

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 754**

21 Número de solicitud: 201630189

51 Int. Cl.:

**F02M 26/09** (2006.01)

**F28F 9/24** (2006.01)

**F28F 3/04** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**19.02.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**23.08.2017**

Fecha de la concesión:

**28.02.2018**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**07.03.2018**

73 Titular/es:

**VALEO TÉRMICO, S. A. (100.0%)  
Ctra. de Logroño, Km. 8,9  
50011 ZARAGOZA (Zaragoza) ES**

72 Inventor/es:

**BRAVO RODRÍGUEZ, Yolanda;  
DE FRANCISCO MORENO, Juan Carlos;  
MIEDES ARNAL, María Luisa y  
PUÉRTOLAS SÁNCHEZ, Fernando**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

54 Título: **CANAL DE CIRCULACIÓN PARA LA CONDUCCIÓN DE UN FLUIDO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR, E INTERCAMBIADOR DE CALOR**

57 Resumen:

Canal de circulación para la conducción de un fluido de un intercambiador de calor, e intercambiador de calor.

El canal (1) comprende dos superficies (s1, s2), cada una con una pluralidad de elementos protuberantes (p), que sobresalen al interior del canal (1), dispuestos unos junto a otros formando una fila que incluye elementos protuberantes (p) diferentes en cuanto a su forma, y que se extiende según una dirección longitudinal según el sentido principal de circulación Y del fluido circulante, de manera que el flujo de fluido topa con elementos protuberantes (p) diferentes de manera secuencial tanto en el espacio, según dicha dirección longitudinal, como en el tiempo, generando una pluralidad de líneas de corriente desordenadas (L).

El intercambiador de calor comprende unos canales de circulación para un fluido, al menos uno de los cuales está formado según el canal de circulación de la presente invención.

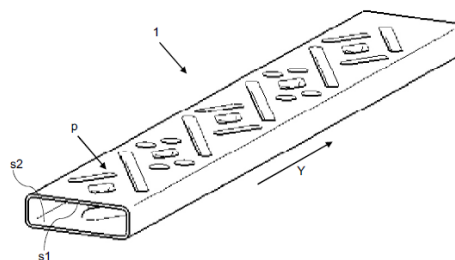


Fig. 1c

ES 2 630 754 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

**DESCRIPCIÓN**

**CANAL DE CIRCULACIÓN PARA LA CONDUCCIÓN DE UN FLUIDO DE UN  
INTERCAMBIADOR DE CALOR, E INTERCAMBIADOR DE CALOR**

5

Sector de la técnica

La presente invención concierne en general, en un primer aspecto, a un canal de circulación para la conducción de un fluido de un intercambiador de calor, dotado de una pluralidad de elementos protuberantes generadores de turbulencias, y más en particular a un canal de circulación con una disposición de elementos protuberantes mejorada.

Un segundo aspecto de la presente invención concierne a un intercambiador de calor que comprende uno o más canales de circulación formados según el canal del primer aspecto de la invención.

La invención se aplica especialmente en intercambiadores de recirculación de gases de escape de un motor ("Exhaust Gas Recirculation Coolers" o EGRC)).

20 Estado de la técnica anterior

La función principal de los intercambiadores EGR es el intercambio de calor entre los gases de escape y el fluido refrigerante, con el fin de enfriar los gases.

25 Actualmente, los intercambiadores de calor EGR son ampliamente usados para aplicaciones Diesel con el fin de reducir las emisiones, y también son usados en aplicaciones de gasolina para reducir el consumo de combustible.

Básicamente, hay dos tipos de intercambiadores de calor EGR: un primer tipo consiste en una carcasa en cuyo interior se dispone un haz de tubos paralelos que constituyen canales de circulación para el paso de los gases, circulando el refrigerante por la carcasa, exteriormente a los tubos, y el segundo tipo consta de una serie de placas paralelas que constituyen las superficies de intercambio de calor, de manera que los gases de escape y el refrigerante circulan por canales de circulación definidos entre dos respectivas placas, en capas alternadas, pudiendo incluir aletas para el mejorar el intercambio de calor.

35

El mercado tiende a reducir el tamaño de los motores, y a la aplicación de los intercambiadores de calor EGR no solo en aplicaciones de alta presión (HP) sino también en los de baja presión (LP); ambas tienen un impacto en el diseño de los intercambiadores de calor EGR. Los fabricantes de vehículos demandan intercambiadores de calor EGR con mayores  
5 rendimientos y, a la vez, el espacio disponible para colocar el intercambiador y sus componentes es cada vez más pequeño y más difícil de integrar.

En otras palabras, los requisitos para el diseño y fabricación de intercambiadores EGR han evolucionado, de manera que se requieren intercambiadores de calor cada vez más  
10 compactos. Hay dos maneras de aumentar esta compacidad: la basada en proporcionar la superficie de intercambio de calor con superficies secundarias (aletas) y la basada en incluir protuberancias específicas (u ondulaciones) en estas superficies para promover la turbulencia del gas circulante y, por lo tanto incrementar el valor del coeficiente de transferencia de calor.

Las propuestas basadas en definir protuberancias tiene un gran potencial a la hora de  
15 incrementar la compacidad del producto final en comparación con el resto de tecnologías existentes, a pesar del hecho de que la inclusión de tales protuberancias también incrementa la pérdida de presión del gas circulante. En cambio, en comparación con las propuestas basadas en la inclusión de superficies secundarias (aletas), el impacto en este parámetro  
20 (pérdida de presión) sería menor si se tiene en cuenta la influencia del fenómeno conocido como "fouling", es decir de la acumulación de suciedad, en general hollín. Ello es debido a que el diámetro hidráulico asociado a las propuestas basadas en promover turbulencias, es decir las basadas en protuberancias, es mayor que el asociado a las basadas en aletas, por lo que las primeras evitan una acumulación severa de hollín en el interior del bloque  
25 intercambiador.

Existen documentos de patente que describen algunas propuestas basadas en protuberancias, diferenciándose sobre todo en el tipo y la manera de disponer las protuberancias en el interior de los canales de circulación de los intercambiadores de calor.  
30

Una de tales propuestas aparece descrita en la patente ES2259265B1, del mismo titular que la presente solicitud, en la cual se describe un tubo para la conducción de un fluido de un intercambiador de calor, que comprende dos paredes opuestas según una dirección Z, cada una de las cuales dotada de al menos una corrugación discontinua situada frente a una  
35 correspondiente corrugación discontinua dispuesta en la pared opuesta, dispuestas de

manera que una proyección en la dirección Z de las mismas sobre un plano XY define una silueta sensiblemente en forma de "X".

5 Otra de tales propuestas basadas en la inclusión de protuberancias en el interior del canal de circulación se encuentra descrita en la patente ES2496943T3, que corresponde a la validación de la patente europea EP1682842B1, la cual reúne las características definidas en el preámbulo de la reivindicación 1 de la presente invención.

10 En el canal de circulación propuesto en ES2496943T3 los elementos protuberantes de la fila, en general, son iguales entre sí. No obstante, en su descripción se comenta de manera muy genérica que "*sería posible utilizar en una fila elementos estructurales diferentes, p. ej. 13 y 14*", si bien no se describen en ES2496943T3 elementos protuberantes muy diferentes entre sí, ya que todos los descritos se basan en uno o varios segmentos de elementos alargados rectilíneos y/o curvos.

15 Pero lo más importante es que la fila de elementos protuberantes diferentes entre sí a la que se refieren en ES2496943T3 discurre según una dirección transversal al sentido principal de circulación del fluido circulante por el canal, de manera que cada uno de los elementos protuberantes diferentes afecta a una porción transversal diferente del frente de onda del  
20 fluido, y solamente una vez durante la circulación del mismo por el canal de circulación.

Así, los resultados que se obtienen, en cuanto a eficiencia térmica, mediante la propuesta hecha en ES2496943T3 son claramente mejorables.

25 Aparece, por tanto, necesario ofrecer una alternativa al estado de la técnica que cubra las lagunas halladas en el mismo, proporcionando una solución que mejore sustancialmente las prestaciones ofrecidas por los canales de circulación con elementos protuberantes del estado de la técnica.

30 Explicación de la invención

Con tal fin, la presente invención concierne, en un primer aspecto, a un canal de circulación para la conducción de un fluido de un intercambiador de calor en un sentido principal de circulación Y, que comprende, de manera en sí conocida, dos superficies de intercambiador  
35 de calor sustancialmente opuestas entre sí, donde cada superficie comprende una pluralidad de elementos protuberantes, que sobresalen al interior del canal de circulación, dispuestos

unos junto a otros formando como mínimo una fila que incluye elementos protuberantes que son diferentes.

5 A diferencia de los canales de circulación conocidos, en particular a diferencia del descrito en la patente ES2496943T3, donde la fila de elementos protuberantes que son diferentes discurre según una dirección transversal al sentido principal de circulación Y, en el canal de circulación del primer aspecto de la presente invención la citada fila se extiende al menos según una dirección longitudinal según el sentido principal de circulación Y, de manera que el flujo de fluido topa con elementos protuberantes diferentes de manera secuencial tanto en el espacio, según dicha dirección longitudinal, como en el tiempo, generando una pluralidad de líneas de corriente desordenadas.

15 Ello resulta en un rendimiento mucho mayor en cuanto a eficiencia térmica, ya que cada porción del frente de onda del fluido circulante se ve afectada por elementos protuberantes diferentes, en diferentes momentos y ubicaciones a lo largo del canal.

De acuerdo a un ejemplo de realización, los citados elementos protuberantes son diferentes entre sí en cuanto a su forma.

20 Para otro ejemplo de realización, alternativo o complementario al anterior, los elementos protuberantes son diferentes entre sí en cuanto a su orientación.

Según otro ejemplo de realización, alternativo o complementario a los anteriores, los elementos protuberantes son diferentes entre sí en cuanto a sus dimensiones.

25 Para un ejemplo de realización, la citada fila incluye también elementos protuberantes de igual forma y dimensiones.

30 Para otro ejemplo de realización, alternativo o complementario al anterior, la fila incluye también elementos protuberantes de igual forma pero diferentes dimensiones y/o diferentes orientaciones.

35 De acuerdo a otro ejemplo de realización, la fila comprende una serie de elementos protuberantes que sigue un patrón de repetición o secuencia de dos o más elementos protuberantes diferentes (en cuanto a forma y/o dimensiones y/u orientación) que se repiten dos o más veces a lo largo de la fila.

La fila se extiende, según un ejemplo de realización, a lo largo de al menos el 70% de la longitud del canal, con el fin de que el fluido circulante por el canal interactúe con los elementos protuberantes a lo largo de la mayor parte del canal.

5

Según un ejemplo de realización, la fila incluye dos o más sub-filas de elementos protuberantes que se extienden longitudinalmente según el sentido principal de circulación Y, incluyendo como mínimo una de dichas sub-filas, para una variante de dicho ejemplo de realización, elementos protuberantes de diferentes formas, diferentes dimensiones y/o diferente orientación.

10

Como mínimo una de las sub-filas incluye, para una variante de dicho ejemplo de realización, elementos protuberantes que invaden espacialmente a otra de las sub-filas, de manera que una porción de los mismos queda intercalada entre los elementos protuberantes de dicha otra sub-fila.

15

Para otro ejemplo de realización, la fila incluye elementos protuberantes dispuestos desplazados transversalmente dentro de la misma, o de una de dichas sub-filas, quedando escalonados en un sentido transversal al sentido principal de circulación Y.

20

Específicamente, para diversos ejemplos de realización, la fila incluye elementos protuberantes con dos o más de las siguientes formas, según una vista en planta, o una combinación de las mismas: círculo, óvalo, rombo, triángulo, rectángulo, elementos alargados que siguen una o más trayectorias rectilíneas y/o curvadas.

25

Los citados elementos protuberantes de forma alargada que siguen más de una trayectoria están formados, para un ejemplo de realización, por segmentos con diferentes ángulos de orientación.

30

La fila incluye elementos protuberantes cuya forma es una combinación de dos o más de las citadas formas, de acuerdo con un ejemplo de realización, tal como una forma alargada con una zona central con forma de círculo.

35

Preferentemente, los extremos y/o vértices de las formas de los elementos protuberantes son redondeados.

Para otro ejemplo de realización, la fila incluye elementos protuberantes cuya forma es una variación de una de las formas listadas arriba, incluyendo una forma parecida a un triángulo, a un rombo o a un rectángulo, pero con alguno de sus lados curvo.

- 5 De acuerdo a un ejemplo de realización, por lo menos uno de los elementos protuberantes de una de las dos superficies opuestas del canal se encuentra superpuesto con por lo menos un elemento protuberante de la otra superficie.

10 Para una variante de dicho ejemplo de realización, los mencionados elementos protuberantes superpuestos son diferentes al menos en cuanto a dimensiones.

Para otra variante de dicho ejemplo de realización, los mencionados elementos protuberantes superpuestos son diferentes al menos en cuanto a orientación.

- 15 Para otra variante de dicho ejemplo de realización, los mencionados elementos protuberantes superpuestos son diferentes al menos en cuanto a forma.

20 De acuerdo a otra variante de dicho ejemplo de realización, los mencionados elementos protuberantes superpuestos tienen una forma alargada y se encuentran superpuestos de manera que una proyección de uno sobre el otro define una forma sustancialmente en forma de X.

Según una implementación de dicha variante, la citada forma de X no es simétrica.

- 25 De acuerdo a una implementación, el ángulo menor que forman los dos segmentos de la X está entre  $26^\circ$  y  $40^\circ$ .

30 De acuerdo a otra variante del citado ejemplo de realización, por los menos dos elementos protuberantes de una de las dos superficies opuestas del canal se encuentran superpuestos con un elemento protuberante de la otra superficie, de manera que una proyección de dichos dos elementos protuberantes sobre el otro define una forma sustancialmente en forma de doble X.

35 Las anteriores variantes del ejemplo de realización relativo a los por lo menos dos elementos protuberantes superpuestos entre sí, son independientes o combinables entre sí, en función de la implementación del canal de circulación del primer aspecto de la presente invención.

Toda la variedad de combinaciones posibles de elementos protuberantes cubiertas por los ejemplos de realización arriba descritos, teniendo en común todos ellos que incluyen elementos protuberantes diferentes en el sentido principal de circulación Y, permite diseñar el canal de circulación de manera personalizada para cada aplicación, con el fin de obtener las prestaciones requeridas y de adaptarse a las condiciones de trabajo y a los requerimientos propios de la aplicación, por ejemplo en cuanto a compacidad, optimizando el intercambio térmico y reduciendo al máximo la pérdida de presión del fluido circulante.

Los elementos protuberantes tienen una altura máxima de, en general, 1 a 2 mm, aunque otros valores también son posibles

Ventajosamente, la altura máxima de cada elemento protuberante (es decir la distancia desde la superficie de la que sobresalen, en una dirección ortogonal a la misma) es menor que dos quintas partes la distancia entre las dos superficies de intercambiador de calor opuestas entre sí.

Un segundo aspecto de la presente invención concierne a un intercambiador de calor, en especial refrigerador de gases de escape de un motor, que comprende unos canales de circulación para un fluido, donde por lo menos uno de dichos canales de circulación está formado según el canal del primer aspecto de la invención.

Según un ejemplo de realización del intercambiador de calor del segundo aspecto de la presente invención, los canales de circulación están formados como tubos por el interior de los cuales circulan dichos gases de escape y alrededor de los cuales circula un fluido refrigerante para intercambio térmico con los gases de escape, y por lo menos las superficies de intercambiador de calor que comprenden elementos protuberantes lo están como paredes de tubo

Para una variante de dicho ejemplo de realización, las paredes de tubo son planas, siendo en general las secciones transversales de los tubos de forma rectangular.

De manera alternativa, para otras variantes de dicho ejemplo de realización, las secciones transversales de los tubos son circulares o de forma oval.

35



De acuerdo con un ejemplo de realización, la longitud de cada tubo es de entre 80 mm y 220 mm.

5 Para otro ejemplo de realización, los canales de circulación están formados mediante apilamiento de placas o de discos, donde por lo menos las superficies de intercambiador de calor que comprenden elementos protuberantes lo están como paredes opuestas de al menos dos de dichas placas o discos.

Breve descripción de los dibujos

10

Las anteriores y otras ventajas y características se comprenderán más plenamente a partir de la siguiente descripción detallada de unos ejemplos de realización con referencia a los dibujos adjuntos, que deben tomarse a título ilustrativo y no limitativo, en los que:

15

Las Figuras 1a, 1b, 1c y 1d ilustran un ejemplo de realización del canal de circulación propuesto por el primer aspecto de la presente invención, mostrándose en la Fig. 1c el canal en perspectiva, en la Fig. 1a una vista en planta, desde arriba, de una de las superficies del canal, en la Fig. 1b una vista en planta, desde arriba, de la superficie opuesta y en la vista 1d una proyección sobre un plano XY que muestra la superposición de las protuberancias de ambas superficies;

20

Las Figuras 2a, 2b, 2c y 2d ilustran, de manera análoga a la Figura 1, otro ejemplo de realización del canal de circulación propuesto por el primer aspecto de la presente invención;

25

Las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d ilustran, de manera análoga a las Figuras 1 y 2, otro ejemplo de realización del canal de circulación propuesto por el primer aspecto de la presente invención;

30

Las Figuras 4a, 4b, 4c y 4d ilustran, de manera análoga a las Figuras 1, 2 y 3, otro ejemplo de realización del canal de circulación propuesto por el primer aspecto de la presente invención;

35

Las Figuras 5a, 5b y 5c son, respectivamente, unas vistas en planta de las superficies del canal de circulación propuesto por el primer aspecto de la invención y una proyección sobre un plano XY que muestra la superposición de las protuberancias de ambas superficies, para otro ejemplo de realización más;

La Figura 6 muestra, en perspectiva, a parte del canal propuesto por el primer aspecto de la presente invención, para un ejemplo de realización, junto con una representación esquemática, obtenida mediante simulación matemática, de las líneas de corriente desordenadas generadas por el flujo de fluido circulante por el canal al topar con los elementos protuberantes a lo largo del canal;

La Figura 7 muestra, en perspectiva, parte del canal propuesto por el primer aspecto de la presente invención, para el mismo ejemplo de realización que la Figura 6, junto con unas porciones de unos vectores representativos del flujo de fluido circulante por el canal, a partir de unos datos obtenidos mediante simulación matemática, donde las porciones de vectores se han ilustrado para tres regiones transversales distanciadas a lo largo del canal y con diferentes tonos de gris correspondientes a diferentes valores de magnitud de la velocidad del fluido, en m/s, según la escala representada en la figura, también obtenidos mediante simulación;

La Figura 8 es una vista análoga a la de la Figura 7, para el mismo ejemplo de realización, que ilustra también los resultados de unas simulaciones matemáticas, no ilustrándose en este caso las porciones de vectores, y representándose los distintos valores de velocidad también mediante distintos tonos de grises, pero sobre tres respectivos planos transversales distanciados a lo largo del canal; y

La Figura 9 es una vista análoga a la de la Figura 8, para el mismo ejemplo de realización, pero en este caso los valores representados mediante escala de grises en los tres respectivos planos transversales distanciados a lo largo del canal no corresponden a valores de velocidad sino a valores de magnitud de vorticidad vectorial, en /s, según las escala representada en la figura.

Descripción detallada de unos ejemplos de realización

En las Figuras 1 a 5 se ilustran diferentes ejemplos de realización del canal de circulación 1 propuesto por el primer aspecto de la presente invención, teniendo todos ellos en común que se refieren a un canal de circulación 1 para la conducción de un fluido de un intercambiador de calor en un sentido principal de circulación Y, que comprende dos superficies s1, s2 de intercambiador de calor sustancialmente opuestas entre sí, donde cada una de las superficies s1, s2 comprende una pluralidad de elementos protuberantes p que sobresalen al interior del canal de circulación 1, dispuestos unos junto a otros formando como mínimo una fila que

incluye elementos protuberantes p diferentes en cuanto a su forma y/o dimensiones y/u orientación, y que se extiende según una dirección longitudinal según el sentido principal de circulación Y.

5 En particular, en los ejemplos de realización ilustrados por dichas Figuras 1 a 5, las superficies s1, s2 de intercambiador de calor son las superficies internas de unas paredes mayores planas de un tubo de sección rectangular que forma el canal de circulación, aunque las mismas (o similares) distribuciones de elementos protuberantes p ilustradas pueden aplicarse a superficies, planas o no, de otra clase de canales de circulación diferentes a los ilustrados.

10

Los ejemplos de realización de las Figuras 1 a 5 se diferencian entre sí por los distintos tipos, en cuanto a forma y/o dimensiones y/u orientación, de elementos protuberantes p incluidos en los mismos, así como por el número y distribución de los mismos a lo largo de la fila.

15 En particular, en el ejemplo de realización ilustrado por las Figuras 1a, 1b, 1c y 1d, se incluyen elementos protuberantes con formas (en planta) de: rombo, círculo y elementos alargados (semejantes a espigas) de diferentes longitudes y orientaciones que siguen, cada uno ellos, una única trayectoria rectilínea. Todas las formas ilustradas tienen sus extremos y/o vértices redondeados.

20

Puede apreciarse en las Figuras 1a, 1b y 1d, que la disposición de elementos protuberantes p no solamente sigue un patrón según una fila en la dirección Y, sino que existen sub-patrones que agrupan a algunos de los elementos protuberantes según distintas disposiciones, en particular de agrupaciones inclinadas de elementos protuberantes p cuyas formas se corresponden a las de dos pares de círculos con un rombo en medio dispuestas alternadamente (según la fila en la dirección Y) con agrupaciones inclinadas de formas de dos pares de espigas cortas con un rombo en medio, separadas por unos elementos protuberantes p con forma de espigas largas inclinadas.

25

30 Según se aprecia en la Figura 1d, al proyectarse los elementos protuberantes p de la superficie s1 sobre los de la superficie s2, se definen unas siluetas sensiblemente en forma de X, tanto para cada par de elementos protuberantes alargados (espigas) como para cada agrupación inclinada de elementos protuberantes.

35 Tal y como se aprecia en la Figura 1c, los referidos elementos protuberantes p se encuentran formados por unas respectivas estampaciones realizadas desde las caras externas de las

paredes planas mayores del canal tubular 1, por lo que en realidad se muestra en la Figura 1a (y también en las 2a, 3a, 4a y 5a) y señala como p son las depresiones provocadas por tales estampaciones que forman las protuberancias en la cara interna del canal 1. Cualquier otro método de configurar y disponer tales elementos protuberantes en las superficies s1, s2  
5 diferente a la estampación también es posible y se encuentra cubierto por la presente invención.

En el ejemplo de realización de las Figuras 2a, 2b, 2c y 2d, se incluyen elementos protuberantes con formas (en planta) de rombo y elementos alargados (semejantes a espigas)  
10 de diferentes longitudes que siguen, cada uno ellos, una única trayectoria rectilínea. Todas las formas ilustradas tienen sus extremos y/o vértices redondeados.

En esta realización, la fila de elementos protuberantes incluye tres sub-filas: una central formada por los de forma de rombo (donde éstos, a diferencia de la realización de la Figura  
15 1, están ligeramente desfasados espacialmente de manera alternada), una superior formada por una secuencia de pares de espigas de diferente longitud y orientación, y una inferior análoga a la superior, donde tanto unas respectivas porciones extremas de los elementos protuberantes p de la sub-fila superior y la inferior invaden el espacio entre cada dos rombos de la sub-fila central.

20 Según se muestra en la Figura 2d, al proyectarse los elementos protuberantes p de la superficie s1 sobre los de la superficie s2, en este caso también se definen unas siluetas sensiblemente en forma de X para cada par de elementos protuberantes alargados (espigas).

25 En el ejemplo de realización de las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d, se incluyen elementos protuberantes con formas (en planta) de óvalo, de elementos alargados (semejantes a espigas) de diferentes longitudes formados, cada uno de ellos, por segmentos rectilíneos con diferentes ángulos de orientación.

30 Para este ejemplo de realización, según se aprecia en la Figura 3d, también se cumple que al proyectarse los elementos protuberantes p de la superficie s1 sobre los de la superficie s2, se definen unas siluetas sensiblemente en forma de X para cada par de elementos protuberantes alargados (espigas).

El ejemplo de realización de las Figuras 4a, 4b, 4c y 4d se diferencia del de las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d únicamente en que no incluye los elementos protuberantes con forma (en planta) de óvalo.

5 Las Figuras 5a, 5b y 5c ilustran otro ejemplo de realización del canal de circulación propuesto por el primer aspecto de la invención, que incluye elementos protuberantes únicamente con formas alargadas (semejantes a espigas), pero de diferentes dimensiones y diferentes orientaciones, agrupados según diferentes sub-filas que incluyen elementos protuberantes p que invaden espacialmente a otra de las sub-filas, en particular los extremos superiores de  
10 los elementos protuberantes p de la sub-fila superior (según la posición ilustrada en la Figura 5a) quedan intercalados entre los extremos inferiores de los elementos protuberantes p de la sub-fila superior, y viceversa.

En este caso, tal y como se muestra en la Figura 5c, al proyectarse los elementos  
15 protuberantes p de la superficie s1 sobre los de la superficie s2, también se definen unas siluetas sensiblemente en forma de X, para cada par de elementos protuberantes alargados de iguales dimensiones.

Los presentes inventores han realizado una serie de simulaciones numéricas para un canal  
20 de circulación como el ilustrado en las Figuras 1a, 1b, 1c y 1d, y los resultados de las mismas se ilustran en las figuras 6 a 9, de manera gráfica sobre una porción del canal de circulación 1 (aunque las simulaciones se han realizado para el canal completo).

Las simulaciones se han realizado para un canal de circulación con forma tubular de sección  
25 rectangular, con unas dimensiones de sustancialmente 100 mm de largo, 14,5 mm de alto y 4,35 mm de ancho, y un grosor de pared de 0,4 mm, y para unos elementos protuberantes con una altura máxima de sustancialmente 1,3 mm (midiendo desde la cara interior de la pared desde la que se extienden).

30 En particular, en la Figura 6 se muestran las líneas de corriente desordenadas generadas por el flujo de fluido circulante por el canal al topar con los elementos protuberantes p a lo largo del mismo. Las líneas de corriente ilustradas son más tortuosas y se encuentran en un número mayor que las generadas en los canales de circulación del estado de la técnica, lo que provoca que el fluido salga del canal a una temperatura inferior a la conseguida con los canales del  
35 estado de la técnica (para un canal con las mismas dimensiones).

En las Figuras 7 y 8 se representan, en escala de grises, los valores de la velocidad (m/s), en magnitud (módulo), del fluido circulante por el canal de circulación, para tres regiones transversales distanciadas a lo largo del canal, y en la Figura 9 los valores de vorticidad vectorial (/s) para las tres mismas regiones transversales.

5

Los resultados obtenidos demuestran la bondad de la disposición a lo largo del canal de elementos protuberantes de formas diferentes, lo cual no solamente es válido para el ejemplo de realización para el que se han representado gráficamente los resultados de simulaciones numéricas (Figuras 6 a 9), sino también para el resto de ejemplos de realización ilustrados (Figuras 2 a 5), y en general para cualquier ejemplo de realización que incluya elementos protuberantes diferentes a lo largo del canal de circulación.

10

Un experto en la materia podría introducir cambios y modificaciones en los ejemplos de realización descritos sin salirse del alcance de la invención según está definido en las reivindicaciones adjuntas.

15

## REIVINDICACIONES

- 1.- Canal de circulación (1) para la conducción de un fluido de un intercambiador de calor en un sentido principal de circulación Y, que comprende dos superficies (s1, s2) de  
5 intercambiador de calor sustancialmente opuestas entre sí, donde cada una de dichas superficies (s1, s2) comprende una pluralidad de elementos protuberantes, que sobresalen al interior del canal de circulación (1), dispuestos unos junto a otros formando al menos una fila que incluye elementos protuberantes (p) que son diferentes, **caracterizado porque** dicha fila se extiende al menos según una dirección longitudinal según el sentido principal de circulación  
10 Y, de manera que el flujo de fluido topa con elementos protuberantes (p) diferentes de manera secuencial tanto en el espacio, según dicha dirección longitudinal, como en el tiempo, generando una pluralidad de líneas de corriente desordenadas (L).
- 2.- Canal de circulación según la reivindicación 1, en el que dichos elementos protuberantes  
15 (p) son diferentes entre sí en cuanto a su forma.
- 3.- Canal de circulación según la reivindicación 1 ó 2, en el que dichos elementos protuberantes (p) son diferentes entre sí en cuanto a su orientación.
- 20 4.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos protuberantes (p) son diferentes entre sí en cuanto a sus dimensiones.
- 5.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha fila incluye también elementos protuberantes (p) de igual forma y dimensiones.  
25
6. Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha fila incluye también elementos protuberantes (p) de igual forma pero diferentes dimensiones y/o diferentes orientaciones.
- 30 7.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fila comprende una serie de elementos protuberantes (p) que sigue un patrón de repetición o secuencia de dos o más elementos protuberantes (p) diferentes que se repiten dos o más veces a lo largo de la fila.

- 8.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fila incluye al menos dos sub-filas de elementos protuberantes (p) que se extienden longitudinalmente según el sentido principal de circulación Y.
- 5 9.- Canal de circulación según la reivindicación 6, donde al menos una de dichas dos o más sub-filas incluye elementos protuberantes (p) de diferentes formas, diferentes dimensiones y/o diferente orientación.
- 10.- Canal de circulación según la reivindicación 8 ó 9, en el que al menos una de las sub-filas incluye elementos protuberantes (p) que invaden espacialmente a otra de las sub-filas, de manera que una porción de los mismos queda intercalada entre los elementos protuberantes (p) de dicha otra sub-fila.
- 15.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fila incluye elementos protuberantes (p) dispuestos desplazados transversalmente dentro de la misma, o de una de dichas sub-filas, quedando escalonados en un sentido transversal al sentido principal de circulación Y.
- 20.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fila incluye elementos protuberantes (p) con al menos dos de las siguientes formas, según una vista en planta, o una combinación de las mismas: círculo, óvalo, rombo, triángulo, rectángulo, elementos alargados que siguen una o más trayectorias rectilíneas y/o curvadas.
- 25.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la fila incluye elementos protuberantes (p) de forma alargada que siguen más de una trayectoria, rectilíneas y/o curvadas, y están formados por segmentos con diferentes ángulos de orientación.
- 30.- Canal de circulación según la reivindicación 12 ó 13, en el que la fila incluye elementos protuberantes (p) cuya forma es una combinación de dos o más de dichas formas.
- 15.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los extremos y/o vértices de las formas de los elementos protuberantes (p) son redondeados.
- 35.- Canal de circulación según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos unos de los elementos protuberantes (p) de una (s1) de dichas dos superficies (s1,



s2) se encuentra superpuesto con al menos un elemento protuberante (p) de la otra superficie (s2), siendo dichos elementos protuberantes superpuestos (p) diferentes al menos en cuanto a dimensiones.

5 17.- Intercambiador de calor, en especial refrigerador de gases de escape de un motor, que comprende unos canales de circulación para un fluido, caracterizado porque por lo menos un canal de circulación (1) está formado según una de las reivindicaciones anteriores.

10 18.- Intercambiador de calor según la reivindicación 17, en el que los canales de circulación están formados como tubos por el interior de los cuales circulan dichos gases de escape y alrededor de los cuales circula un fluido refrigerante para intercambio térmico con los gases de escape, y en el que al menos las superficies (s1, s2) de intercambiador de calor que comprenden elementos protuberantes (p) lo están como paredes de tubo.

15 19.- Intercambiador de calor según la reivindicación 18, en el que dichas paredes de tubos son planas.

20 20.- Intercambiador de calor según la reivindicación 17, en el que los canales de circulación están formados mediante apilamiento de placas o de discos, donde al menos las superficies (s1, s2) de intercambiador de calor que comprenden elementos protuberantes (p) lo están como paredes opuestas de al menos dos de dichas placas o discos.

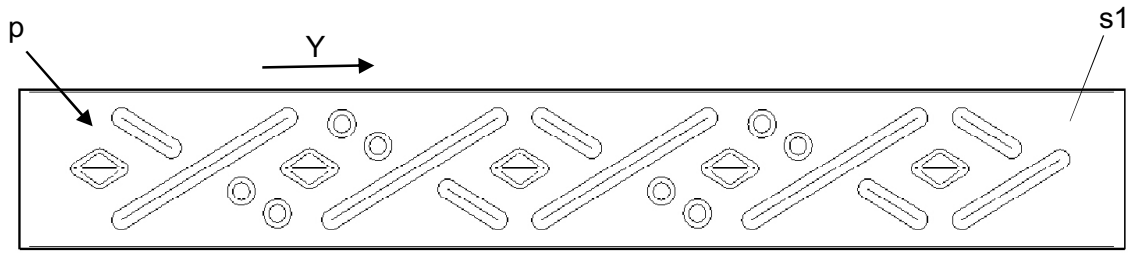


Fig. 1a

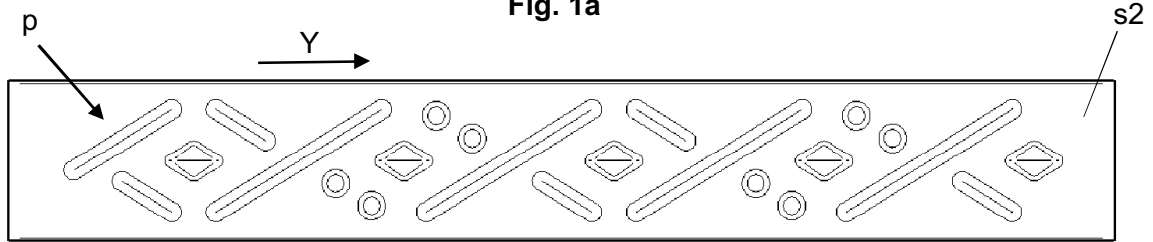


Fig. 1b

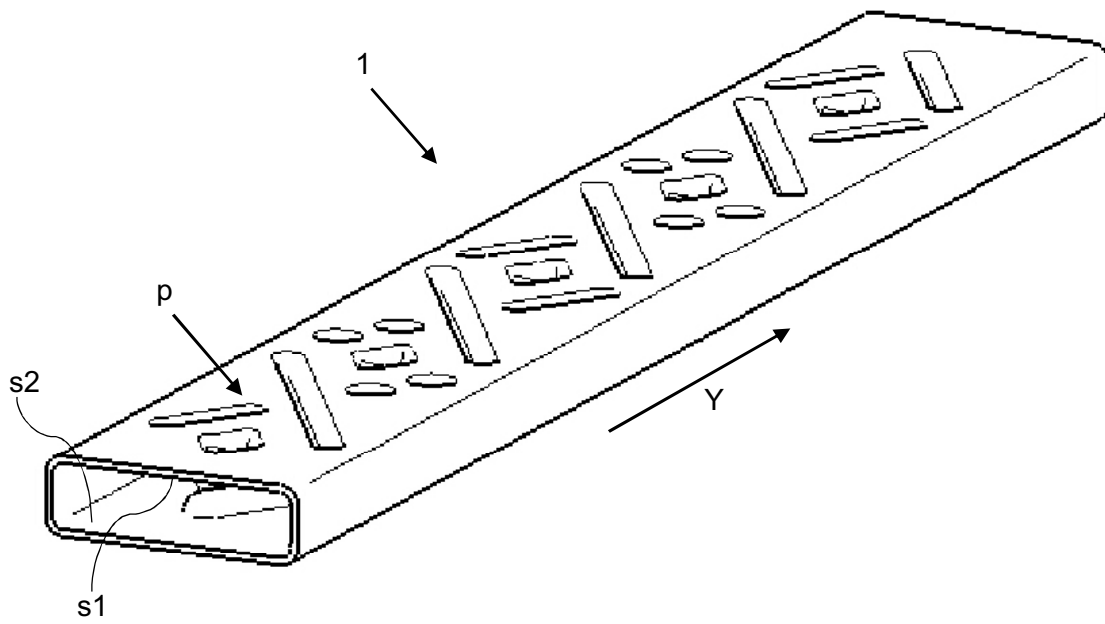


Fig. 1c

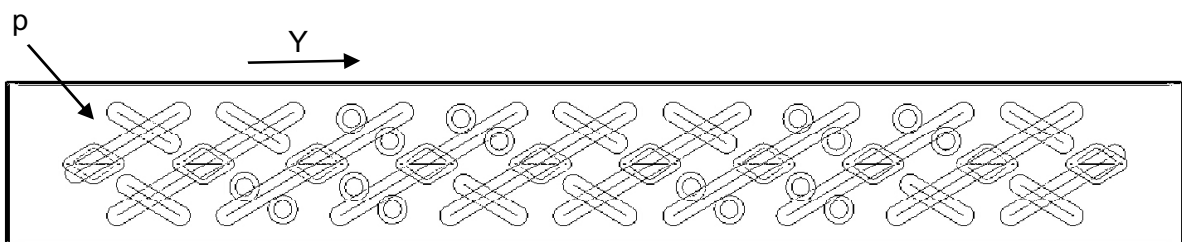


Fig. 1d

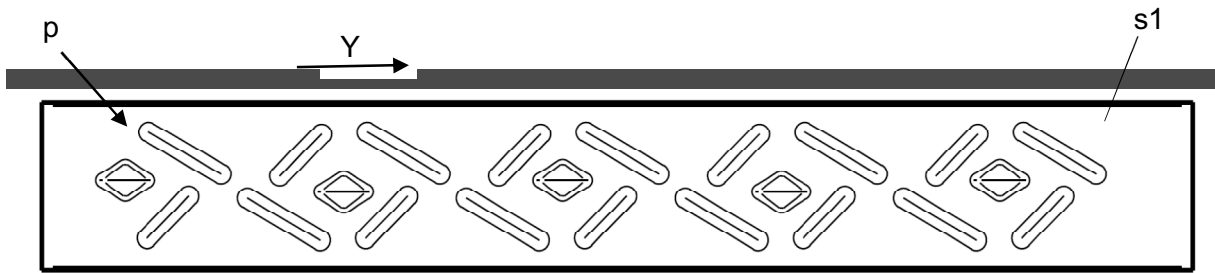


Fig. 2a

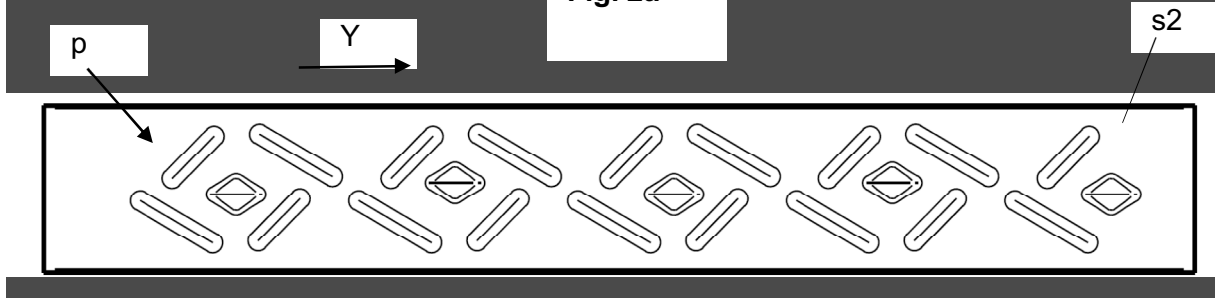


Fig. 2b

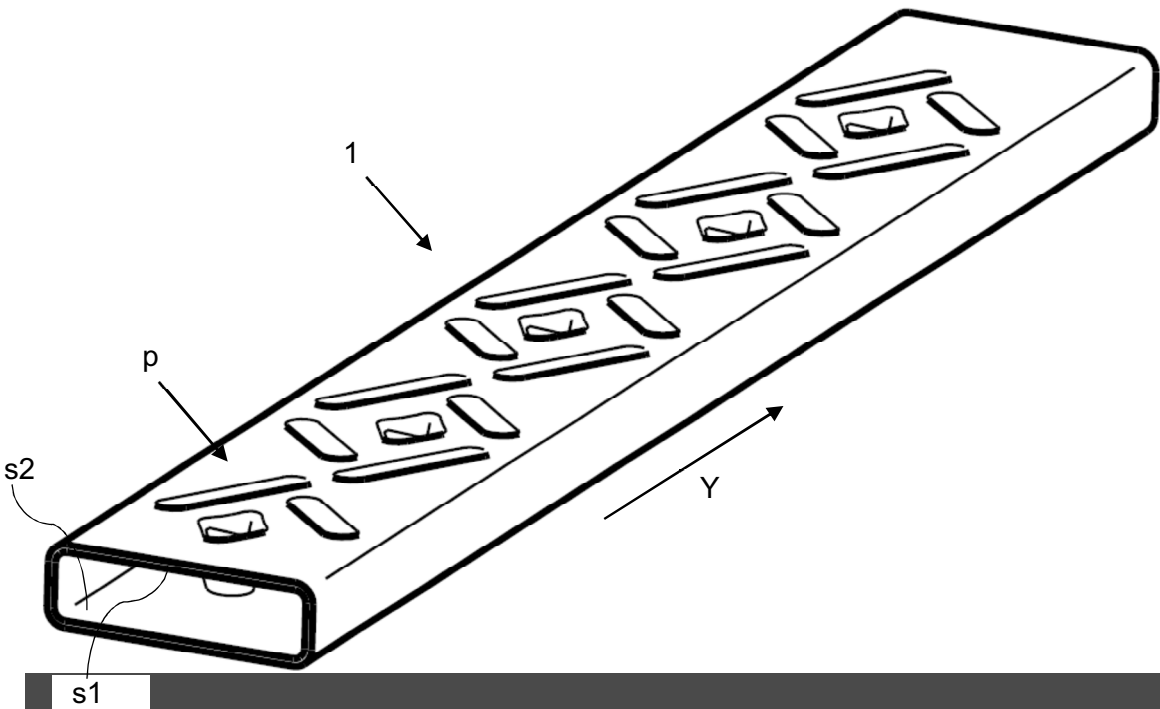


Fig. 2c

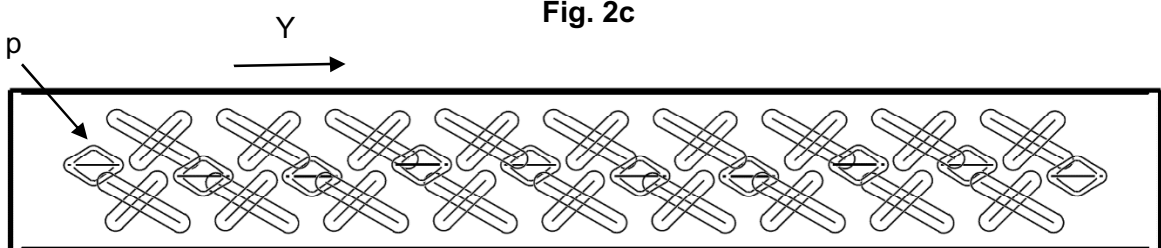
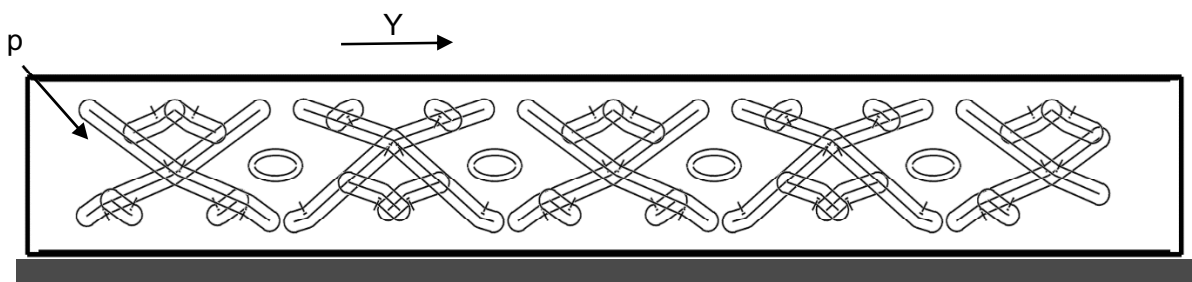
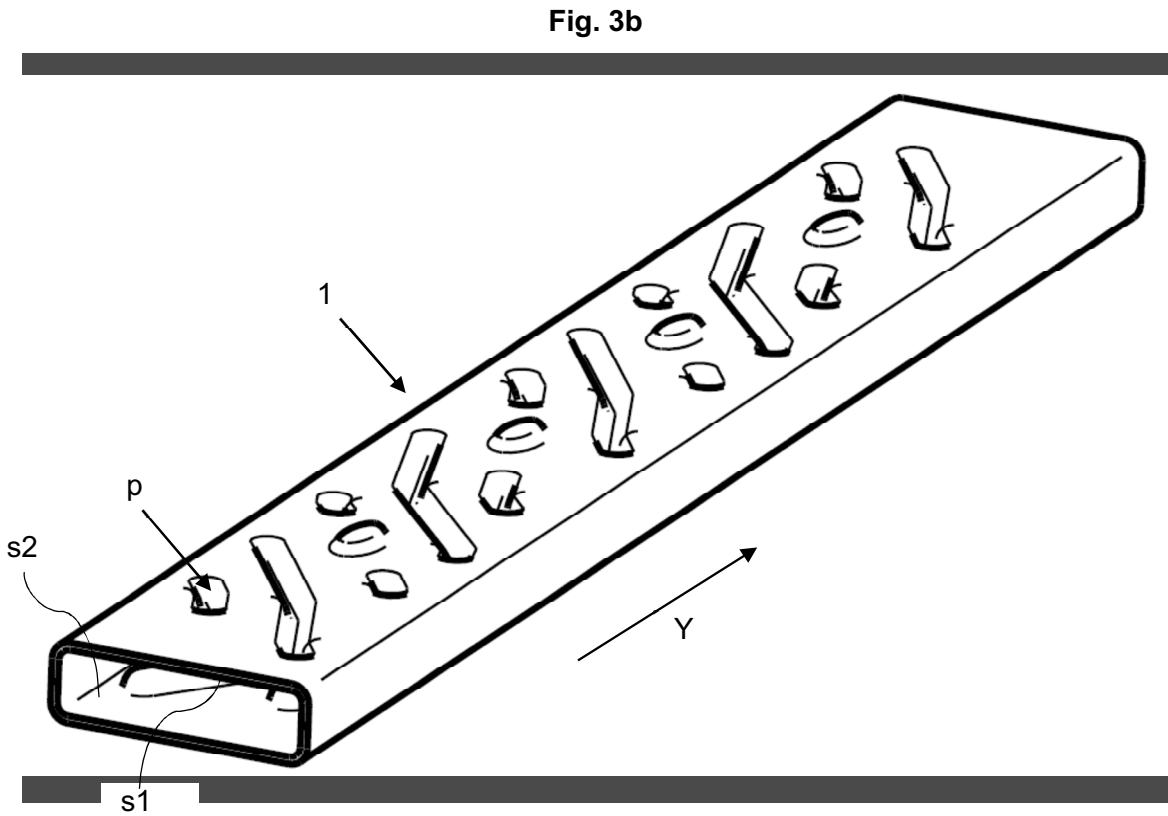
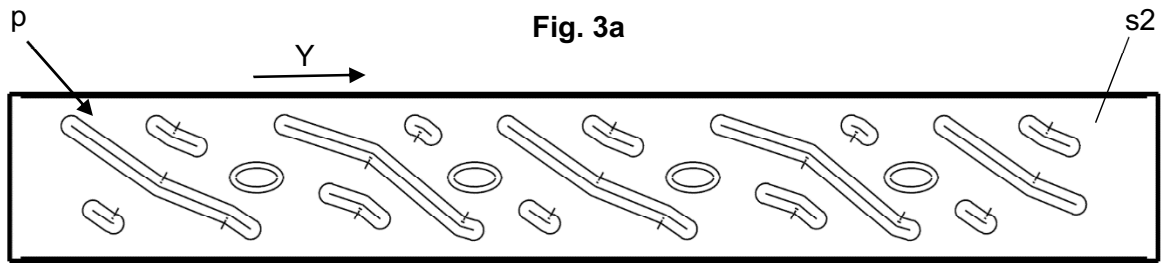
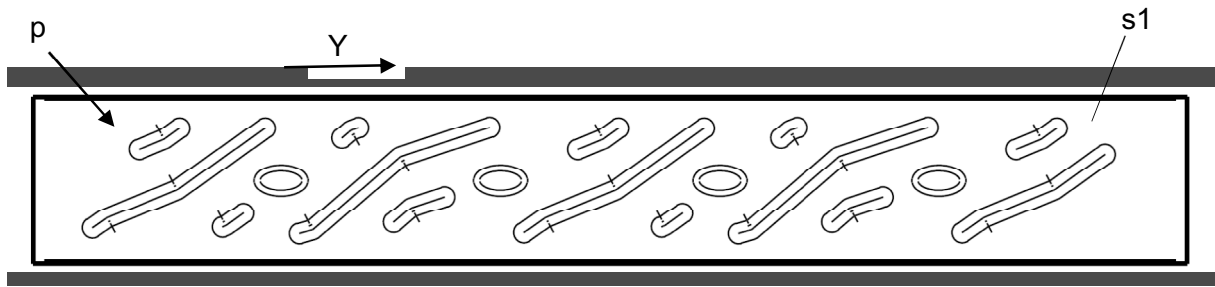


Fig. 2d



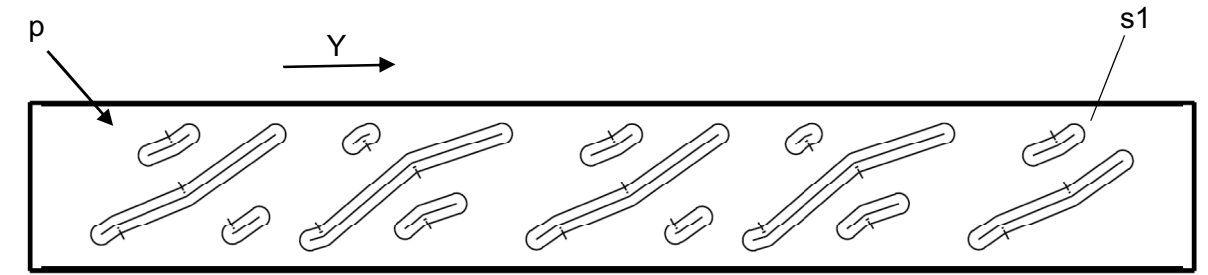


Fig. 4a

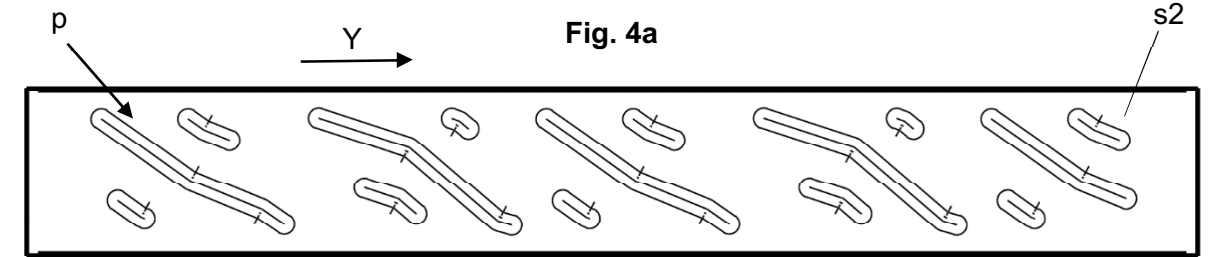


Fig. 4b

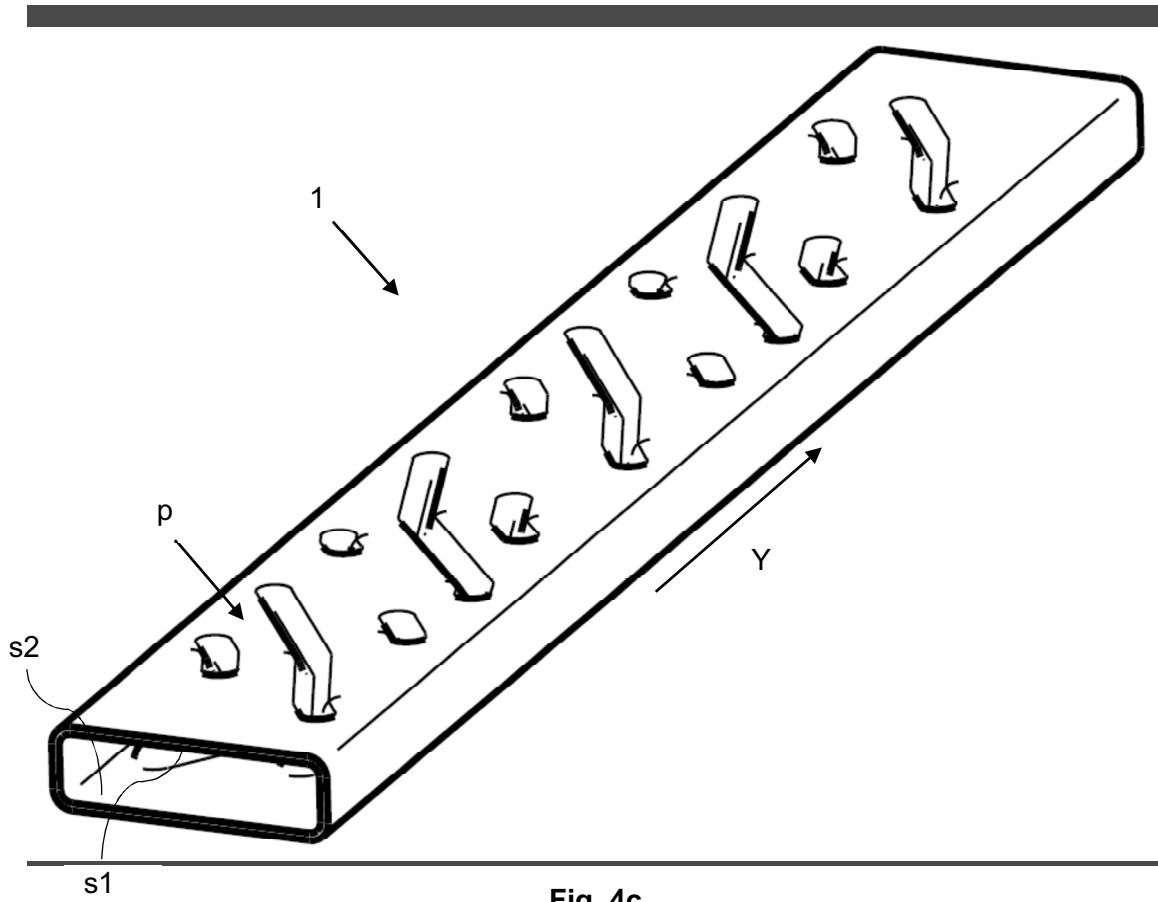


Fig. 4c

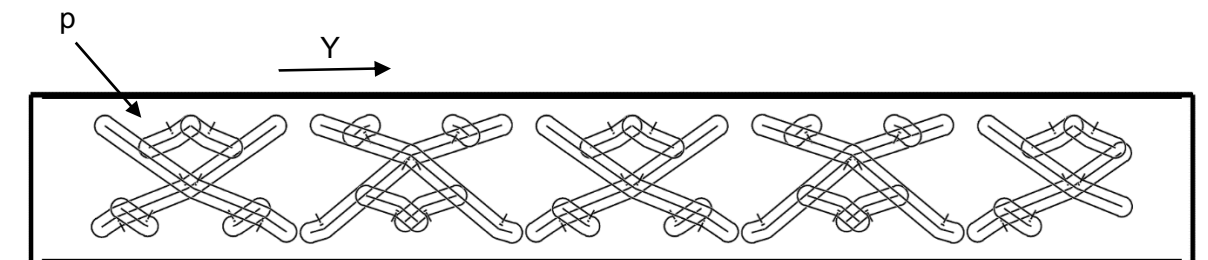


Fig. 4d

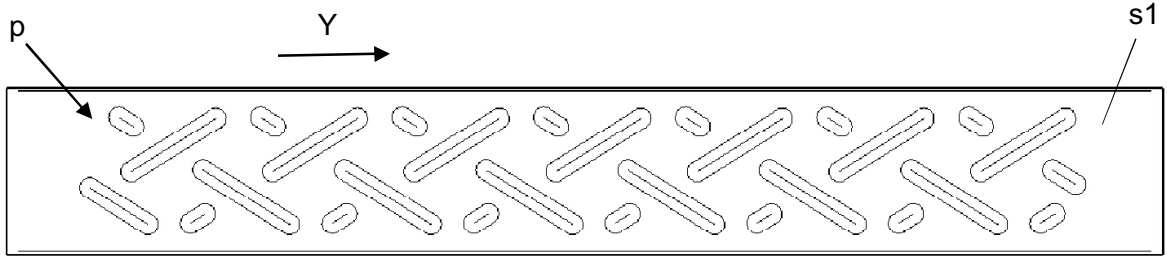


Fig. 5a

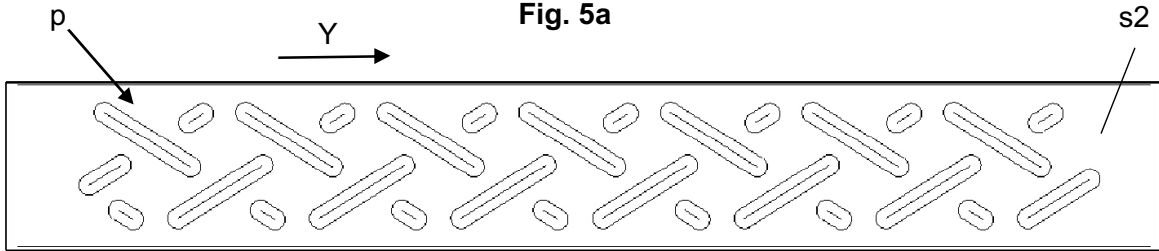


Fig. 5b

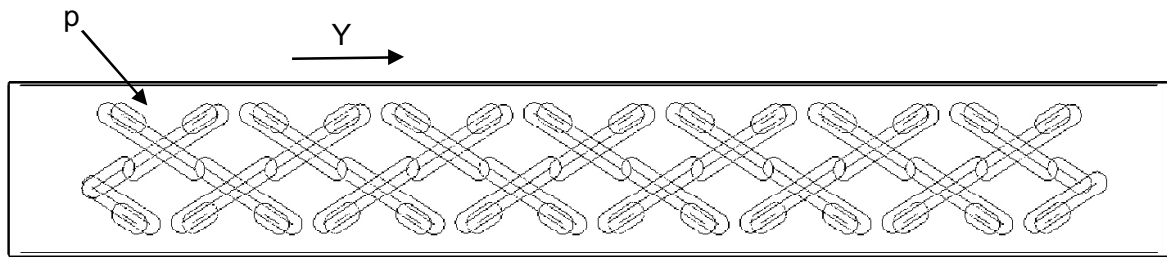


Fig. 5c

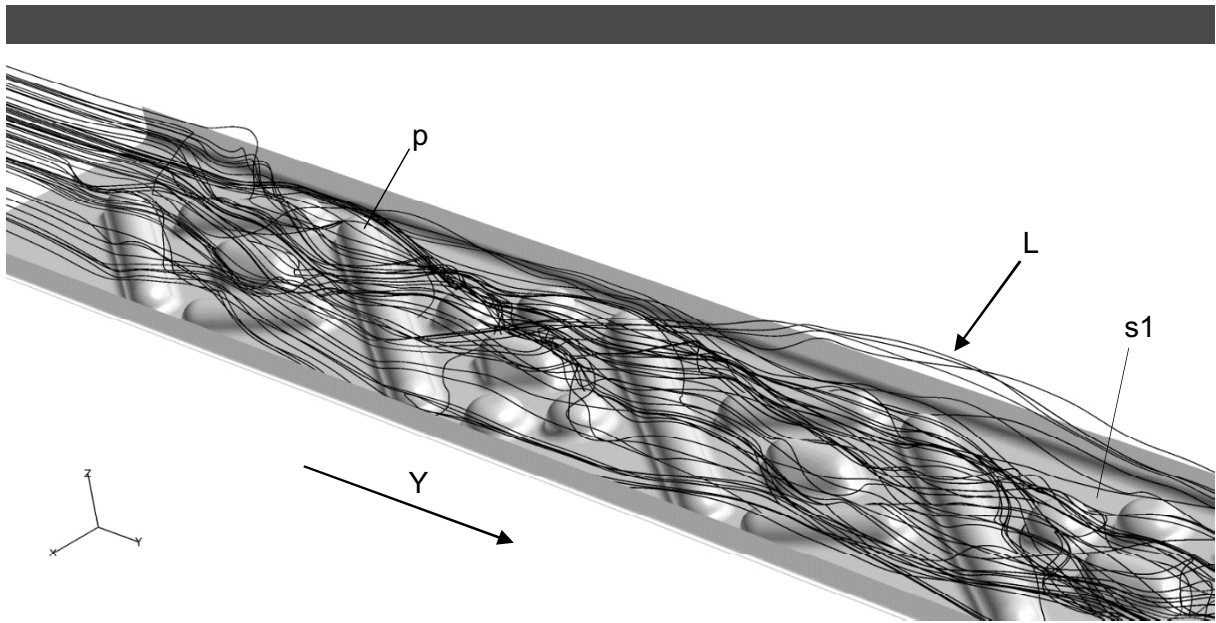


Fig. 6

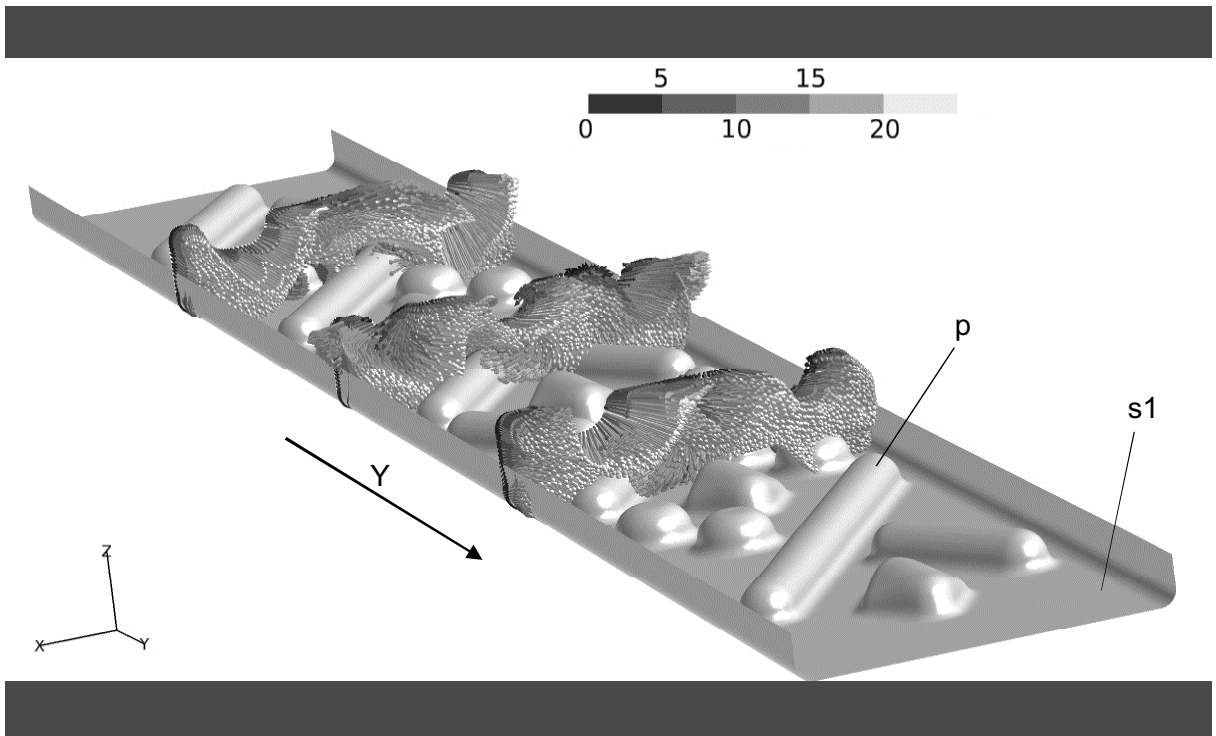


Fig. 7

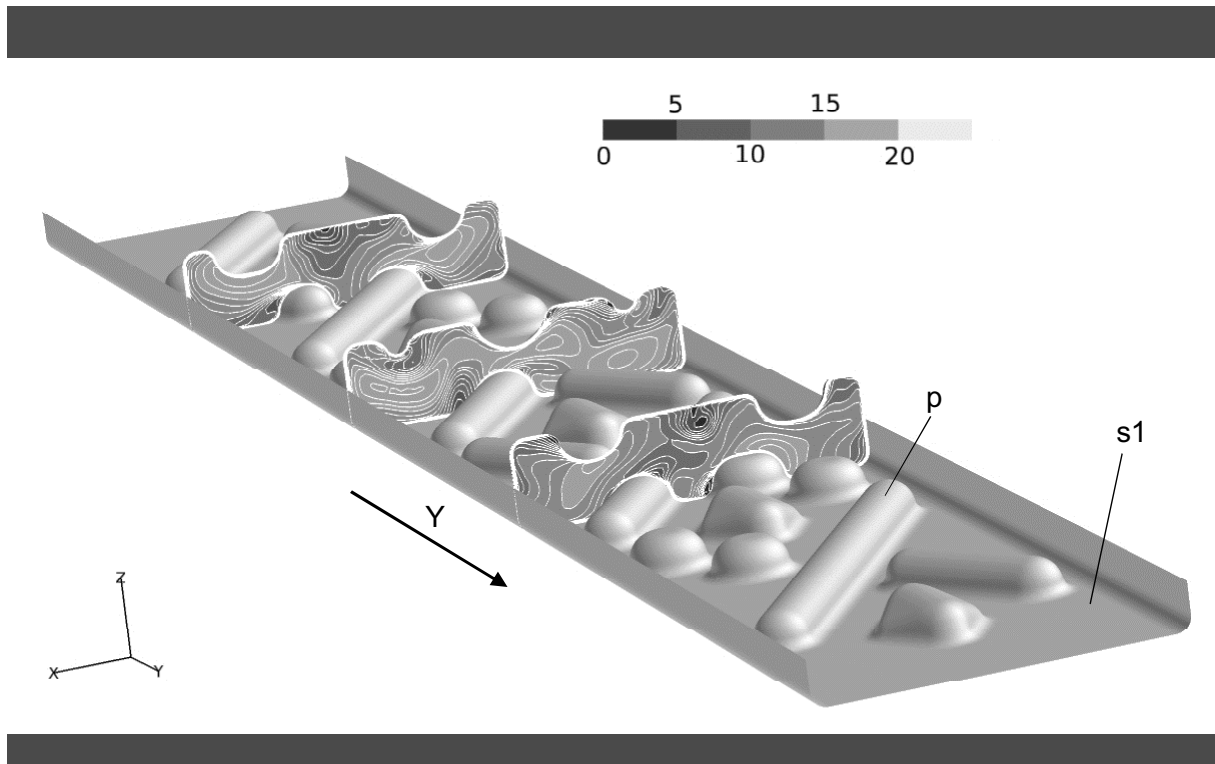


Fig. 8

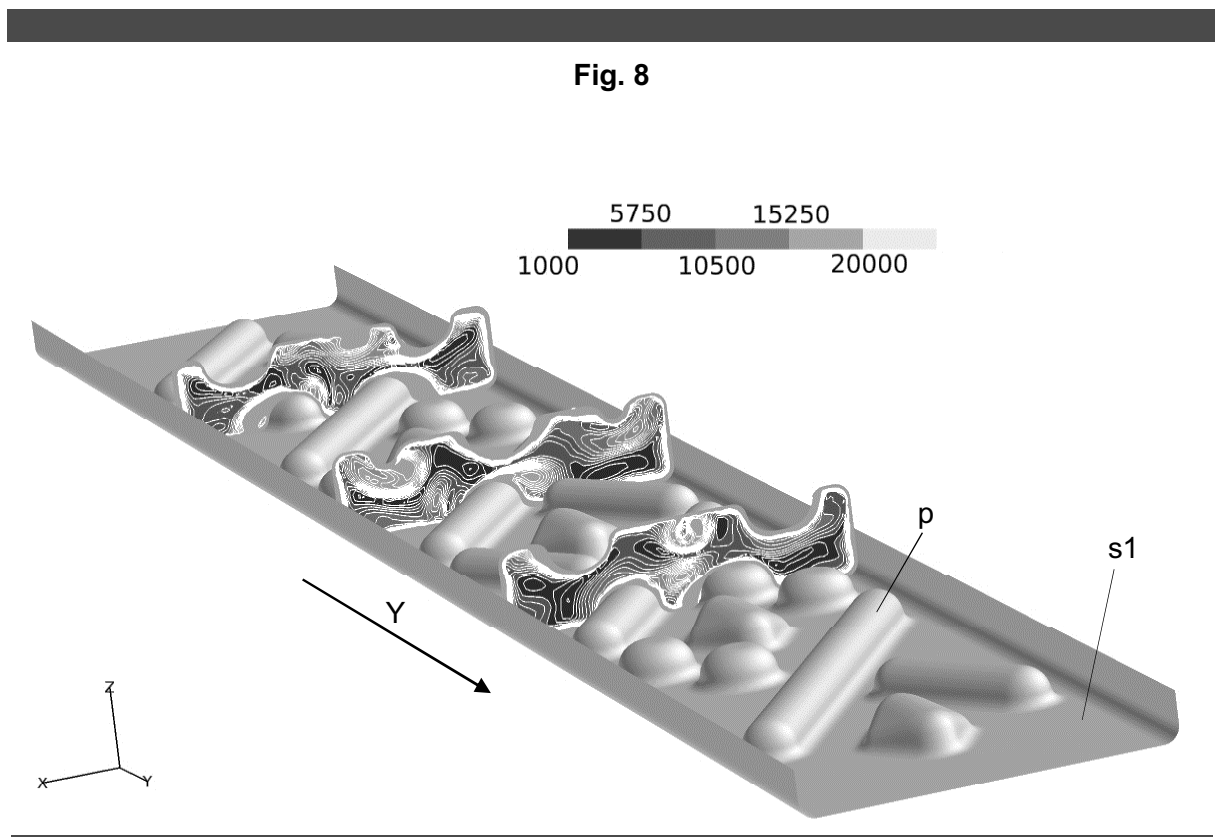


Fig. 9





- ②① N.º solicitud: 201630189  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 19.02.2016  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2004134640 A1 (SAKAKIBARA YASUFUMI et al.) m15/07/2004, Figuras 6A - 6B. párrafos [1, 37-40]	1-20
A	JP H01184399 A (NIPPON DENSO CO) 24/07/1989, Figura 9.	10
A	US 2006016582 A1 (HASHIMOTO YASUAKI et al.) 26/01/2006, Todo el documento.	1, 17

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
19.04.2017

Examinador  
J. A. Celemín Ortiz-Villajos

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**F02M26/09** (2016.01)

**F28F9/24** (2006.01)

**F28F3/04** (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F28F, F02M

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 19.04.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 9-14, 16	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-8, 15, 17-20	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-20	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 2004134640 A1 (SAKAKIBARA YASUFUMI et al.)	15.07.2004
D02	JP H01184399 A (NIPPON DENSO CO)	24.07.1989
D03	US 2006016582 A1 (HASHIMOTO YASUAKI et al.)	26.01.2006

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

En el estado de la técnica se han encontrado un documento (D01) que afecta a la novedad y a la actividad inventiva de la solicitud presentada, como se comenta a continuación.

En D01 se presenta un intercambiador de calor multitubular. Todas las características técnicas de la primera reivindicación de la solicitud presentada se encuentran, como tal en D01, a saber (las referencias entre paréntesis corresponden a D01): canal de circulación (114) para la conducción de un fluido de un intercambiador de calor en un sentido principal de circulación, y que comprende dos superficies (114a y 114b) sustancialmente opuestas entre sí, donde cada una de dichas superficies comprende una pluralidad de elementos protuberantes que sobresalen al interior del canal de circulación (114), dispuestos unos junto a otros formando al menos una fila que incluye elementos protuberantes (240) que son diferentes (ver figura 6A). Dicha fila se extiende al menos según una dirección longitudinal según el sentido principal de circulación. Por tanto, todas las características técnicas de la primera reivindicación de la solicitud presentada se encuentran como tal en el estado de la técnica, por lo que dicha reivindicación posee novedad, de acuerdo con el artículo 6 de la ley 11/1986 de Patentes.

Las reivindicaciones dependientes 2-8 y 15 también carecen de novedad, de acuerdo con el citado artículo, puesto que difunden características técnicas que también se encuentran como tal en D01, como son, entre las más características: elementos protuberantes diferentes entre sí en cuanto forma, orientación y dimensiones, con patrón de repetición secuencial, con al menos dos sub-filas y con extremos redondeados.

Las reivindicación 17, reivindicación de aparato, y sus dependientes 18-20 también carecen de novedad, de acuerdo con artículo 6 de la ley 11/1986 de Patentes, por carecer de novedad la reivindicación principal, y no añadir nada nuevo a la misma.

Las reivindicaciones 9-14 y 16 difunden detalles técnicos que son disposiciones comunes dentro de los elementos protuberantes de los intercambiadores de calor, y por tanto fácilmente deducibles para un experto en la materia, como son, entre otros: elementos dentro de las subfilas que invaden espacialmente a otra subfila (ver por ejemplo figura 9 de D02); desplazamiento transversal de los elementos; combinación de formas; etc. Por tanto, dichas reivindicaciones carecen de actividad inventiva, de acuerdo con el artículo 8 de la ley 11/1986 de Patentes.

Resumiendo, de acuerdo con el artículo 4.1 de la ley 11/1986 de Patentes, se puede afirmar que todas las reivindicaciones de la solicitud presentada (reivindicaciones 1-20) carecen de actividad inventiva, y además, las reivindicaciones 1-8, 15 y 17-20 también carecen de novedad.