
	1,5		1,8		2,5	
	experi- mental	estimado	experi- mental	estimado	experi- mental	estimado
2	54,21	48,35	75,00	75,59	144,53	129,73
4	61,43	56,41	87,33	78,22	149,60	129,54
5	56,54	56,68	81,10	77,98	149,63	128,36
6	49,10	58,02	70,03	77,31	131,51	136,20

Resumiendo, los resultados implican que las dimensiones del tubo tienen una influencia importante, que los separadores (colector en BH5) contribuyen probablemente a no aumentar la transmisión térmica y que una estructura superficial en el interior de los tubos mejora el rendimiento de los colectores. Con la excepción de BH6, generalmente se observa que la caída de presión calculada es ligeramente menor que los valores experimentales. Esto se atribuye al hecho de que los accesorios tales como codos, acodamientos, la parte de fondo del colector, no se consideran en el cálculo. Se observa que los valores calculados para BH6 son mayores que los experimentales, lo que muestra inesperadamente que la caída de presión real en el colector de un solo tubo con estructura superficial en su superficie interna, en forma de indentaciones y/o elevaciones según la presente invención, es de hecho menor. BH6 tiene la menor caída de presión de todos los colectores de los BHE, incluyendo BH4 y BH5 que son colectores de tubo en U comunes con las mismas dimensiones. Esto es sorprendente. El análisis de la caída de presión indica que BH6 es la mejor opción, puesto que la potencia de bombeo requerida para el fluido de transferencia de calor sería ligeramente menor para este colector.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Colector de un solo tubo para una instalación de bomba de calor, que comprende un tubo (12) destinado para su instalación en un sistema de bomba de calor, tubo en el que puede circular un líquido de transferencia de calor en un ciclo cerrado para transportar el calor que se absorbe de una fuente de calor a una bomba de calor y devolver el líquido de transferencia de calor a la fuente de calor, en el que la superficie (14) interna del tubo (12) tiene una estructura superficial irregular que comprende indentaciones y/o elevaciones (16) que se extienden de manera helicoidal en la dirección longitudinal (L) del tubo, estando adaptadas las indentaciones y/o elevaciones para crear un flujo turbulento de un fluido en el tubo, **caracterizado porque** la dirección de las indentaciones y/o elevaciones (16) que se extienden de manera helicoidal está alterada al menos en alguna parte en la dirección longitudinal (L) del tubo.
- 10 2. Colector de un solo tubo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las indentaciones y/o elevaciones (16) están distribuidas uniformemente alrededor de la superficie circunferencial interna del tubo, visto en una sección transversal del tubo (12).
- 15 3. Colector de un solo tubo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la dirección de las indentaciones y/o elevaciones (16) que se extienden de manera helicoidal está alterada al menos cada dos metros, en la dirección longitudinal (L) del tubo.
4. Colector de un solo tubo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las indentaciones y/o elevaciones (16) están dentro del intervalo de 0,2-5 mm, preferiblemente 0,2-2 mm.
- 20 5. Colector de un solo tubo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el tubo es un tubo (12) continuo con un área de sección transversal que es esencialmente similar por toda la dirección longitudinal (L) del tubo.
6. Sistema de bomba de calor, **caracterizado porque** comprende un colector de un solo tubo según cualquiera de las reivindicaciones 1-5.





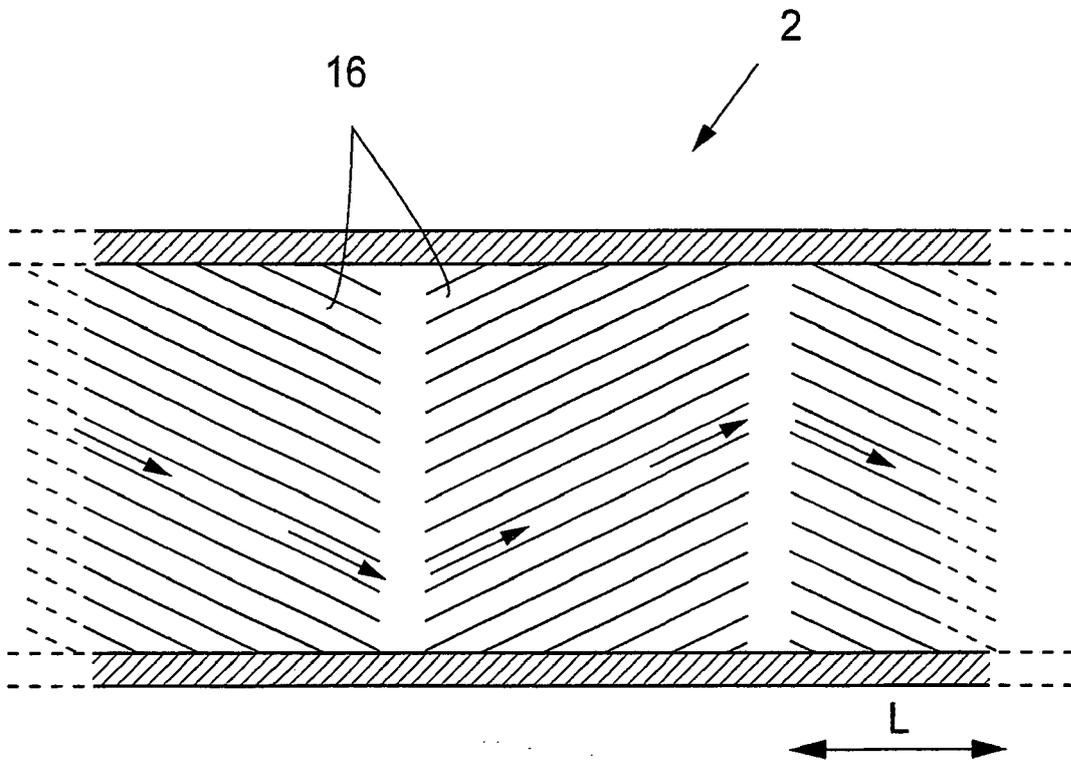


Fig.3