



407585

P.- 52.217
L - 8842 -SP

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.: F28D

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de UNION CARBIDE CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en 270 Park Avenue, Nueva York, N.Y. 10.017,
Estados Unidos de America.

por: "UN DISPOSITIVO CAMBIADOR TERMICO DE SUPERFICIE PRIMA
RIA"

(Clase Internacional F28d)

407585

25 No



Este invento se refiere a un elemento de canal para cambiador térmico, de chapa delgada de metal o plástico, que tiene en una parte de su superficie proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared unidireccionales dispuestas en esencia uniformemente.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

10 La necesidad de elementos cambiadores térmicos económicos y de poco peso para diversas aplicaciones de transferencia de calor se viene sintiendo en la industria desde hace largo tiempo. La industria del automóvil ha estado constantemente tratando de conseguir un radiador compacto, de poco peso, para uso en la refrigeración de motores de combustión interna. Se han diseñado varios tipos y estilos de radiadores, tales como el de tubos redondos provistos de aletas individualmente, el de tubos de aire de forma hexagonal con pasos de agua entre los tubos, y el de pasos de agua con partes embutidas planas con flujo de aire entre ellos. Los motores de automóviles anteriores a 1942 estaban diseñados para desarrollar una potencia comprendida entre 50 y 125 caballos, y requerían radiadores que pudiesen funcionar a una presión aproximadamente igual a la atmosférica. Era por tanto suficiente un sencillo ra-

407585

25



diador construido con aletas de cobre unidas por soldadura
blanda para refrigerar el motor de baja potencia del auto-
móvil sin gran peligro de sobrecalentamiento. Durante este
periodo anterior a 1942 se diseñaron varios radiadores de
5 cobre con proyecciones de superficie de forma de tronco de
cono o similares a copas, pero el radiador con aletas de
cobre demostró ser más satisfactorio y adecuado para apli-
caciones en automóviles.

La industria del automóvil, sin embargo, en el
10 periodo posterior a 1945 acometió el proyecto de motores
de más alta potencia nominal, tratando simultáneamente de
disminuir su volumen todo lo posible. Este doble enfoque
de proyecto, juntamente con el empleo de lubricantes mejo-
rados, dio por resultado un motor de combustión interna ca-
15 paz de funcionar a altas temperaturas permisibles. Para sa-
tisfacer las necesidades de transferencia de calor de ta-
les motores de alta potencia nominal y compactos o de po-
co volumen, y para evitar la pérdida de refrigerante, se
diseñaron los radiadores de tubos y aletas de cobre para
20 que funcionaran a presión, de modo que se aumentase la tem-
peratura de ebullición del refrigerante. No obstante, en
los últimos años se añadió al automóvil equipo adicional
accionado por el motor, tal como de acondicionadores de
aire y similares, aumentándose todavía más la sollicitación
25 del motor de combustión interna y, por consiguiente, el

407585

25



trabajo a realizar por el sistema de evacuación de calor. Ello ha exigido el diseño de los actuales radiadores para que funcionen a presiones de hasta $1,05 \text{ kg/cm}^2$ manométricos, para evitar la pérdida de refrigerante y el sobrecalentamiento. Para un futuro próximo se prevé que la temperatura de funcionamiento del motor del automóvil aumente todavía más, necesitandose por tanto un sistema de transferencia de calor capaz de funcionar con los refrigerantes existentes en condiciones de presión todavía más alta. El radiador usual del tipo de aletas de cobre no se comportará satisfactoriamente en un ambiente de mayor temperatura, debido a las bajas características de resistencia al esfuerzo inherentes a la soldadura blanda, a elevadas temperaturas, siendo tal soldadura el medio de sujeción entre los tubos y las aletas del radiador. Además, el constante aumento que experimenta el precio del cobre está haciendo que el cobre sea un material no deseable, desde un punto de vista económico, para aplicaciones en radiadores.

Una solución alternativa a la del tipo usual de radiadores con aletas de cobre para aplicaciones de transferencia de calor en el automóvil consiste en sustituir las aletas de cobre unidas por soldadura blanda por aletas de aluminio. Aunque el aluminio es menos costoso que el cobre, la unión por fusión de las aletas de aluminio a los tubos de un radiador usual mediante técnicas de solda

407585

25



dura fuerte es costosa. Además, si se usa un fundente co-
rrosivo, los depósitos que deja el baño de sales en el pro-
cedimiento de soldadura fuerte deben ser eliminados meti-
culosamente. Técnicas y métodos alternativos de ejecución
5 de la soldadura fuerte, es decir, la soldadura fuerte en
vacío, están todavía en la fase experimental y, cuando se
perfeccionen, su elevado coste anulará probablemente las
economías que pudieran obtenerse mediante el uso de alumi-
nio en vez de cobre para producir radiadores de automóvi-
10 les. Se han anticipado otras propuestas, tal como la del
uso de la unión con adhesivo entre las aletas y los tubos
de un radiador. No obstante, la baja conductividad térmi-
ca de los actuales adhesivos hace ineficaz esta solución
para aplicaciones con radiadores.

15 En las aplicaciones de intercambio térmico en
las que se exijan paredes que soporten presión como super-
ficie de intercambio de calor primaria, el presente inven-
to permite que tales paredes sean fabricadas de material
conductor térmico más delgado que el que actualmente se
20 requiere para los cambiadores térmicos primarios del ti-
po usual. Con objeto de utilizar materiales en lámina re-
lativamente delgada, las paredes de los cambiadores térmi-
cos primarios del tipo usual han de ser reforzadas por me-
dio de numerosos miembros de soporte, a fin de disminuir
25 el esfuerzo en las paredes. No obstante, las paredes refor-

407585 25 NOV 1972



zadas no son normalmente prácticas por las siguientes razones:

5 (a) siguen produciéndose altas concentraciones de esfuerzos en la pared en los puntos de unión de los refuerzos;

(b) es necesaria una cantidad sustancial de material para los refuerzos, y en los cambiadores térmicos tales refuerzos contribuyen solo indirectamente, o nada, a la transferencia de calor, y

10 (c) los numerosos refuerzos suponen una tarea pesada y costosa para su instalación, en particular en los cambiadores térmicos en los que la separación entre paredes sea muy pequeña y frecuentemente inaccesible.

15 El presente invento supera los anteriores inconvenientes al proporcionar un elemento de canal para intercambio de calor de superficie primaria para todo uso, que tiene sobre al menos una parte de su superficie proyecciones de soporte de pared de forma de tronco de cono unidireccionales dispuestas en esencia uniformemente. El elemento de intercambio de calor es de fabricación económica y, cuando se emplea en unidades apiladas, éstas son
20 perfectamente adecuadas para uso como cambiador térmico con motores de combustión interna.

25 El cambiador térmico de superficie primaria de este invento comprende básicamente al menos un elemento

407585

25 NOV.



de canal formado y unido por al menos un material de metal
o plástico conductor térmico de pared delgada, teniendo tal
elemento de canal una abertura de entrada, una abertura de
salida y, dispuestas en esencia uniformemente sobre una par
5 te de su superficie de pared, proyecciones de forma de tron
co de cono de soporte de pared unidireccionales formadas a
partir de la pared en una relación dimensional que se estu
diará en lo que sigue. Las proyecciones de forma de tronco
de cono de soporte de pared tienen segmentos de soporte de
10 carga en sus extremidades que están configurados y dispues
tos para coincidir con, y apoyar contra, segmentos de sopor
te de carga o proyecciones de forma de tronco de cono de so
porte de pared correspondientes, en una segunda superficie.
Dos al menos de tales canales, una vez alineados en rela
15 ción de yuxtapuestos, formarán un cambiador térmico que tie
ne un primer conjunto de pasos definidos por, y limitados den
tro de, las paredes conductoras de cada canal, y un segun
do conjunto de pasos definidos por, y dispuestos entre, los
canales yuxtapuestos, de modo que se pueda alimentar un pri
20 mer medio a través de un conjunto de pasos mientras que se
puede alimentar un segundo medio más frío a través del otro
conjunto de pasos, efectuándose con ello un intercambio de
calor entre los medios sin que éstos se entremezclen.

La designación de cambiador térmico de superfi
25 cie primaria hace referencia a cambiadores térmicos en los

407585

25 NOV 1972



5 cuales sustancialmente todo el material que conduce calor
entre los dos medios está constituido por las paredes que
separan los dos medios. Además, en las aplicaciones de in-
tercambio de calor en las que existe una diferencia de pre-
5 sión entre los dos medios del sistema, sustancialmente to-
do el material del cambiador térmico está sometido a esfuer-
zo por acción neumática. Dicho de otro modo, un cambiador
térmico de superficie primaria significa un cambiador tér-
mico consistente principalmente en placas o láminas y que
10 no tiene miembros internos separados o adicionales, tales
como aletas, de modo que el cambiador está construido de
placas o láminas a cada lado de las cuales está en contac-
to con un fluido diferente, y la transferencia de calor se
efectúa sustancial y directamente entre las placas y el flui-
15 do.

Una proyección de forma de tronco de cono desde
una pared de un material de lámina delgada es un saliente
en la pared del material que tiene un ángulo de cono θ y
un radio de curvatura R, como se ha ilustrado en la figura
1A. El ángulo de cono θ es igual al ángulo agudo interior
20 medido entre la superficie horizontal no deformada de la pa-
red adyacente al saliente y el segmento sustancialmente rec-
to a lo largo de la cara en pendiente del saliente, y el ra-
dio de curvatura R es igual al radio de los segmentos de la
superficie a ambos lados de la línea de unión de la inter-
25 sección formada por el saliente y la superficie no deforma-

407585

25



da de la pared adyacente al saliente. El segmento de superficie en la extremidad de la proyección de forma de tronco de cono es un segmento de soporte de carga y está configurado de modo que coincida con, y apoye contra, segmentos de superficie de tipo similar en las extremidades de proyecciones de forma de tronco de cono en una segunda pared. Para apilar o apoyar uno contra otro dos o más elementos de canal, las proyecciones de forma de tronco de cono unidireccionales de soporte de pared se disponen en una relación de previamente alineadas en el espacio sobre la superficie de cada elemento, de modo que, cuando se yuxtaponen las paredes, los segmentos de soporte de carga en las extremidades exteriores de las proyecciones de soporte de pared, que se designarán en lo que sigue como botones, estarán en relación de contacto entre sí. Con referencia a cualquier par adyacente de paredes de aguante de la presión, en que los botones de ambas paredes se proyecten hacia dentro en el espacio que hay entre las paredes, las fuerzas debidas a la presión, ya sea externa o ya sea interna, del par, estarán sustancialmente equilibradas, es decir que el contacto establecido entre los botones soportará a tracción o a compresión toda la fuerza debida a la presión, y no se necesitará ningún otro miembro estructural para absorber la carga. Por consiguiente, la fuerza desarrollada por la presión será contrarrestada por una fuerza de restricción de-

407585

25



sarrollada dentro del par de paredes, sin necesidad de ninguna estructura externa.

5 Con referencia a cualquier par adyacente de paredes de aguante de la presión, en las cuales los botones de ambas paredes se proyecten hacia fuera desde el espacio que hay entre las paredes, la presión, ya sea externa o ya sea interna, del par no estará equilibrada y se necesitará un miembro exterior al par sobre cada cara expuesta del par para absorber la carga por contacto de apoyo con los botones ya sea a tracción o ya sea a compresión. Por tanto, no se
10 desarrollará una fuerza de restricción dentro del par de paredes para contrarrestar la fuerza de presión. En una serie, pila o disposición de paredes, el miembro externo del par puede ser, sin embargo, otra pared con botones que se adapten a los de la superficie yuxtapuesta del par.
15

Con referencia a cualquier serie, pila o disposición de paredes de soporte de presión con proyecciones de forma de tronco de cono, en las cuales los botones de las dos paredes exteriores de la pila se proyecten hacia dentro, hacia la pila, las fuerzas debidas a la presión estarán sustancialmente equilibradas en toda la pila, y no se necesitará ningún otro miembro estructural para absorber la carga de presión y para contener las paredes impidiendo que se desvíen flexionando hacia fuera de la pila.
20

25 Con referencia a cualquier serie, pila o disposi-

407585 25



ción de paredes de soporte de presión con proyecciones de
forma de tronco de cono en las cuales los botones de las
dos paredes exteriores de la pila se proyecten hacia fuera
desde la pila, las fuerzas debidas a la presión no esta-
rán equilibradas dentro de la pila, y se necesitará un
5 miembro estructural yuxtapuesto en contacto de apoyo con
los botones de cada pared exterior para absorber la carga
de presión y sujetar la pila.

Puesto que la pared con proyecciones de forma de
10 tronco de cono del elemento de canal de este invento está
diseñada como un elemento de canal de intercambio de ca-
lor de superficie primaria, el material de su pared no tie-
ne que ser necesariamente muy conductor, y por consiguien-
te puede seleccionarse de al menos uno de los grupos forma-
15 dos por los metales, las aleaciones metálicas, los chapa-
dos con metal, los plásticos (tales como el Mylar), los me-
tales recubiertos con plástico, y similares. El criterio
para la selección del material para el elemento de canal
para intercambio de calor es que sea conductor térmico so-
20 lamente en grado suficiente para que, al pasar un medio ca-
liente a través del canal, el calor del medio sea conduci-
do a través de la pared del canal a un medio más frío ex-
terior al canal, y adyacente al mismo, el cual pueda absor-
ber el calor efectuando con ello satisfactoriamente una trans-
25 ferencia de calor entre los medios sin que se entremezclen

407585

25 NOV



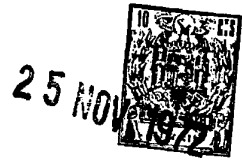
dichos medios. Para esta aplicación es adecuado al menos un material seleccionado del grupo compuesto por el cobre, el acero, el latón, el titanio y Mylar.

5 La denominación de "proyecciones de soporte de pared dispuestas en esencia uniformemente" ha de entenderse en un sentido suficientemente amplio para incluir una distribución de proyecciones de soporte de pared que tengan una variación gradual en el espaciamiento a lo largo de al menos un eje del elemento de intercambio de calor. Además,
10 como se dice aquí en lo que sigue, se pueden prever proyecciones adicionales de soporte de pared a lo largo de la parte curvada del canal, que tengan una relación de espaciamiento diferente a la de las proyecciones de soporte de pared que ocupan la parte central del elemento cambiador térmico.

15 Las dimensiones de, y la relación dimensional entre, las proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared en la superficie de la pared del canal, son algo restrictivas dependiendo del ambiente de uso final para el canal de intercambio de calor. La distribución de proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared puede
20 disponerse según una configuración cuadrada, de rombo, triangular o de cualquier otro diseño, dependiendo en cierto modo de la forma real del canal y de la presión diferencial prevista a la cual haya de quedar sometida la pared del canal en
25 su ambiente previsto. Para reducir el mínimo la resistencia

17.11.72.

407585



al flujo y hacer máxima la eficacia de la transferencia de calor de cualquier área de flujo definida de un canal de intercambio de calor de este invento, las proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared deberán ser diseñadas y dispuestas únicamente en tal número y distribución, y con tal tamaño, que proporcionen la restricción necesaria para aguantar la presión diferencial máxima para la cual está diseñada la pared del canal en su ambiente previsto. Ello dará por resultado que se disponga de un área máxima de superficie primaria para transferencia de calor. Una vez que se hayan determinado la distribución y el tamaño deseado de las proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared para una eficaz transferencia de calor en un ambiente de presión previsto para uso final, se puede dotar de las proyecciones a la superficie de una lámina de material conductor térmico de pared delgada por cualquier técnica usual, tal como por embutición en prensa, por estampación, por laminación o similar.

Una lámina con proyecciones de forma de tronco de cono conductora térmica, así preparada, puede ser doblada longitudinalmente sobre sí misma, con las proyecciones mirando ya sea hacia dentro o ya sea hacia fuera y los segmentos de lámina doblados espaciados uno del otro suficientemente para que definan un paso entre ellos. Cuando los botones se proyectan hacia dentro del paso, deberán coincidir

407585



y hacer contacto con los botones que se extiende hacia dentro a través del paso desde la pared opuesta. La anchura del paso así formado queda por tanto definida por las alturas proyectadas de los botones de soporte de pared desde las superficies no deformadas de las paredes. Puesto que se puede producir concentración de esfuerzos en el área por la que se dobla la lámina en su ambiente de funcionamiento previsto, pueden disponerse proyecciones adicionales de forma de tronco de cono de soporte de pared en las proximidades de tal área, con objeto de igualar los esfuerzos en toda la estructura del canal. Los bordes coincidentes longitudinalmente de la lámina pueden ser luego convenientemente obturados mediante técnicas usuales, es decir, por soldadura blanda, por soldadura fuerte, por soldadura eléctrica o autógena o con una junta de costura engatillada rellena con adhesivo para hacerla estanca. Este canal con proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared unidireccionales queda entonces dispuesto para uso como un elemento de intercambio de calor. Cuando un canal está formado con botones que se proyectan hacia dentro y cuando está previsto para puesta bajo presión interna, entonces las superficies de contacto de los botones dentro de los pasos deberán estar unidas entre sí por medios usuales, tal como por soldadura blanda, por soldadura fuerte o con un adhesivo. Puede entonces montarse apropiadamente una disposición de canales así formados con los

407 585 25 NO



botones proyectados de soporte de pared en relación de con
tacto entre sí, para producir un cambiador térmico de super
ficie primaria compacto y eficaz. Cuando las proyecciones
de forma de tronco de cono de soporte de pared están dis-
5 puestas hacia fuera, pueden entonces superponerse los cana
les en relación de contacto entre los botones, con lo que
las alturas de los botones proyectados desde la superficie
no deformada de las paredes definirá el tamaño del paso en
tre canales adyacentes. Cuando las proyecciones de forma
10 de tronco de cono de soporte de pared están dispuestas ha-
cia dentro, entonces los canales tendrán que estar espacia
dos entre sí por alguna estructura externa, para así defi-
nir un paso entre canales adyacentes. Podría entonces ha-
cerse pasar a través de los canales un medio bajo presión,
15 tal como agua caliente, mientras que podría hacerse pasar
entre los canales, y en contacto con la superficie exterior
de los mismos, un medio refrigerante, tal como aire frío,
efectúandose con ello una transferencia de calor entre los
medios. La lámina con proyecciones de forma de tronco de co
20 no de soporte de pared podría también fabricarse en forma
de un canal circular o en espiral, o en cualquier forma de
canal de caras múltiples mediante las técnicas apropiadas
de curvado y/o doblado. Los elementos canalizados de inter
cambio de calor así formados pueden también conformarse en
25 cualquier configuración curvilínea, y luego superponerse

407585 25



unos sobre otros dejando definidos entre ellos pasos para formar un cambiador térmico de configuración geométrica sencilla o complicada con múltiples pasos canalizados encerrados y múltiples pasos separados definidos por, y entre, las superficies exteriores de los elementos canalizados de intercambio de calor adyacentes. Haciendo pasar un medio a través de los pasos canalizados, mientras se dirige un segundo medio refrigerante a través de los pasos definidos por, y entre, las superficies exteriores de los elementos adyacentes, se obtiene un cambiador térmico de superficie primaria eficaz y grande. En un modo de funcionamiento de intercambio de calor de flujos transversales, el cambiador térmico de este invento proporcionará una pequeña área frontal y una baja caída de presión de fluido externo. El área frontal es el área de la proyección de la disposición completa de canales de intercambio de calor sobre un plano perpendicular a la dirección del flujo de fluido a través de los pasos canalizados. Una baja caída de presión o pérdida de carga del fluido externo es la caída de presión estática a través de la longitud de la trayectoria de flujo del medio refrigerante externo.

Los medios pueden ser alimentados a través de sus respectivos pasos en relación de mutuamente paralelos, en relación de trayectorias perpendiculares o en relación de que las trayectorias de los mismos formen cualquier ángulo.

407585 -

25 NOV 1961



DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un gráfico de la presión aplicada en función de la deflexión de la superficie para proyecciones de forma de tronco de cono de 30° y de 45° en una pared de aluminio.

La figura 1A es una superficie de forma de tronco de cono.

La figura 2 es una vista en perspectiva isométrica de un radiador de automóvil en que se emplean los elementos de intercambio de calor de este invento.

La figura 2A es una vista de los bordes longitudinales de un elemento de intercambio de calor de la figura 2.

La figura 2B es una vista lateral de los elementos 1 de la figura 2.

La figura 2C es una realización alternativa de los elementos 1 de la figura 2.

La figura 2D es una realización alternativa de los bordes longitudinales de los elementos 1 de la figura 2.

La figura 3 es una vista en perspectiva isométrica de una disposición de canales con proyecciones de forma de tronco de cono, con los botones proyectados hacia fuera.

La figura 3A es una vista en corte transversal de los canales de la figura 3 tomada a lo largo de la línea 3A-3A.

407585

25



La figura 3B es una vista lateral en corte de los canales de la figura 3 tomada a lo largo de la línea 3B-3B.

La figura 4 es una vista en perspectiva isométrica de una disposición de canales con proyecciones de forma de tronco de cono, con los botones proyectados hacia dentro.

La figura 4A es una vista lateral en corte de los canales de la figura 4, tomada a lo largo de la línea 4A-4A.

Para la aplicación general de intercambio de calor, será bastante adecuada una superficie con proyecciones de forma de tronco de cono, como la ilustrada en la figura 1A, que tenga un espaciamento D constante entre proyecciones de soporte de pared comprendido entre aproximadamente 5,08 mm y aproximadamente 63,5 mm; una relación D/d comprendida entre aproximadamente 3 y aproximadamente 10, una relación H/D comprendida entre aproximadamente 0,05 y aproximadamente 0,2, un ángulo θ de cono menor que unos 35° , una relación R/D mayor que aproximadamente 0,075; y un grueso de lámina o pared comprendido entre aproximadamente 0,076 mm y aproximadamente 6,35 mm. Tal como se ha usado en lo que antecede y como se ha ilustrado en la figura 1A, la distancia H es igual a la altura máxima medida perpendicularmente desde una superficie que contiene las extremidades de las proyecciones de soporte de pared hasta el plano que contiene la superficie no deformada de la pared adyacente a la proyección, la distancia D es igual al espaciamento entre cen

407585

25



5 tros de las proyecciones de soporte de pared adyacentes más
próximamente sobre la superficie de la pared, \underline{d} es igual al diá-
metro equivalente de la proyección definida por la relación
 $4a/p$, en la cual \underline{a} es igual al área del segmento de sopor-
te de carga de la proyección de soporte de pared y \underline{p} es
10 igual al perímetro de dicho segmento de soporte de carga,
es decir, que para un segmento de soporte de carga circular
 \underline{d} es igual al diámetro del círculo, como se ha ilustrado en
la figura 1A; θ es el ángulo interior agudo medido entre
15 la superficie horizontal no deformada de la pared adyacen-
te al saliente proyectado y el segmento sustancialmente rec-
to a lo largo de la cara en pendiente del saliente; y R es
igual al radio de curvatura de los segmentos de superficie
a ambos lados de la línea de unión de la intersección for-
20 mada por el saliente y la superficie no deformada de la pa-
red adyacente al saliente. La limitación en el espaciamen-
to D viene impuesta debido a que los espaciamentos menores
que 5,08 mm dan por resultado pasos con muy poco espacio li-
bre en la cara con proyecciones de la pared, siendo por tan-
to muy propensos a las obstrucciones, es decir, al atrapa-
25 miento de materias extrañas entre paredes adyacentes, que si
es excesivo cegaría los pasos para uno de los medios flui-
dos. En tal caso resultaría una alta caída de presión o pér-
dida de carga del fluido externo por unidad de longitud de
la trayectoria de flujo de fluido. Un espaciamento D supe-

407585



25 NOV 1972

rior a 63,5 mm daría por resultado una pequeña área de intercambio de calor por unidad de volumen de intercambio de calor, dando así por resultado un excesivo coste de fabricación y un menor rendimiento. Además, la capacidad del material para soportar una presión diferencial a través del
5 grueso de su pared quedaría disminuida para un grueso de pared constante, debido al gran espaciamiento entre soportes de pared.

Para una relación D/d de valor menor que 3, la
10 presión diferencial permisible a través de la pared de un elemento de intercambio de calor canalizado aumentaría, pero se perdería un elevado tanto por ciento del área superficial para fines de intercambio de calor. Por otra parte, una relación D/d mayor que 10 exigiría unas estrechas tolerancias de fabricación para asegurar la coincidencia de los
15 segmentos de soporte (botones) en las paredes que apoyan a tope, y localizaría además y concentraría la carga en el punto de contacto de los segmentos de soporte y produciría esfuerzos suficientes para originar rotura o excesiva de-
20 formación de las paredes.

Un cambiador térmico compuesto de canales con proyecciones de forma de tronco de cono de una relación H/d menor que 0,05 sería propenso a las obstrucciones y tendría una gran caída de presión de fluido externo por unidad de
25 longitud de la trayectoria de flujo de fluido. Para una re-

407585

25 NOV. 1972



lación H/D mayor que 0,2, resultaría una pequeña área de intercambio de calor por unidad de volumen de intercambio de calor, lo que traería como consecuencias un excesivo coste de fabricación y una disminución del rendimiento. Una relación R/D menor que 0,075 daría por resultado esfuerzos excesivos a lo largo de la línea de unión de la intersección formada por la proyección cónica y la superficie no deformada de la pared adyacente a la proyección. En efecto, la línea de unión de la intersección se convierte en una línea de alta concentración de esfuerzos.

Una pared de intercambio de calor que tenga proyecciones de forma de tronco de cono con un ángulo de cono mayor que 35° , daría por resultado excesivas deflexiones de las áreas no soportadas dispuestas entre las proyecciones, al ser aplicada presión a la pared. Si tales deflexiones se producen repetidamente en servicio, entonces el material puede resultar fatigado y agrietarse después de una vida de servicio relativamente corta. Además, las deflexiones reducen el espacio disponible entre las paredes de intercambio de calor en los pasos de presión más baja, y dan por resultado ya sea una mayor caída de presión de fluido o ya sea un menor caudal de fluido.

Un grueso t de material de menos de unos 0,076 mm sería inadecuado debido a las imperfecciones en puntos localizados en el metal, producidas durante la laminación o co-

407585

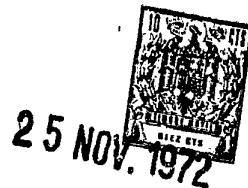
25 NOV 1972



mo resultado de las picaduras (por corrosión) o de la erosión. Un grueso de material superior a 6,35 mm no es adecuado para este invento cuando se emplea dentro de los límites impuestos de D, H y d, debido a que la utilización al máximo, o casi al máximo, de la resistencia del material implica diferencias de presión extremadamente altas. Las realizaciones en que las fuerzas producidas por la presión no están equilibradas dentro de los canales requieren estructuras externas de gran masa para absorber las cargas, mientras que las realizaciones en las cuales las fuerzas están desequilibradas y las proyecciones de soporte de pared están unidas entre sí y cargadas a tracción se caracterizarían por graves concentraciones de esfuerzos en tales áreas unidas.

Para satisfacer los requisitos específicos de intercambio de calor para radiadores de motores de combustión interna, los márgenes permisibles indicados en lo que antecede han de ser estrechados hasta los siguientes: una distancia D de separación constante comprendida entre aproximadamente 5,08 mm y unos 15,24 mm, una relación D/d comprendida entre aproximadamente 3 y aproximadamente 7; una relación H/d comprendida entre aproximadamente 0,05 y aproximadamente 0,12; un ángulo Θ de menos de unos 35°, de preferencia de menos de unos 30°; una relación R/D mayor que aproximadamente 0,075; y un grueso de lámina o pared comprendido entre aproximadamente 0,076 mm y aproximadamente 0,508 mm. Las di-

407 585



5 mensiones preferidas de una superficie con proyecciones de
forma de tronco de cono para aplicaciones en radiadores de
automóviles son: una distancia de separación constante D de
aproximadamente 10,16 mm; una altura H de aproximadamente
10 0,889 mm; una dimensión de anchura de botón d de aproxima-
damente 2,286 mm; una relación D/d de aproximadamente 4,8;
una relación H/D de aproximadamente 0,08; un ángulo θ me-
nor que aproximadamente 30° ; una relación R/D mayor que
aproximadamente 0,075; y un grueso de lámina o pared de unos
10 0,203 mm.

Como ilustración de este invento, el ejemplo que
se expone a continuación se refiere a un radiador de auto-
móvil en que se emplean los elementos de intercambio de ca-
lor de superficie primaria descritos en lo que antecede.

15 La deflexión de las superficies con proyecciones
de forma de tronco de cono adecuada para aplicaciones en ra-
diadores de automóviles fue investigada representando gráfi-
camente curvas de presión aplicada (kg/cm^2) en función de la
flexión de la superficie (en mm) para láminas de aluminio de
20 0,203 mm de grueso con proyecciones de forma de tronco de co-
no de ángulos de cono de 30° y 45° .

Las láminas fueron estampadas con proyecciones de
forma de tronco de cono de soporte de pared dispuestas con
una pauta cuadrada. El espaciamiento D entre los soportes
25 proyectados era de 10,16 mm, y la altura H era de 0,889 mm,



como se ha ilustrado en la figura 1A. Se aplicó presión a la superficie de la lámina de aluminio sobre el lado con de presiones de la lámina, de modo que se sometiera al material de los conos a compresión, y se midió la deflexión en el cen
5 tro de las diagonales de la pauta cuadrada. Estos datos, para superficies de ángulo de cono de 30° y 45° , se han representado gráficamente en forma de curvas en el gráfico de la figura 1.

Las deflexiones del material que tienden a defor-
10 mar la pared son objetables y deberán reducirse al mínimo, incluso aunque tales deflexiones puedan quedar dentro del margen de seguridad por debajo del punto de pandeo del material. Además el material es usualmente sometido a esfuer-
zos de flexión y cortantes al flexar, y cuando las deflexio-
15 nes son excesivas el material puede experimentar esfuerzos que se aproximen al punto de fluencia en áreas localizadas. Si tales deflexiones se producen repetidamente en servicio, el material puede resultar fatigado y agrietarse después de una vida de servicio relativamente corta. Además, las defle-
20 xiones reducen el espacio disponible entre las paredes de intercambio de calor en los pasos de presión más baja, y dan por resultado ya sea una más alta caída de presión de fluido o ya sea un menor caudal de fluido. Con referencia a la figura 1, se ve en ella que la superficie de cono de 30° usada
25 en las pruebas presentaba una deflexión relativamente peque-

407585

25 NOV. 1972



ña en el centro de las diagonales de la pauta cuadrada de las proyecciones de forma de tronco de cono para diferencias de presión de hasta $2,45 \text{ kg/cm}^2$. En contraposición, la deflexión de la superficie de cono de 45° era aproximadamente el doble de la deflexión de la superficie de cono de 30° para diferencias de presión de hasta aproximadamente ese nivel de $2,45 \text{ kg/cm}^2$. Para ambientes en que las diferencias de presión a través de una superficie de intercambio de calor sean hasta de $2,45 \text{ kg/cm}^2$, será adecuada una superficie con proyecciones de forma de tronco de cono de ángulo en el cono de 35° dimensionadas y espaciadas dentro de los márgenes especificados en lo que antecede.

En las anteriores pruebas con las superficies de ángulo de cono de 30° y 45° se midió también el esfuerzo en el material directamente por medio de extensímetros para una diferencia de presión de $2,10 \text{ kg/cm}^2$. Se midió el esfuerzo en la diagonal en el punto en que la superficie inclinada de las depresiones cónicas se encuentra con el segmento plano no deformado del material, es decir, en el arco de radio R. Se obtuvieron los siguientes datos:

<u>Superficie</u>	<u>Esfuerzo, kg/cm^2</u>
Cono de 30°	1.288
Cono de 45°	2.940

Los datos revelan el aumento del esfuerzo resultante del uso

407585

25



de la superficie de cono de 45° con respecto al uso de la superficie de cono de 30° , poniendo así de manifiesto el elevado esfuerzo en el arco de radio R de la superficie de cono de 45° .

5 Es esencial que toda el área de la superficie, excluidos los apoyos de soporte de pared, quede libre de modo que pueda flexionar libremente y, por consiguiente, desprovista de cargas mecánicas localizadas. Como puede verse en las figuras 3A y 4A, si las áreas no deformadas es
10 tuviesen unidas entre sí desaparecerían entonces los pasos entre tales superficies unidas, y si se empleasen refuerzos para proporcionar espaciado adecuado entre ellas, se perdería una ventaja principal de este tipo de construcción.

 Una vez determinadas las dimensiones de las proyec
15 ciones de forma de tronco de cono de soporte de pared deseadas de un elemento de intercambio de calor y la relación dimensional entre ellas, se puede preparar una estampa o similar por técnicas usuales. La estampa se puede usar en un aparato de tipo usual para formar por embutición, por estampa-
20 ción o por laminación, las deseadas proyecciones de forma de tronco de cono sobre una lámina conductora térmica de poco espesor, tal como de aluminio. Para aplicaciones en radiadores, se puede estampar o formar de modo similar una lámina de aluminio rectangular con las proyecciones de forma de tron
25 co de cono. Si se ha de doblar la lámina, entonces el área

407585



central de doblado deberá dejarse libre de proyecciones. La lámina, la cual puede ser de cualquier grueso que se desee, como se ha especificado en lo que antecede, aunque es preferible un grueso de aproximadamente 0,203 mm, puede ser entonces doblada longitudinalmente por el centro formando una configuración similar a un tubo aplastado, con las proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared mirando hacia dentro o hacia fuera. En vez de preparar una lámina grande y doblarla, se pueden preparar dos láminas y conformarlas apropiadamente en los bordes longitudinales para unir las y espaciarlas luego entre sí por medios adecuados para formar una configuración similar a la de un tubo aplastado. Si se desea, se pueden abocinar los bordes longitudinales de las láminas en un grado específico, de modo que cuando dichos bordes longitudinales de dos láminas se yuxtapongan en relación de contacto entre sí, proporcionen el espaciamiento deseado dentro del canal. Los bordes de las láminas pueden ser encapsulados, como con resina epoxídica, para obturar herméticamente la unión entre las láminas para formar configuraciones similares a la de un tubo, una disposición de las cuales puede también ser obturada herméticamente dentro de un colector para formar un conjunto de radiador.

Como se ha ilustrado en las figuras 2, 2A y 2B, los elementos 1 de intercambio de calor similares a tubos

407585

407585

25 NOV 1972

aplastados pueden ser obturados herméticamente a lo largo de sus bordes 2 - 3 usando una unión de costura engatillada rellena de un adhesivo 14, tal como de un adhesivo del tipo de resina epoxídica adecuado. Los elementos 1 de intercambio de calor, que tienen una superficie horizontal 4 con proyecciones 5 de soporte de pared espaciadas entre sí, pueden ser superpuestos con las extremidades 17 de la superficie (botones) en relación de contacto entre sí para formar un cambiador térmico de múltiples capas. Como se ha ilustrado en la figura 2B los botones 17 proyectados que se tocan entre sí proporcionan pasos 15 entre los elementos 1 de intercambio de calor adyacentes definidos por las superficies horizontales 4 de los elementos 1 adyacentes y, además, los botones 17 en contacto actúan como restricción contra la presión interna en los elementos 1 de intercambio de calor. Los botones proyectados 5' podrían estar desplazados o dispuestos asimétricamente sobre las caras opuestas de cada elemento 1', como se ha ilustrado en la figura 2C, modificándose con ello el área de paso del elemento 1'. Los extremos 6 de los elementos 1 se hunden ligeramente, si es necesario, para dejar espacio libre para los dientes 7 de miembros 8 de forma de peine, los miembros 8 mantienen a los elementos 1 en la relación apropiada y proporcionan un segmento 9 de placa exterior adaptable para la sujeción del colector 10 al mismo. Además, los miembros 8 deben también

407585

25



5 producir una obturación hermética con el colector 10 y con los elementos de canal 1, para que en el modo de funcionamiento un fluido alimentado a través de los elementos 1 por el colector 10 no pase al espacio entre los elementos 1 adyacentes. Como se ha ilustrado, el colector 10 puede ser sujetado a los miembros 8 usando una disposición 11 de junta del tipo adhesivo. Una resina adecuada para uso en las uniones de tipo adhesivo para aluminio es la resina Tipo EA-914, fabricada por la Hysol Division de la Dexter Corporation
10 California, EE.UU. No obstante, esta resina debe ser usada juntamente con un proceso de tratamiento previo con Alodine de las superficies a ser unidas. Un proceso de tratamiento previo con Alodine consistiría, básicamente, en las siguientes operaciones:

- 15 (a) empapar y frotar las superficies a ser unidas con acetona para desengrasar;
- (b) sumergir las superficies en H_3PO_4 débil durante 10 - 15 segundos a la temperatura ambiente;
- (c) lavar las superficies en agua;
- 20 (d) sumergir las superficies en Alodine Nº 1200 a la temperatura ambiente durante 5 a 20 minutos (el Alodine Nº 1200 lo fabrica la Amchem Products, Inc, de Freemont, California, EE.UU., y contiene fluoruros y cromatos ácidos);
- (e) lavar las superficies con agua;
- 25 (f) secar las superficies.

407585



Las superficies secas pueden ser luego unidas con Hysol, de preferencia dentro de un periodo de cuatro (4) horas. Los elementos 1 pueden entonces mantenerse juntos empleando un canal 12 del tipo de tracción que puede ser sujetado a miembros 8 y/o a un miembro de estructura separado 13. El canal 12 debe además diseñarse rígido, con suficiente momento de inercia de la sección transversal para absorber una carga de flexión y para permitir una pequeña dilatación de los elementos 1. Los miembros 8 y/o 13 pueden además sujetarse a un bastidor del automóvil para mejor apoyo. Para ilustrar mejor el doble conjunto de pasos de una disposición de elementos de este invento, en las figuras 3, 3A y 3B se ilustra una disposición de elementos 21 con apoyos 22 de pared que sobresalen hacia fuera. Los pasos 23 en los elementos 21 definen un conjunto de pasos confinados independientes y separados de un segundo conjunto de pasos 24 formados entre elementos 21 adyacentes. Un fluido, representado por flechas en líneas de trazo lleno, puede ser alimentado a través de los pasos 23 en los elementos 21 mientras que, simultáneamente, se puede alimentar un segundo fluido más frío, ilustrado por flechas en líneas de trazos, a través de los pasos 24 para producir una eficaz transferencia de calor desde el fluido más caliente al fluido más frío, sin que los mismos se entremezclen. Para una realización de este tipo se requiere un bastidor rígido o soporte similar al apoyo 12 de la figura 2, a



407585

fin de sujetar la pila de elementos 21 a lo largo de los la
dos. En las figuras 4 y 4A se ilustra una disposición simi-
lar de elementos 30, excepto en que las proyecciones 31 de
soporte de pared están proyectadas hacia dentro. Los pasos
5 32 dentro de los elementos 31 son independientes, y están
separados, de los pasos 33 formados entre elementos 30 adya-
centes. Un fluido, ilustrado por flechas en líneas de trazo
lleno, puede ser alimentado a través de los pasos 32 mien-
tras que, simultáneamente, se puede alimentar un segundo
10 fluido más frío, ilustrado por flechas en líneas de trazos,
a través de los pasos 33 para producir una eficaz transferen-
cia de calor desde el fluido más caliente al fluido más frío,
sin que los mismos se entremezclen. Para este tipo de dispo-
sición de elementos se requieren distanciadores 34 para dis-
15 tanciar los elementos 30 suficientemente entre sí para defi-
nir pasos 33. Ha de entenderse que el distanciador 34 podría
ser análogo a la estructura 8 similar a un peine, como la
ilustrada en la figura 2, que pudiera a su vez acoplarse a
un colector similar al colector 10 ilustrado también en la
20 figura 2.

En el modo de funcionamiento de un radiador de auto
móvil, como el ilustrado en las figuras 2, 2A y 2B, se alimen-
ta agua caliente desde un motor de combustión interna a través
de los elementos 1, mientras que se hace circular aire frío a
25 través de los pasos 15 formados entre los elementos 1 adyacen

407585



tes. Para aumentar el rendimiento de los elementos 1 de intercambio de calor, uno o los dos bordes 2 y 3 pueden extenderse para proporcionar una aleta 16 de disipación de calor de superficie secundaria, como se ha ilustrado en la figura 5 2D. La aleta, la cual podría también añadirse a los elementos por medios de sujeción usuales, puede estar provista de depresiones para favorecer la turbulencia, o bien puede estar provista de ranuras, o bien adoptar cualquier otra configuración geométrica deseable que favoreciese la actuación 10 de los elementos de intercambio de calor. Podrían también usarse barras laterales para separar los elementos, como se ha ilustrado en la Patente para los EE.UU. número 3.291.206, ó bien nervios de borde, como se ha ilustrado en la Patente para los EE.UU. número 3.106.242.

15 Aunque la ilustración expuesta en lo que antecede se refería a radiadores para automóviles, el elemento de intercambio de calor de superficie primaria de este invento puede emplearse en cualquier tipo de cambiador térmico en el cual se haya de efectuar una transferencia de calor entre un 20 medio calentado y un medio refrigerante, sin que se produzca mezcla mutua de los medios. La flexibilidad de diseño de los elementos de intercambio de calor de superficie primaria de este invento los hace perfectamente adecuados para aplicaciones de cambiador térmico de tipo complejo, incluidos los pre 25 calentadores para turbinas de gas y los evacuadores de la



407585

energía calorífica de menos de 100°C para las centrales de energía atómica.

Tal como aquí se usan, el Mylar es una marca registrada de la E.I. DuPont de Nemours Company y el Alodine es una marca registrada de la Amchem Products Inc.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, el 15 de Octubre de 1971, bajo el Nº 189.509, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva, que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

- 1.- Un dispositivo cambiador térmico de superficie primaria que comprende al menos un elemento de canal limitado por al menos una pared conductora térmica, teniendo dicho elemento de canal una abertura de entrada, una abertura de salida y, en al menos una parte de la superficie de la pared, proyecciones de soporte de pared de forma de tronco de cono unidireccionales dispuestas en esencia uniformemente, formadas a partir de la pared, teniendo dichas proyecciones segmentos de soporte de carga en sus extremidades, los cuales

18.11.72.



407585



están configurados para coincidir con, y apoyar contra, segmentos de soporte de carga de tipo similar en proyecciones de soporte de pared de una segunda superficie; teniendo dichas proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared unas dimensiones y una relación dimensional entre ellas 5 definidas por una relación H/D comprendida entre aproximadamente 0,05 y aproximadamente 0,2; una relación D/d comprendida entre aproximadamente 3 y aproximadamente 10, una dimen- 10 sión D comprendida entre aproximadamente 5,08 mm y 63,5 mm, y un grueso de pared comprendido entre aproximadamente 0,076 mm y aproximadamente 6,35 mm; una relación R/D mayor que aproximadamente 0,075; y un ángulo θ de cono menor que 35° ; en que H es la altura máxima medida perpendicularmente desde una superficie que contiene las extremidades de las proyec- 15 ciones de soporte de pared hasta el plano que contiene la superficie no deformada de la pared adyacente a la proyección; D es el espaciamiento entre centros de las proyecciones de soporte de pared adyacentes más próximas sobre la superficie de la pared; d es el diametro equivalente definido por la relación $4a/p$ donde a es igual al área del segmento de soporte 20 de carga de la proyección de soporte de pared y p es igual al perímetro de dicho segmento de soporte de carga; θ es igual al ángulo agudo medido entre la superficie no deformada horizontal de la pared adyacente a la proyección y el segmento sustancialmente recto a lo largo de la cara en pendien 25

19.11.72.

- 34 -

407585 25



te de la proyección; y R es el radio de curvatura de los segmentos de superficie a ambos lados de la línea de unión de la intersección formada por la proyección y la superficie no deformada de la pared adyacente a la proyección.

5 2.- El dispositivo según la reivindicación 1, en el cual dicho elemento de intercambio de calor conductor térmico está hecho de al menos un material seleccionado del grupo compuesto por los metales, las aleaciones metálicas, los chapados metálicos, los plásticos y los metales recubiertos
10 de plástico.

 3.- El dispositivo según la reivindicación 2, para uso juntamente con motores de combustión interna, en el cual dicha relación H/D está comprendida entre aproximadamente 0,05 y aproximadamente 0,12; en el cual dicha relación D/d
15 está comprendida entre aproximadamente 3 y aproximadamente 7; en el cual dicha dimensión D está comprendida entre aproximadamente 5,08 mm y aproximadamente 15,24 mm; en el cual dicho ángulo θ es menor que aproximadamente 35° ; en el cual dicha relación R/D es mayor que aproximadamente 0,075; en el
20 cual dicho grueso de la pared está comprendido entre aproximadamente 0,076 mm y aproximadamente 0,508 mm, en el cual dichas proyecciones de forma de tronco de cono de soporte de pared están proyectadas hacia fuera desde dicho elemento y en el cual al menos dos de dichos elementos están yuxtapues-
25 tos con los segmentos de soporte de carga coincidentes en las



25 NOV 1972



407585

proyecciones de soporte de pared de los citados elementos en relación de contacto entre sí, para formar un primer conjunto de pasos definidos por dichos elementos de canal y un segundo conjunto de pasos definidos por los elementos de canal adyacentes y entre ellos.

5 4.- El dispositivo según la reivindicación 3, en el cual el elemento de intercambio de calor está hecho de aluminio que tiene un grueso de pared de aproximadamente 0,203 mm; dicha relación H/D vale aproximadamente 0,08; dicha relación D/d vale aproximadamente 4,8, y dicha dimensión D es de aproximadamente 10,16 mm.

10 5.- El dispositivo según la reivindicación 2, en el cual se añaden aletas de disipación de calor de superficie secundaria a dicho elemento canalizado.

15 6.- El dispositivo según la reivindicación 3, en el cual se añaden aletas de disipación de calor de superficie secundaria a dichos elementos canalizados.

7.- Un dispositivo cambiador térmico de superficie primaria.

20 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

19.11.72.

- 36 -



407 585

25 NOV



Esta Memoria consta de treinta y siete hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

25 NOV. 1972

P.A.

Alberto de Elizaburu
For Fodery

19.11.72.
MDF/.

- 37 -



407585

Kgs/m²

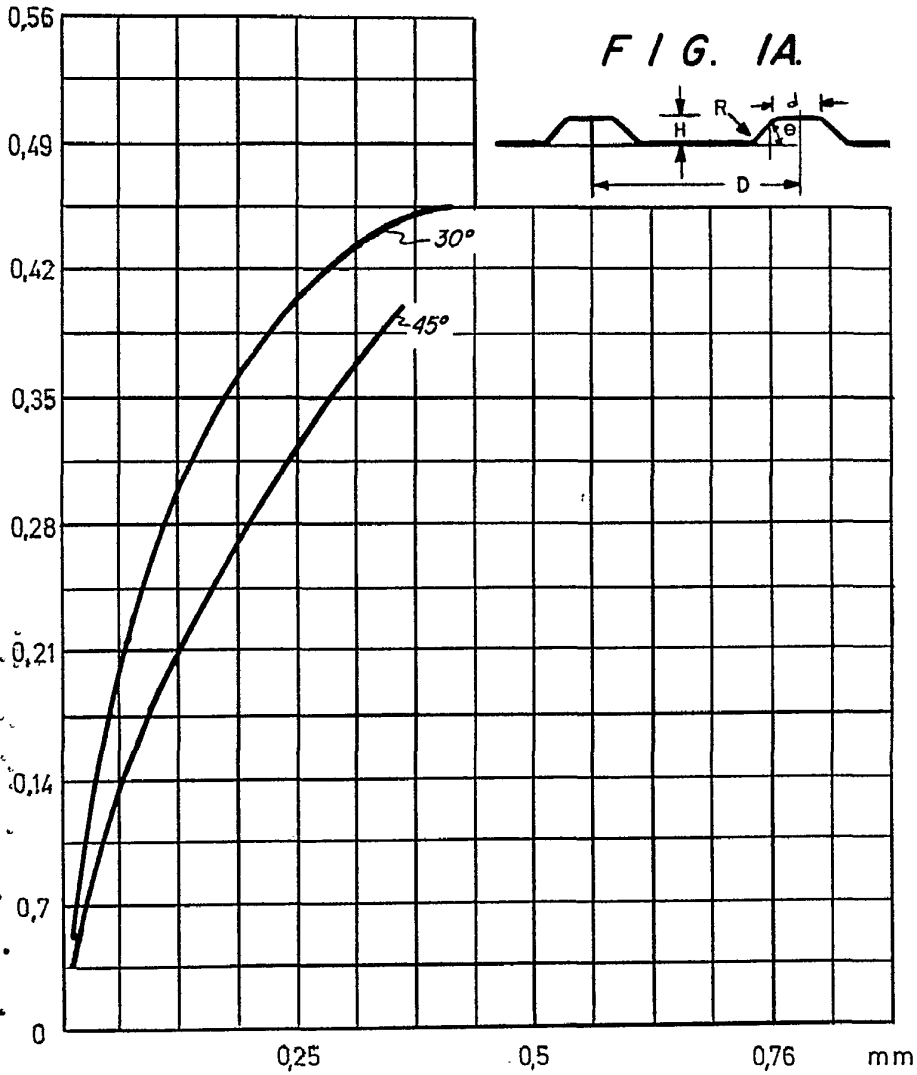


FIG. 1.

Alberto de Elcázar
Per Podestà

407 585

25 NOV 1977

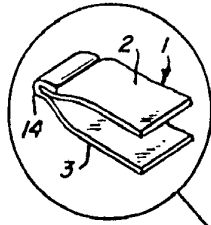


FIG. 2A.

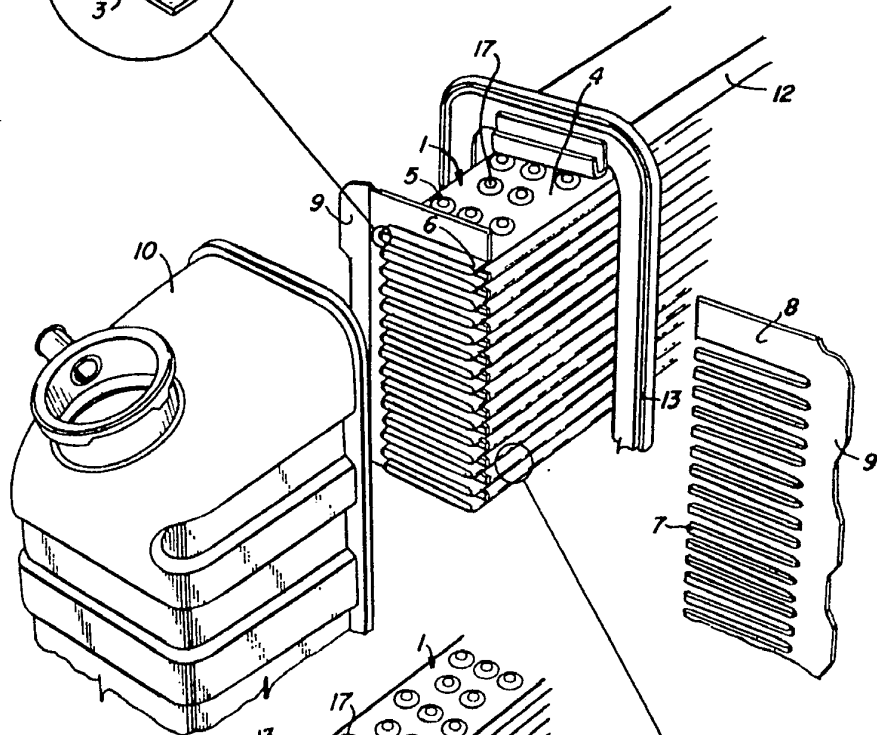


FIG. 2.

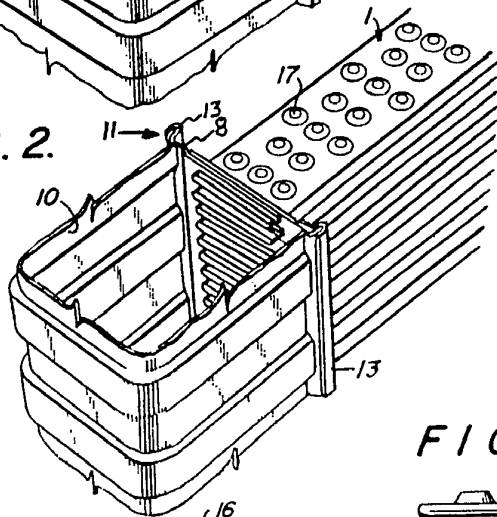


FIG. 2B.

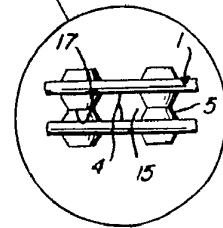


FIG. 2C

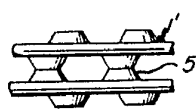
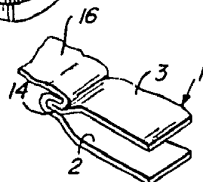


FIG. 2D.



Alberto de Elzaburu
Per Poder

Albert E. Lindberg
Per Fodors

FIG. 3B.

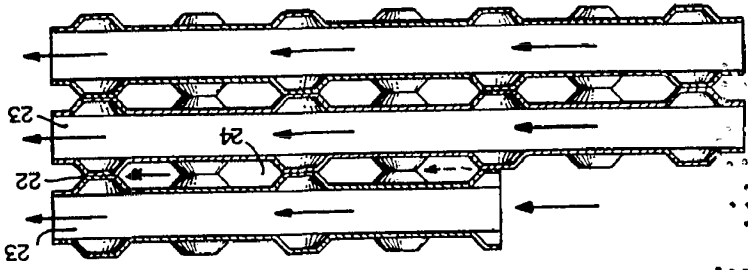


FIG. 3A.

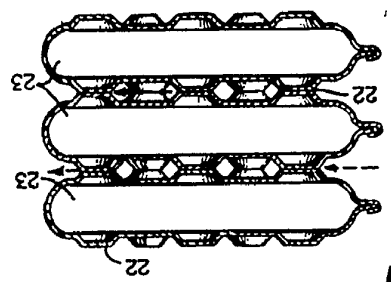
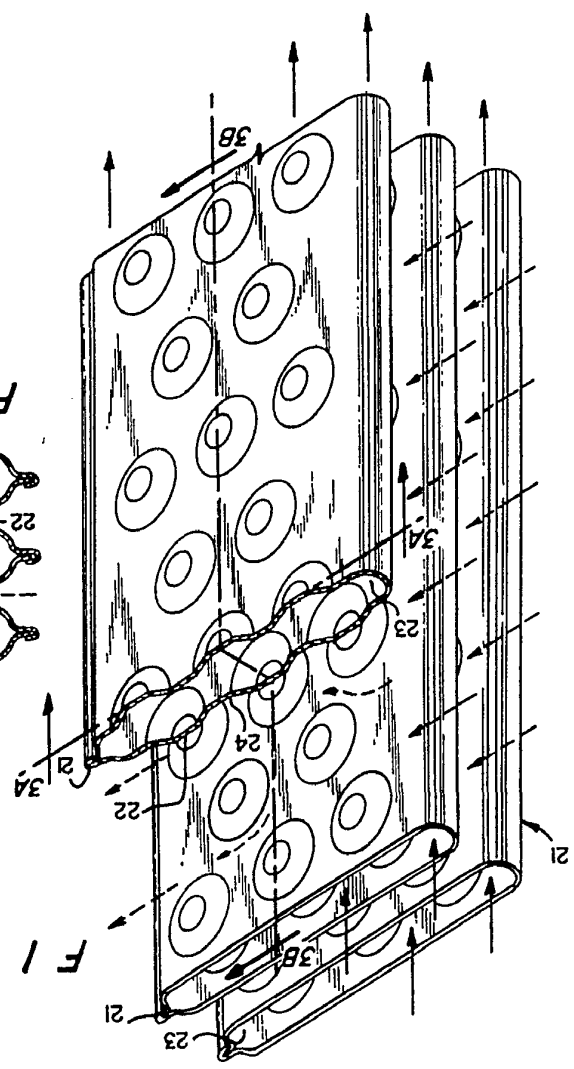


FIG. 3.



407585
25 NOV 1952

25 NOV 1972

407585

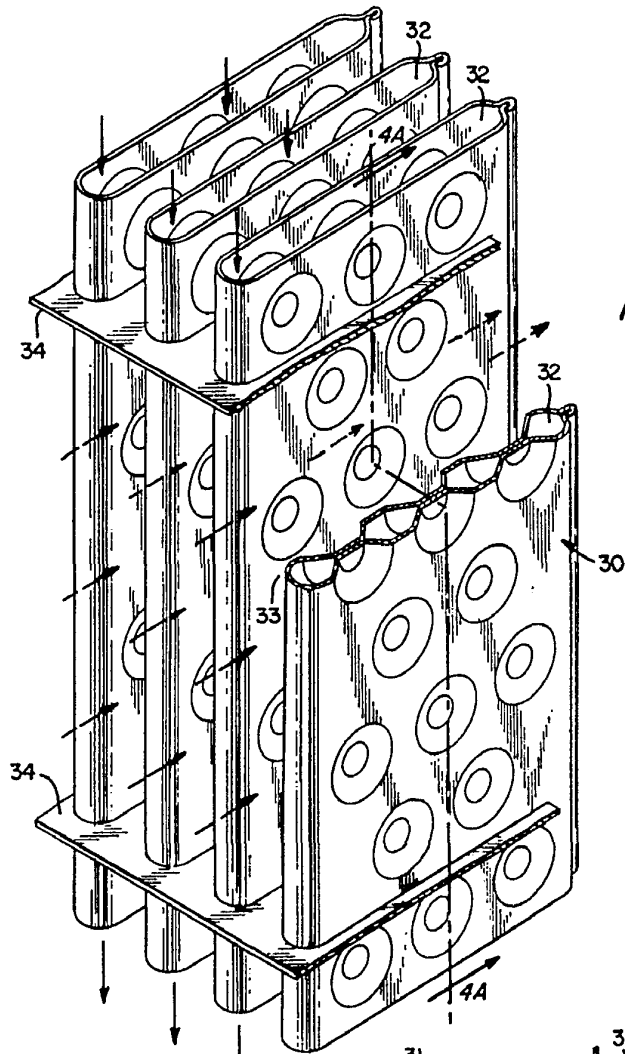


FIG. 4.

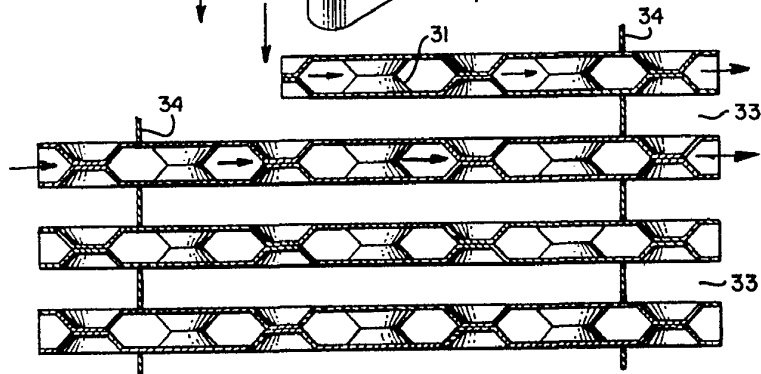


FIG. 4A.

Alberto de Elzab Jr.
Per Fedon