

(19) ES (11) (21) (22)	NUMERO 281.820	(10) Y
	FECHA DE PRESENTACION 6-4-1982	



ESPAÑA

MODELO DE UTILIDAD

16 DIC. 1985

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 1057/82	(32) FECHA 6-4-1982	(33) PAIS HUNGRIA	
---	------------------------	----------------------	--

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL H 28 F 1/36	
--------------------------	---	--

(54) TITULO DE LA INVENCIÓN TUBO DE ALETAS HELICOIDALES	
--	--

(71) SOLICITANTE (S) ENERGIAGAZDALKODASI INTEZET

DOMICILIO DEL SOLICITANTE 9em Rakpart 33-34, Budapest, H-1027, HUNGRIA.
--

(72) INVENTOR (ES)

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO
--

Esta invención se refiere a tubos de aletas helicoidales y, de un modo más particular, a tubos de este tipo para cambiadores de calor.

5 Según se sabe, el cambio de calor entre fluidos de coeficientes de transmisibilidad térmica diferente se obtiene, entre otras cosas, por medio de tubos de aletas helicoidales que consisten en un elemento tubular interior y un elemento helicoidal exterior. Las espiras del elemento helicoidal forman las aletas de los tubos. El fluido de mayor coeficiente de transmisibilidad térmica, por ejemplo líquidos ó vapores en condensación, fluye en el elemento tubular. El fluido de menor coeficiente de transmisibilidad térmica, como los gases ó el aire, fluye entre las espiras - las aletas - del elemento helicoidal, el ángulo recto al eje longitudinal principal del elemento tubular y, por lo tanto, al propio tubo de aletas.

15 Los tubos con aletas helicoidales que tienen superficies helicoidales sólidas cuyo plano de las espiras forma ángulo recto con el eje del elemento tubular, son elementos ya conocidos. Esta geometría permite adoptar métodos sencillos de fabricación que consisten en enrollar y fijar una banda de área de sección transversal rectangular ó en forma de L sobre el elemento tubular ó en nervaduras helicoidales laminadas en troquel del propio cuerpo. En este último caso, las espiras del elemento helicoidal tienen áreas de sección transversal que disminuyen hacia fuera, lo que significa espacios de separación en aumento hacia fuera entre las aletas. En cualquier caso, la transmisibilidad térmica es desigual a lo largo de la extensión radial de las aletas, lo cual es un inconveniente por razones termodinámicas, puesto que dá por resultado temperaturas medias relativamente bajas de los fluidos externos extractores, como se expli-

cará inmediatamente:

Si, por ejemplo, en el elemento tubular fluye un fluido más caliente que el aire, la temperatura de las aletas se reduce según aumenta la distancia a partir del elemento tubular. Al mismo tiempo el caudal de aire aumenta en la misma dirección, porque los espacios de separación entre las aletas fluirá menos aire en las proximidades del elemento tubular que en zonas más alejadas. Esto se debe a resistencias al flujo que se desarrollan hacia el interior y con las que se encuentra el fluido externo. O sea, el trayecto de flujo del aire es más largo en las regiones centrales de las aletas que en su periferia. Además, el aire que fluye en la base de las aletas se pone en contacto con la superficie exterior del elemento tubular, contrastando con las cantidades de aire que fluye en la periferia, donde barre las superficies laterales de las aletas solamente. Esta diferencia es aún más prominente en aquellos tubos que tienen aletas laminadas por troquel donde, además de una reducción radial y hacia el exterior de las longitudes del trayecto del flujo, los espacios de separación entre aletas adyacentes se ensanchan también hacia la periferia, aumentando por lo tanto el área de flujo de aire en sección transversal y reduciéndose la resistencia al flujo contra el mismo.

Por lo tanto, el flujo de aire en los espacios de separación entre aletas adyacentes es desigual y es responsable de los bajos valores ya mencionados de temperatura media del aire extractor.

El objeto principal de la invención es proporcionar un flujo de fluido posiblemente uniforme a través de los espacios de separación entre aletas sólidas de un tubo de aletas helicoidales y, por lo tanto, aumentar su capacidad de trans

misibilidad térmica ó, en otras palabras, la formación de tubos de un tipo superior desde un punto de vista económico a los de la tecnología anterior. Según lo explicado anteriormente, este aumento en la prestación de los tubos con aletas helicoidales, que suponen una mayor economía, se puede obtener si la masa del fluido externo que barre el tubo se vé obligada a fluir en las proximidades del elemento tubular caliente en lugar de hacerlo en la periferia relativamente fría de las espiras del elemento helicoidal.

Por lo tanto, la invención pretende proporcionar un tubo de aletas helicoidales con el que se pone en contacto un fluido externo entre espiras sólidas del elemento helicoidal hacia la superficie exterior del elemento tubular de un tubo de aletas, con lo que denominarán condiciones de transmisibilidad térmica más favorables de las superficies relativamente más calientes.

La idea básica de la invención es que el contacto de deflexión simplemente se obtenga por aletas sólidas cuya forma es distinta a la forma plana. De un modo más particular, si las aletas están provistas de ondulaciones cuya profundidad se reduce hacia el interior, la resistencia al flujo que encuentra el fluido externo variará de un modo similar, lo que significa que pasará más fluido en las proximidades del elemento tubular que en la periferia exterior del elemento helicoidal. Donde las ondulaciones son más profundas, el flujo de fluido puede aún separarse de la superficie de la aleta. Entonces se formarán corrientes turbulentas por detrás de las ondulaciones. Por otro lado, dichas corrientes turbulentas aumenta la resistencia al flujo y, por lo tanto, el efecto deflector. Por otro lado, dan lugar a una desunión de las capas limitrofes que

barren la superficie de las aletas y, por lo tanto, suponen un aumento de coeficiente de transmisión térmica de las partes periféricas de las aletas. El efecto total es un aumento de la temperatura media del fluido extractor a lo largo de toda la longitud radial de las espiras del tubo de aletas.

En resumen, la invención se refiere a tubos de aletas helicoidales que, de una forma conocida, consisten en un elemento tubular interior cilíndrico y un elemento helicoidal exterior cuyas espiras sólidas son perpendiculares al eje principal ó central del elemento tubular. Los tubos de aletas según la invención se distinguen de la tecnología anterior porque las aletas del elemento helicoidal, ó sea las aletas del tubo, están provistas de ondulaciones que se extienden desde la periferia exterior de las espiras hacia su base y cuya profundidad se reduce en dirección al elemento tubular.

Los tubos de aletas destinados a cambiar de calor, cuyas aletas están provistas de ondulaciones cuya profundidad se reduce hacia el centro del tubo, son elementos ya conocidos. Estos tubos de aletas se describen, v.g., en la memoria de la patente Húngara nº 136.634. No obstante, las aletas del dispositivo anterior son discos que se tienen que colocar sobre un elemento tubular individualmente, en lugar de ser espiras sólidas de un elemento helicoidal, porque están indentadas según un modelo dado para aumentar la capacidad de transmisión térmica por interrupción del flujo de aire. No obstante, esta indentación se puede realizar en forma laminar en el material de la aleta solamente. Debido a las indentaciones, el flujo de aire no solamente queda interrumpido sino que queda también a través de las aletas en lugar de ser desviado hacia el elemento tubular. Por lo tanto, con el dispositivo conocido,

la operación, objeto y solución son igualmente diferentes a los de la invención.

La publicación Alemana 1.527.860 describe un tubo de aletas donde una banda se enrolla sobre un elemento tubular. Previamente se ha dotado a ambos lados de la banda con ondulaciones de profundidad en reducción hacia el interior. Estas ondulaciones representan material para partes periféricas de la banda enrollada y permiten el empleo de bandas de acero extraordinariamente delgadas y materiales de baja resistencia a la tracción, por ejemplo aluminio, sin peligro de rotura. Antes del enrollamiento, los lados de la banda se doblan hacia arriba, por lo que se obtiene un helicóide de espiras asimétricas cuyo plano de las aletas no es perpendicular al eje principal del tubo de aletas, por lo que se presentan dos clases de espacios de separación entre las aletas. Además las ondulaciones prácticamente se enderezan en el curso del enrollamiento. Por lo tanto, el dispositivo anterior es evidentemente inapropiado para obtener un flujo de aire uniforme porque, por un lado, prácticamente no hay ondulaciones eficaces que desvien el fluido externo hacia el elemento tubular y, por otro lado, la presencia de dos clases de espacios de separación entre las aletas da lugar ab ovo una simetría en el flujo de fluido puesto que en uno de cada dos espacios de separación adyacentes es más necesaria la transmisión térmica que en su espacio de separación compañero.

Por el contrario, la invención proporciona uniformidad de espacios de separación al emplear espiras cuyo plano queda en ángulo recto al eje principal del tubo. La deflexión es posible gracias al empleo de superficies helicoidales sólidas. Las ondulaciones con una reducción de profundidad hacia

el interior aseguran que las partes de las aletas de temperatura elevada se alimentan con una cantidad de fluido relativamente mayor. El efecto total es de nuevo una elevación en la temperatura media del fluido extractor y, por lo tanto, una mayor eficacia de transferencia térmica.

De preferencia, las ondulaciones que se proyectan en la misma dirección desde un par de espiras adyacentes del elemento helicoidal coinciden unas con otras en la dirección del eje principal del elemento tubular. Por un lado, con esta disposición, las ondulaciones de mayor profundidad en la periferia de las aletas generan corrientes turbulentas y, por lo tanto, aumentan la resistencia al flujo y al coeficiente de transmisión térmica. Por otro lado, la coincidencia citada da por resultado espacios de separación de anchura uniforme que, a su vez, da lugar a caudales uniformes y, por lo tanto, a una menor probabilidad de que se precipiten partículas de polvo y otras impurezas en los espacios de separación entre las aletas. No obstante, un par de espiras adyacentes pueden ocupar posiciones mutuas con las que coinciden las ondulaciones que se proyectan en direcciones opuestas desde un par de espiras adyacentes del elemento helicoidal, en la dirección del eje principal del elemento tubular. Esta coincidencia es responsable de las aceleraciones y deceleraciones alternas en el flujo de fluido, cuya área de sección transversal varía entre valores de mayor distancia hacia la periferia exterior de las aletas. Estas fluctuaciones en el flujo de fluido aumentan de un modo adicional la resistencia al flujo periférico y, por lo tanto, el efecto de deflexión dirigido hacia el interior y la eficacia de la transferencia ó transmisión térmica. Al mismo tiempo, la tendencia a la precipitación de polvo es prácticamente impercepti-

ble puesto que se vé contrarestada por la naturaleza pulsatoria del flujo de fluido.

5 Dentro de una parte axial del elemento helicoidal, las ondulaciones pueden tener al menos separaciones parcialmente diferentes por lo que uno y el mismo tubo de aletas helicoidales se distinfuirá por una presencia simultánea de las ventajas de ambos medios descritos anteriormente.

10 Además, la habilitación de ondulaciones puede quedar restringida a secciones periféricas diametralmente opuestas de las espiras del elemento helicoidal, teniendo cada sección ondulada un ángulo central preferiblemente no superior a 90° . Si los tubos de aletas se construyen de modo que las secciones onduladas queden en la dirección de flujo del fluido externo, las secciones de entrada y salida de las aletas, estarán exentas de ondulaciones, por lo que la eliminación de impurezas, probablemente precipitadas en los espacios de separación entre las aletas, se facilitará sustancialmente.

15 Las ondulaciones pueden ser asimétricas con respecto al plano de las espiras del elemento helicoidal. Por ejemplo, pueden sobresalir de las aletas solamente en un lado. Dicha disposición asimétrica tiene importancia en lo que se refiere a la fabricación, como resultará evidente al experto en la materia.

20 Las ondulaciones pueden tener áreas de sección transversal angular, con la ventaja de mejorar la interrupción y turbulencia del flujo de fluido externo y, por lo tanto, la de aumentar el coeficiente de transmisión térmica.

La invención se describe a continuación con mayor detalle tomando como referencia los dibujos adjuntos.

30 La figura 1 es una vista en sección longitu-

dinal de un tubo de aletas helicoidales tradicional.

La figura 2 representa una vista tomada a lo largo de la línea de corte II-II de la figura 1.

La figura 3 representa un diagrama.

5 La figura 4 es una sección transversal de un tubo dotado de aletas helicoidales de acuerdo con la invención.

10 En principio, un tubo de aletas helicoidales tradicional se construye como se ilustra en las figuras 1 y 2 de los dibujos. Un elemento cilíndrico y tubular interior 20 lleva un elemento helicoidal sólido o helicoides 22 que rodea con apriete al primero y puede formar parte íntegra del mismo, como en el caso de las aletas laminadas con troquel. El plano de las espiras 22a del elemento helicoidal comprende un ángulo recto con las generatrices del elemento tubular 20 una de las cuales está representada por una línea de puntos y rayas $\cdot\cdot\cdot\cdot$ indicada por el carácter de referencia 20a en la figura 1. Las aletas del tubo de aletas helicoidales están formadas por las espiras 22a del elemento helicoidal 22.

15 Según se sabe, el aire refrigerante u otro fluido gaseoso fluye en ángulo recto con respecto a las generatrices 20a del elemento tubular 20 como indican las flechas 24 y 26 en la figura 2. Debido a las posiciones mutuas del tubo y la dirección del flujo de fluido, el trayecto de flujo de aire en las proximidades del elemento tubular 20 es el más largo y se acorta gradualmente hacia el borde exterior 22b de la aleta como demuestran las longitudes en reducción 24a y 26a de las flechas 24 y 26, respectivamente. Además, también la superficie barrida por el aire es mayor en las proximidades del elemento tubular que en la periferia de la aleta porque en su lado interior el área de flujo de sección transversal del aire se pone

20

25

30

en contacto, además de hacerlo con las superficies confinantes de las aletas, con la superficie del elemento tubular igualmente. Esto significa que son barridas por el aire áreas considerablemente mayores en la base de las aletas que en puntos más alejados. Así, en la proximidad del elemento tubular 20 fluye relativamente menor aire en los espacios de separación 28 entre las espiras 22a que a una distancia de las mismas.

Es precisamente la distribución desigual del flujo de aire lo que perjudica considerablemente las propiedades refrigerantes del tubo y, por lo tanto, el equilibrio termodinámico de la transferencia térmica.

Esto resulta evidente en el gráfico representado en la figura 3, donde la temperatura t y la velocidad del flujo de aire v se han trazado contra la distancia l a partir del eje principal 30 del tubo de aletas helicoidales cuando el elemento tubular 20 tiene un medio de coeficiente de transmisión térmica más elevado que fluye en la dirección de la flecha 32, mientras que las aletas son barridas por un medio de coeficiente de transmisión térmica menor que fluye entre las espiras 22a en la dirección de las flechas 24 y 26.

Las variaciones de temperatura a lo largo del área de sección transversal del tubo de aletas helicoidales están representadas por una temperatura 34. La sección 35 de esta última es característica de una transmisión térmica entre el medio que fluye en el elemento tubular 20 y su pared metálica. Su sección 37 representa el curso de conducción térmica en la pared del elemento tubular 20. La sección vertical 39 de la curva de la temperatura 34 representa una caída de temperatura debido a adaptación entre el elemento tubular 20 y el elemento helicoidal 22. La sección 41 ilustra una reducción de temperatura cau-

sada por un coeficiente de transmisión térmica limitado de la aleta.

Mientras que la temperatura de las aletas se reduce al aumentar la distancia a partir del elemento tubular 20, la velocidad y la cantidad de aire que fluye en los espacios de separación 28 aumentan en la misma dirección como se demuestra en la figura 3 por la curva 36, que representa variaciones en la velocidad y del flujo de aire. Las causas de aumento de velocidad y en dirección radial hacia fuera ya se han explicado anteriormente cuando se indicaron las variaciones radiales del trayecto de flujo de aire y las áreas de superficie barridas por el mismo (flechas 24 y 26).

Las variaciones en la temperatura del aire que pasa por los espacios de separación de las aletas 28 están representadas por la curva de temperatura 38 del diagrama representado en la figura 3: la temperatura del aire se reduce de un modo continuo según aumenta la distancia a partir del elemento tubular 20 y es sensiblemente más baja en el borde exterior de las aletas que en las proximidades del elemento tubular. Por consiguiente, si las cantidades de aire que fluye en los espacios de separación de las aletas 28 a lo largo de la periferia exterior de las aletas se desvía hacia el elemento tubular 20, donde se pueden poner en contacto con superficies de temperatura elevada, la curva de temperatura 38 se vuelve más horizontal, lo que significa una temperatura media más elevada del aire extractor y, por lo tanto, una transferencia ó transmisión térmica más eficaz.

Como ya se ha mencionado, el aire que fluye en los espacios de separación de las aletas 28, cumpliendo con la característica principal de la invención, se desviará hacia el

elemento tubular 20 si las espiras 22a del elemento helicoidal 22 están provistas de ondulaciones que se extienden desde la periferia exterior 22b de las aletas y cuya profundidad se reduce hacia el elemento tubular 20. Esta espira 22a se representa en la figura 4. Una de las ondulaciones está indicada por el carácter de referencia 22c. Según resultará evidente, el término técnico "ondulación" se refiere en partes de la espira 22a que se proyectan desde el plano de la espira entre un par de radios en una dirección axial. Las ondulaciones 22c están restringidas a secciones diametralmente opuestas s1 y s2 de las espiras 22a del elemento helicoidal 22. Los tubos de aletas se tienen que construir de modo que las secciones onduladas s1 y s2 queden en la dirección de flujo del aire refrigerante indicado por una flecha 48 en el dibujo.

Con la modalidad representada el ángulo central de las secciones s1 y s2 alcanzan 90° . De preferencia no se elegirán valores mayores para los ángulos centrales, puesto que la importancia de este medio radica en las secciones libres de ondulaciones facilitan una eliminación de impurezas probablemente precipitada en los espacios de separación de las aletas. La ausencia de ondulaciones entre las secciones s1 y s2 no influye esencialmente en las propiedades de transferencia térmica de los tubos de aletas, según la invención, porque las secciones onduladas ocupan partes de la circunferencia de las aletas donde la velocidad del aire que fluye a las aletas es la más elevada y, por lo tanto, la ondulación es más eficaz en lo que se refiere a flujo de aire y a transmisión térmica.

Las ondulaciones 22c pueden proyectarse desde el plano de la espira 22a en ambos lados y volverse una hacia otra de una forma ondulatoria.

Las ondulaciones 22c podrían también ocupar toda la sección de las espiras, en una de sus secciones restringidas 51 y 52 y coincidiendo ó no las ondulaciones 22c en espiras sucesivas ó adyacentes.

5 Cuando las ondulaciones de aletas adyacentes ocupan posiciones angulares ó similares y, por lo tanto, coinciden entre sí, las áreas de flujo de sección transversal son prácticamente iguales aún en partes onduladas de los espacios de separación de las aletas. Esto significa una velocidad de flujo relativamente uniforme que contraresta una precipitación de impurezas probablemente arrastradas con el flujo de aire.

10 Las ondulaciones 22c que se proyectan desde el plano de un par de espiras adyacentes en direcciones opuestas, pueden coincidir entre sí. En este caso, donde las ondulaciones de un par de espiras adyacentes se proyectan una hacia la otra, la velocidad de flujo aumenta, mientras que donde las ondulaciones coincidentes 22c apuntan desviándose una de otra del espacio de separación de aletas, la velocidad de flujo resulta relativamente menor. Dicha aceleración y deceleración alternas en la periferia de las aletas aún más la resistencia al flujo, por lo tanto, la acción deflectora dirigida hacia el interior. Finalmente, significa una mejora de transmisión térmica aunque igualmente aumenta una probable precipitación de impurezas que, no obstante, como regla general, no contraresta la mejora obtenida en las propiedades de transferencia térmica del tubo de aletas.

20 Las formas descritas se pueden emplear también simultáneamente. Dicha combinación se obtendrá si, dentro de una longitud axial ó parte del elemento helicoidal, las ondulaciones se siguen unas a otras con separaciones diferentes.

30

Las ondulaciones en ambos lados del plano de la espira puede tener también alturas diferentes. Además, por razones de medios de fabricación el empleo de elementos helicoidales puede ser preferible con ondulaciones que se proyectan desde el plano de las espiras en una dirección solamente. En ambos casos, las ondulaciones son asimétricas con respecto al plano de las espiras del helicoidé. Las ondulaciones en un lado se pueden producir evidentemente con un utillaje relativamente simple aún cuando las ondulaciones tengan alturas diferentes.

Las ondulaciones 22c pueden componer esencialmente una forma ondulada ó superficies arqueadas. Ambas clases de ondulación forman un flujo laminar favorable. La separación del flujo de aire y, de un modo más particular, la interrupción de las capas limitrofes y, por lo tanto, el aumento de la resistencia al flujo se pueden mejorar empleando ondulaciones de área de sección transversal en ángulo pronunciado.

Las ondulaciones 22c pueden tener áreas de sección transversal trapezoidales. En los ángulos del trapecoide el flujo de aire se desvia de la superficie de la ondulación y gira con un movimiento de vértice donde se destruye prácticamente el flujo laminar.

Evidentemente se pueden elegir áreas de sección transversal que no sean trapezoides. Por ejemplo, las ondulaciones pueden tener áreas de sección transversal en forma de triángulos acutángulos. Otras formas de áreas de sección transversal pueden ser idóneos en una forma similar, en el supuesto que la profundidad de las ondulaciones disminuya hacia el centro del tubo de aletas como se requiere para cumplir con la característica principal de la invención.

Las espiras 22a se pueden fijar a un elemento

tubular 20 por medio de cualesquiera métodos tradicionales, por ejemplo soldadura estañosoldadura, inmersión en baños metálicos y otros medios. Además, las espiras se pueden adaptar en acanaladuras sobre la superficie cilíndrica del elemento tubular, 5 obteniéndose la fijación por deformación de los lados de la acanaladura y prensándolas sobre la base de las espiras. Los elementos helicoidales se pueden producir empleando bandas de área de sección transversal en forma de L de patas desiguales. Al soldar la banda sobre el elemento tubular, la pata más corta 10 de la banda cubrirá el elemento tubular entre espiras subsiguientes a modo de manguito. Como se ha mencionado anteriormente, también se puede laminar en troquel las espiras en el cuerpo del elemento tubular, en cuyo caso el elemento tubular y el elemento helicoidal forman parte íntegra y los espacios de separación 15 de las aletas se ensanchan hacia la periferia de las aletas. Cualesquiera que sea el modo de fabricación, es importante que el plano de las espiras sea perpendicular a las generatrices del elemento tubular, ó, lo que es igual, al eje principal de este último, porque estas posiciones mutuas del elemento tubular 20 y las espiras tienen una gran importancia con respecto a la tecnología de fabricación y a las condiciones de la operación termodinámica. O sea, en el caso de elementos helicoidales cuyo plano de espira es perpendicular a las generatrices del elemento tubular, las ondulaciones se pueden formar fácilmente antes ó 25 después del enrollamiento de la banda. Aún las aletas laminadas en troquel se pueden ondular durante la laminación en troquel ó después. En lo que se refiere a la termodinámica, las espiras cuyo plano es perpendicular a las generatrices del elemento tubular aseguran un área máxima de contacto entre el medio refrigerante y un tubo de aletas. 30

Con anterioridad se ha supuesto principalmente que el elemento tubular conduce un medio de coeficiente de transferencia térmica más elevado, por ejemplo agua ó vapor en condensación ó vapor de agua mientras que el exterior del elemento tubular entre aletas conduce un medio de coeficiente de transferencia térmica más bajo, por ejemplo aire refrigerante. No obstante, un tubo de aletas según la invención é independientemente de la naturaleza del medio que participe en el cambio de calor y de la dirección de este último, tiene aplicación a cualquier caso en el que el calor de un medio de coeficientes de transmisión térmica más elevado se tenga que transferir a un medio de coeficiente de transmisión térmica más bajo. Así, v.g., gases en condensación, mezclas de vapores y líquidos, así como gases distintos al aire, se pueden tratar por medio de tubo de aletas según la invención.

Dichos tubos son particularmente idóneos para ser utilizados en cambiadores de calor. No obstante, se comprenderá que actuarán apropiadamente en otros casos como piezas individuales, así como donde se pretenda una transferencia térmica entre medios de coeficientes de transmisión térmicas diferentes.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle, en cuanto no alteren su principio fundamental.

REIVINDICACIONES

1.- Tubo de aletas helicoidales, de un modo más particular un tubo para un cambiador de calor, consistente en un elemento tubular interior y un elemento helicoidal exterior, cuyo elemento helicoidal tiene espiras sólidas con generatrices perpendiculares al eje principal del elemento tubular, y con ondulaciones que se extienden hacia el interior desde la periferia exterior de las espiras y cuyas profundidades se reducen con la distancia radial desde las mismas; caracterizado porque el elemento helicoidal tiene secciones onduladas que alternan con secciones uniformes, teniendo las secciones onduladas un ángulo central con preferencia no superior a 90° y porque ambos tipos de secciones coinciden entre sí, respectivamente, en la dirección del eje principal del elemento tubular, siendo la separación de las secciones sustancialmente igual a un cuarto de la circunferencia del elemento tubular, de modo que las secciones onduladas del elemento helicoidal ocupan posiciones diametralmente opuestas sobre el elemento tubular.

2.- Tubo según la reivindicación 1, caracterizado porque las ondulaciones que se proyectan en la misma dirección desde un par de espiras adyacentes del elemento helicoidal coincide unas con otras en la dirección del eje principal del elemento tubular.

3.- Tubo según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque las ondulaciones que se producen en direcciones opuestas desde un par de espiras adyacentes del elemento helicoidal coinciden unas con otras en la dirección del eje principal del elemento tubular.

4.- Tubo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque dentro de una parte axial

del elemento helicoidal las ondulaciones tienen separaciones al menos parcialmente diferentes.

5 5.- Tubo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque las ondulaciones son asimétricas con respecto del plano de las espiras del elemento helicoidal.

6.- Tubo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las ondulaciones tienen áreas de sección transversal angular.

10 7.- Tubo de aletas helicoidales, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.

Esta Memoria consta de dieciocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

15 Madrid, 25 MAR. 1985

ENERGIAGAZDALKODÁSI INTÉZET

J. M. GOMEZ-ACEBO Y POMBO
P. P. Firmado: PILAR DOMINGUEZ M.

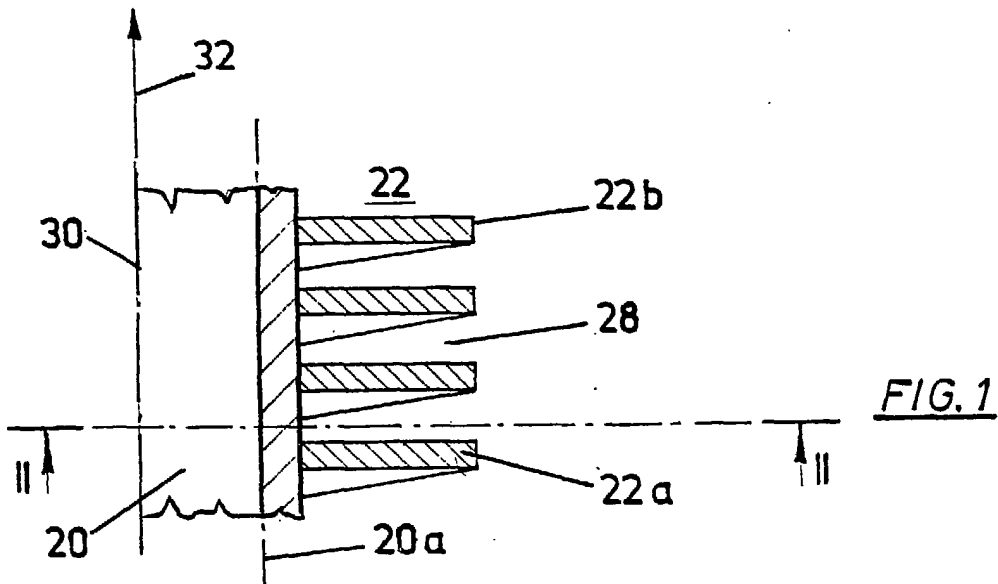


FIG. 1

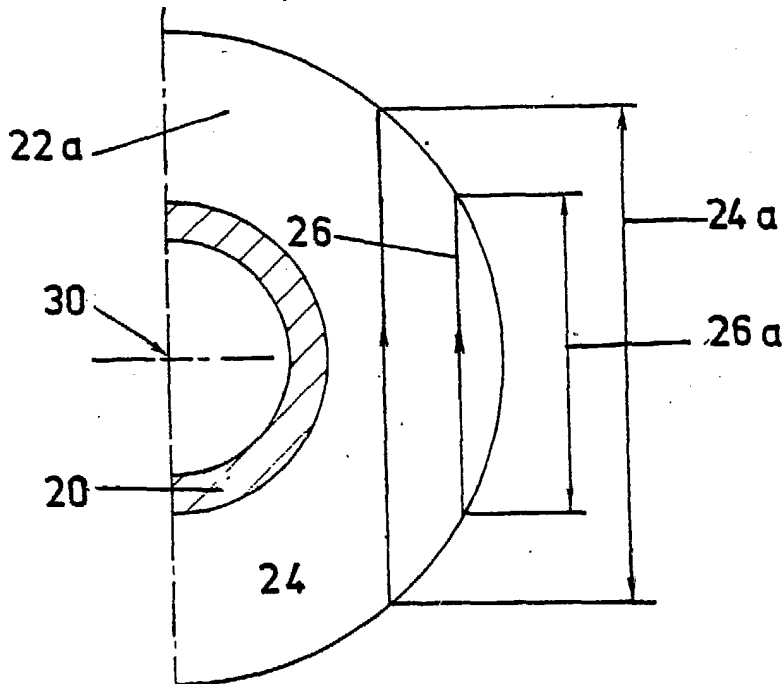


FIG. 2

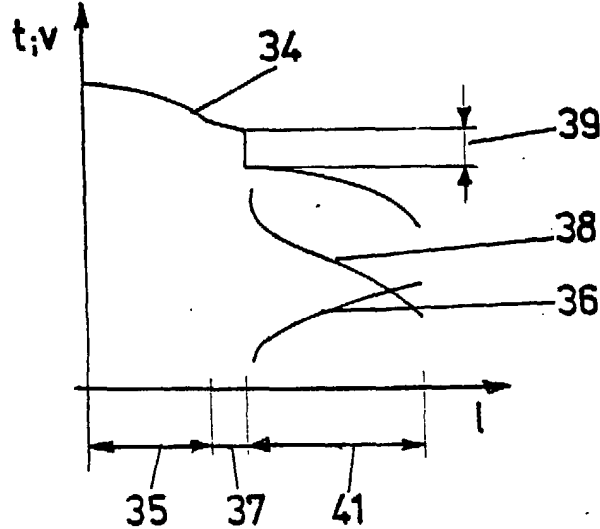


FIG. 3



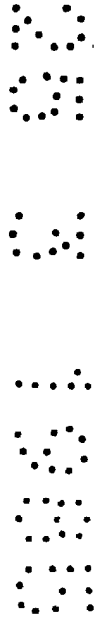
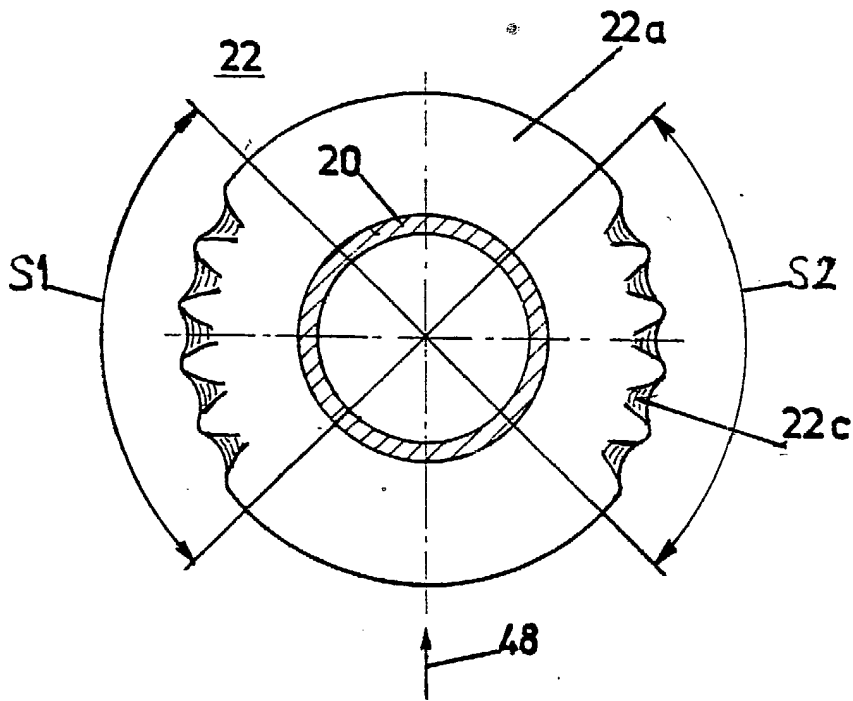
25 MAR. 1985

Madrid

J. M. GOMEZ-ACEBO Y POMBO
P. P. Firmado: PILAR DOMINGUEZ M.

ESCALA VARIABLE.

FIG. 4



ESCALA VARIABLE.

25 MAR. 1985

Madrid

J. M. GÓMEZ-ACEBO Y POMBO
P. P. Firmado: PILAR DOMÍNGUEZ M.