

29 ENE 1965

305149

P.- 27.742

Cas B'

REHECHA I



305149

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

d e

P A T E N T E D E I N V E N C I O N

formulada el 21 de octubre de 1.964, con el núm. 305.149

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de RUBANOX, entidad francesa, establecida en 80, Boulevard Bourdon, Bourdon, Neuilly-sur-Seine(Sena), Francia, por:

"APARATO INTERCAMBIADOR TERMICO DE CIRCUITO TUBULAR INTEGRADO EN UNA PLACA PLANA"

=====

El presente invento se refiere a un cambiador térmico destinado a estar sumergido en un medio gaseoso, comprendiendo este cambiador un haz tubular recorrido por un fluido y asociado a aletas destinadas a facilitar los cambios térmicos. Este cambiador puede funcionar tanto en convección natural como forzada, pero está previsto de preferencia para funcionar en convección natural.

El cambiador perseguido por el invento está destinado principalmente a constituir un evaporador o un condensador para aparatos frigoríficos, pero puede recibir otro destino



y constituir, por ejemplo: un elemento de caldera, un radiador calentador para habitación, un radiador de refrigeración para motor, etc. ...

El cambiador perseguido por el invento es además del tipo de circuito tubular integrado, es decir, formado por inflación bajo presión del espacio intersticial dejado entre dos chapas yuxtapuestas, teniendo lugar esta inflación según un trazado predeterminado que corresponde al circuito tubular deseado.

Es conocido realizar cambiadores térmicos de circuito tubular integrado y que tienen aletas que se extienden lateralmente con relación a los tubos. Según una primera realización, está prebisto entre dos colectores un haz de tubos paralelos próximos entre los cuales están dispuestas hendiduras delgadas discontinuas. Estas hendiduras son ensanchadas luego doblando los tubos con relación al plano de la placa de modo que se colocan de manera sensiblemente perpendicular a esta placa. Se obtiene así una estructura en forma de nido de abejas en la cual el fluido sigue trayectos sinuosos circulando en paralelo entre los dos colectores. Se comprende, sin embargo, que tal cambiador es de una realización muy delicada. La experiencia muestra además que el barrido de los canales por el fluido es insuficiente y que existen circuitos muertos. Finalmente, si es cierto que la estructura en forma de nido de abeja constituida para el cambiador puede ser fácilmente atravesada por el medio gaseoso exterior, esta estructura no permite por el contrario asegurar la circulación del medio gaseoso por convección natural. El cambio térmico no es, por consiguiente, tan completo como sería deseable.

30 5149



Según una realización próxima a la precedente, los tubos paralelos y próximos a la placa, montados entre colectores, están unidos entre sí por otros canales transversales. Después de la inflación del circuito tubular, la placa es
5 hendida de manera discontinua entre los tubos, y luego estirada o arqueada a la manera de una chapa de metal desplegado. También puede ser deformada por rodillos con salientes descentrados entre los cuales pasa.

Se consigue todavía una estructura en forma de nido
10 de abeja que presenta, desde el punto de vista de la circulación del fluido y el cambio térmico, los mismos inconvenientes que la precedente.

Además, la fabricación de tales cambiadores es muy onerosa, por que requiere un utillaje complicado y supone
15 fases sucesivas (perforación de las hendiduras y luego deformación). Finalmente, estas diversas fases aumentan los riesgos de daño del circuito tubular integrado, habida cuenta de las irregularidades que afectan en general a la posición relativa de los tubos después de la inflación.

El presente invento tiene por objeto remediar estos
20 inconvenientes presentando un cambiador de circuito tubular integrado provisto de aletas, que posee un rendimiento térmico muy acentuado, que asegura el movimiento del medio gaseoso exterior por convección natural y susceptible de
25 ser fabricado rápidamente en una sola operación después de la inflación de los tubos, por medio de un utillaje sencillo y poco oneroso.

Según el invento, el cambiador térmico cuyo circuito
30 tubular está integrado en una placa plana y comprende un haz de tubos paralelos separados por aberturas, se caracte-

30 5149



riza por que los tubos están montados en serie y constituyen un serpentín y por que una parte por lo menos de estos tubos está prolongada lateralmente por al menos una aleta longitudinal que se extiende oblicuamente con relación al plano medio de la placa y constituida por la materia misma de esta placa.

5

Según los casos, puede estar prevista así a lo largo de cada tubo una aleta dirigida según el plano de la placa y una aleta oblicua o bien dos aletas oblicuas y sensiblemente paralelas. Por su parte, el plano medio del tubo puede estar confundido con el plano de placa, en cuyo caso las aletas oblicuas se unen con esta última, o bien el plano medio del tubo puede estar dirigido a su vez oblicuamente con relación a la placa y corresponder sensiblemente a la orientación de las aletas.

10

15

De preferencia, la anchura de cada aleta es igual sensiblemente a la mitad del intervalo que separa dos tubos consecutivos del serpentín.

20

Naturalmente, es conocido realizar cambiadores térmicos que comprenden un haz tubular en serpentín que está soldado o engrapado sobre una chapa cortada en forma de persiana y provista así de aletas. Sin embargo, el rendimiento de tales cambiadores es mediocre a causa de los defectos de conductividad térmica entre el tubo y las aletas. Además, la fabricación de estos condensadores es onerosa a causa de las operaciones manuales que requiere.

25

En el caso de los circuitos integrados, no había parecido posible adaptar esta disposición que, habida cuenta del margen de seguridad necesario (a causa de las irregularidades de posición de los tubos), parecía conducir a

30

30 51 49



un espaciamiento de los tubos demasiado grande para que el coeficiente de cambio térmico fuera interesante. Por esta razón, se había seguido la orientación, como se ha expuesto más arriba, hacia una estructura que comprende inicialmente haces de tubos paralelos tan próximos como sea posible, y desplazados luego por deformación.

Se ha encontrado por el contrario, según el presente invento, el resultado sorprendente de que si los tubos del serpentín estaban separados mutuamente en una distancia que permite la formación de las aletas por embutición en una sola pasada, a pesar de las irregularidades eventuales de posición en estos tubos, se podían obtener cambiadores de circuito integrado que presentan especialmente en convección natural un coeficiente de cambio muy interesante, sobre todo si ciertas proporciones preferidas son respetadas para parámetros geométricos característicos del cambiador. Además, la utilización de un circuito en forma de serpentín asegura que una circulación perfecta del fluido térmico en el cambiador.

En esta memoria se describe también el procedimiento de fabricación del cambiador del tipo citado más arriba. Este procedimiento se caracteriza por que la placa que lleva el circuito tubular ya formado está mantenida entre apoyos fijos, y luego sometida a la acción simultanea de un conjunto de punzones de corte prismáticos con caras paralelas que se deslizan en las ventanas de una rejilla de guía y embuten la placa entre los tubos, lo que asegura la puesta en forma de las aletas.

De preferencia, están previstos dos juegos de punzones opuestos, móviles en sentidos contrarios y que presen-



tan bordes de ataque sensiblemente enfrente unos de otros. Se embute la placa por aproximación mutua de los punzones que se deslizan unos contra los otros. Se provoca así a lo largo de cada tubo la formación de dos aletas oblicuas. Las aberturas para la circulación del medio exterior están formadas por la separación misma de las aletas con relación del plano de la placa. El conjunto del cambiador puede ser realizado así en una sola operación después de la formación de los tubos.

10 En los dibujos anejos, dados a título de ejemplos no limitativos:

La figura 1 es una vista en alzado de una realización particular del cambiador.

15 La figura 2 es la vista en corte correspondiente según II-II de la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva, a mayor escala, después del corte transversal de una parte del cambiador precedente.

20 La figura 4 es un esquema en sección recta que muestra la primera fase de la formación de las aletas durante la fabricación del cambiador precedente.

La figura 5 es un esquema análogo que muestra la fase final de la fabricación.

25 Las figuras 6 y 7 son esquemas parciales en corte transversal que muestran variantes de realización del cambiador.

30 Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se ve en 5 la placa metálica plana en el grosor de la cual ha sido formado un serpentín 6 que comprende un haz de tubos paralelos 7 dispuestos horizontalmente en el caso, previsto por el

3 5149



ejemplo, en que el cambiador es utilizado en un régimen de convección natural, Los lados opuestos de dos tubos 7 consecutivos están separados por una distancia D.

5 El circuito 6 puede ser obtenido por uno de los procedimientos conocidos para la fabricación de los circuitos integrados. Por ejemplo, puede ser realizado por laminado de dos o más chapas cuya unión está asegurada, salvo en zonas previamente revestidas de una sustancia no adhesiva y cuyo trazado corresponde al serpentín previsto. La formación del circuito tubular 6 se consigue luego por insuflación de un fluido bajo presión entre las chapas.

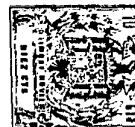
10 El circuito 6 puede ser obtenido todavía por unión selectiva de las chapas, por soldadura o cualquier otro medio, en las únicas zonas a unir, siendo efectuada luego la puesta en forma de los tubos como más arriba.

15 Conforme al invento, cada tubo 7 del serpentín 6 está rodeado por aletas longitudinales 8, 9, paralelas entre sí, dispuestas oblicuamente con relación al plano de la placa 5 y que se extienden según direcciones opuestas.

20 En el ejemplo considerado, el plano medio de los tubos 7 está confundido con el plano de la placa 5 y las partes oblicuas de las aletas 8, 9 se unen a estos tubos por bandas tales como 10, 11 igualmente situadas en el plano de la placa 5.

25 Además, la anchura de cada aleta 8 o 9 es ligeramente inferior a $D/2$, siendo la anchura de la parte oblicua de la aleta igual a la mitad de la de la abertura 21 que separa dos aletas consecutivas.

30 30 5149



Cuando el cambiador está en servicio (figura 2), las aletas 8, 9 desvian los filetes F de convección natural, de manera que cada tubo 7 es barrido por aire fresco. El flujo gaseoso global pasa así de una cara a otra del cambiador en las mejores condiciones de cambio térmico.

La experiencia ha mostrado que era posible obtener con tales cambiadores un coeficiente de transmisión calorífica particularmente elevado con relación a la superficie frontal real, especialmente si se respetan las condiciones siguientes, válidas para placas 5 de chapa que presentan un grosor e sensiblemente comprendido entre 1 y 1,5 mm. (lo que corresponde a una fabricación económica del circuito integrado):

- | | |
|-------------------------------|---------------|
| - Separación D de los tubos 7 | = 8 a 12 e |
| - Grosor E de los tubos 7 | = 2,5 a 4 e |
| - Anchura H de los tubos 7 | = 5 a 7,5 e |
| - Anchura de las aletas | = 4 a 6 e |

Estos valores tienen en cuenta los factores contradictorios siguientes:

- La reducción de la anchura de la aleta aumenta la diferencia de temperatura entre la superficie del metal y el flujo gaseoso ambiente y reduce el volumen así como el precio.
- Pero la reducción de la anchura de la aleta disminuye el efecto de deflexión sobre la corriente gaseosa y por este hecho esta última no está mantenida ya en forma de filetes paralelos. Se produce una turbulencia que reduce la velocidad media de paso por las aberturas 21.

Se observará además que la anchura de aleta condicio-

30 5149



na el espaciamento de los tubos y viceversa, puesto que las aletas están formadas por la materia misma de la placa.

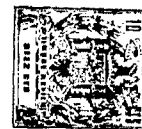
5 Ahora bien, se podía temer que una anchura de aleta conveniente originaría un espaciamento de los tubos 7 de naturaleza tal que aumentaría exageradamente la anchura del condensador y la longitud de las ramas acodadas del serpentín que une los tubos 7 consecutivos. La experiencia muestra que estas dificultades son superadas por la estructura considerada y la elección de las proporciones 10 definidas más arriba. Se puede explicar este hecho considerando que la mayor superficie de cambio indirecto del circuito tubular (con relación a los cambiadores anteriores de tubos apretados) está compensada favorablemente por la disposición de aletas cuya orientación permite un barrido por 15 convección natural mucho más eficaz.

El cambiador de la clase de las figuras 1 a 3 puede ser fabricado ventajosamente como sigue:

20 La placa 5 provista del serpentín 6 formado por inflación está dispuesta entre dos útiles móviles que llevan un conjunto de punzones de corte prismáticos 12, 13 asociados por pares y guiados en ventanas paralelas 22, 23 de dos rejillas fijas y paralelas 2, 3 entre las cuales está dispuesta la placa 5. En sus extremos, las rejillas 25 2 y 3 llevan mordazas 24, 25 que sirven para mantener la placa 5 bajo la acción de órganos de aprieto no representados. Cada par de punzones 12, 13 se extiende paralelamente a los tubos 7 y sobre toda la longitud prevista para la abertura 21.

30 Los punzones 12, 13 presentan bordes de ataque 26, 27

30 514



sensiblemente enfrente uno de otro y están dispuestos para deslizarse uno contra otro en sentidos contrario. Las caras de trabajado 28, 29 de los punzones, oblicuos y paralelos entre sí, presentan con relación a la placa 5 la inclinación prevista para las aletas 8, 9 (sensiblemente comprendida entre 30° y 60° en el caso de los condensadores para armarios frigoríficos domésticos).

El sistema está dispuesto para que la proyección sobre la placa 5 de los bordes de ataque 26, 27 sea equidistante de los tubos 7, con excepción de las tolerancias de fabricación.

Estando la placa 5 colocada en su sitio y apretada por las mordazas 24, 25, los punzones 12, 13 son aproximados. La placa 5 es cortada por los bordes de ataque 26, 27 e inmediatamente después las aletas son formadas por embutición bajo la acción de las caras de trabajo 28, 29. Cuando los punzones son detenidos al final de carrera, han cortado una ventana 21 cuya anchura es igual al doble de la prevista para la parte oblicua de las aletas 8, 9.

Se llevan luego los punzones a su posición inicial y se retira la placa 5 cuya fabricación está así terminada en una sola operación.

El invento no está limitado al modo de ejecución precedente y se pueden introducir en él variantes. En particular, si los tubos 7 tienen una longitud apreciable, las aletas pueden estar interrumpidas a intervalos regulares por patas delgadas que unen un tubo con otro.

En segundo lugar, la parte oblicua de la aleta puede extenderse hasta el tubo 7. En este caso, y habida cuenta de la plasticidad del metal, el plano medio de los tu-



tes:

1.^o. - Aparato intercambiador térmico de circuito tubular integrado en una placa plana, comprendiendo este circuito un haz de tubos paralelos separados por aberturas, caracterizado porque los tubos están montados en serie y constituyen un serpentín y porque una parte al menos de estos tubos está prolongada lateralmente por al menos una aleta longitudinal que se extiende oblicuamente con relación al plano medio de la placa y constituida por la materia misma de esta placa.

2.^o. - Aparato intercambiador según la reivindicación 1, caracterizado porque cada tubo está prolongado por dos aletas oblicuas, paralelas entre ellas y que se extienden según direcciones opuestas.

3.^o. - Aparato intercambiador según la reivindicación 1, caracterizado porque el plano medio de cada tubo corresponde al de la placa.

4.^o. - Aparato intercambiador según la reivindicación 2, caracterizado porque el plano medio de cada tubo está orientado oblicuamente con relación al plano de la placa y corresponde sensiblemente a la dirección de las aletas.

5.^o. - Aparato intercambiador según la reivindicación 1, en el cual la distancia que separa los bordes enfrentados de dos tubos del haz tubular está sensiblemente comprendida entre 8 y 12 veces el espesor de la placa antes del abultamiento.

6.^o. - Aparato intercambiador según la reivindicación 1, caracterizado porque la anchura de cada aleta está sensiblemente comprendida entre 4 y 6 veces el espesor

30 5148



29 ENE 1965

de la placa.

5 7^a. - Aparato intercambiador según la reivindicación 1, caracterizado porque la anchura de los tubos del haz tubular está sensiblemente comprendida entre 5 y 7,5 veces el espesor de la placa antes del abultamiento de los tubos.

10 8^a. - Aparato intercambiador según la reivindicación 1, caracterizado porque el espesor de los tubos del haz tubular está sensiblemente comprendido entre 2,5 y 4 veces el espesor de la placa.

9^a. - Aparato intercambiador térmico de circuito tubular integrado en una placa plana.

15 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.

Esta memoria consta de trece hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 29 ENE 1965

P.A.

Alberto de Ezaburu
Por Poderes

20

30 5149

MIG/. M. O.



Fig. 1

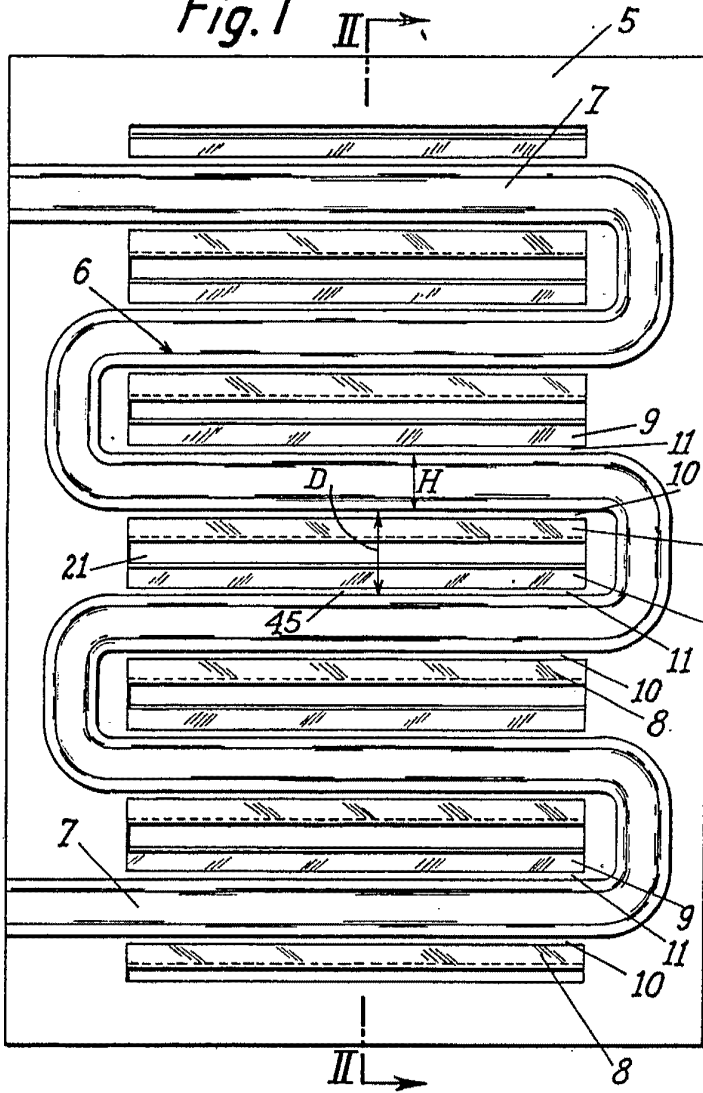
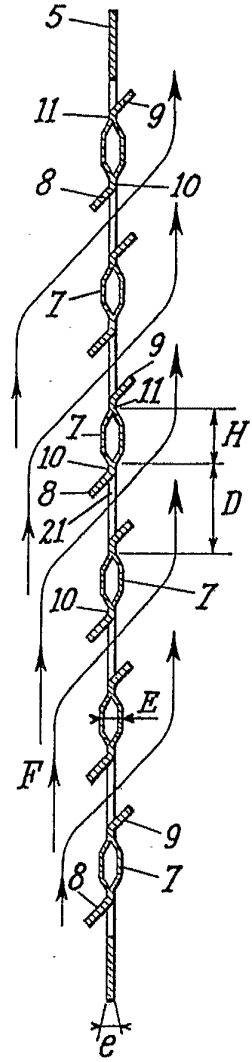


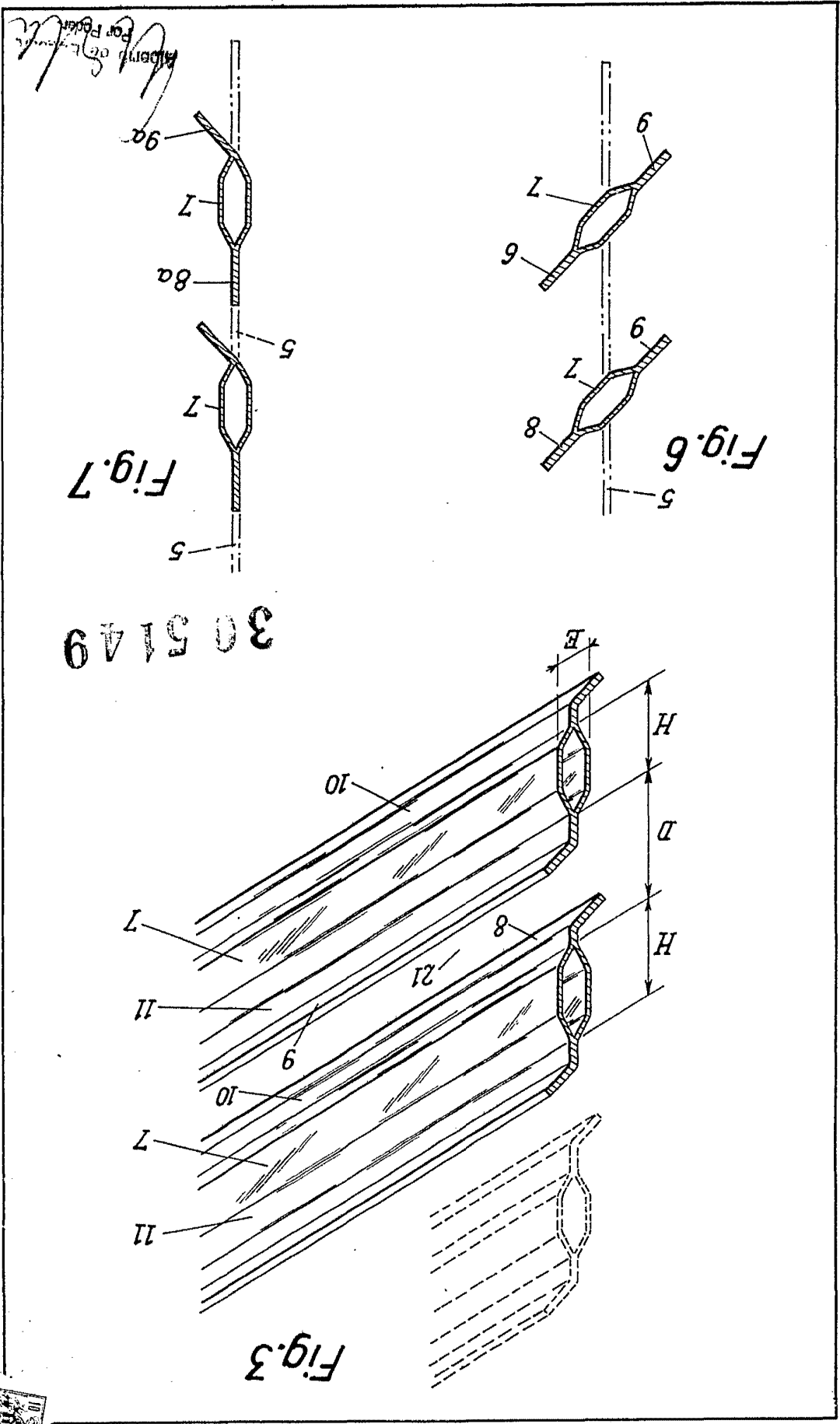
Fig. 2



30 5149

Alberto de Elza
Per Prior

200000



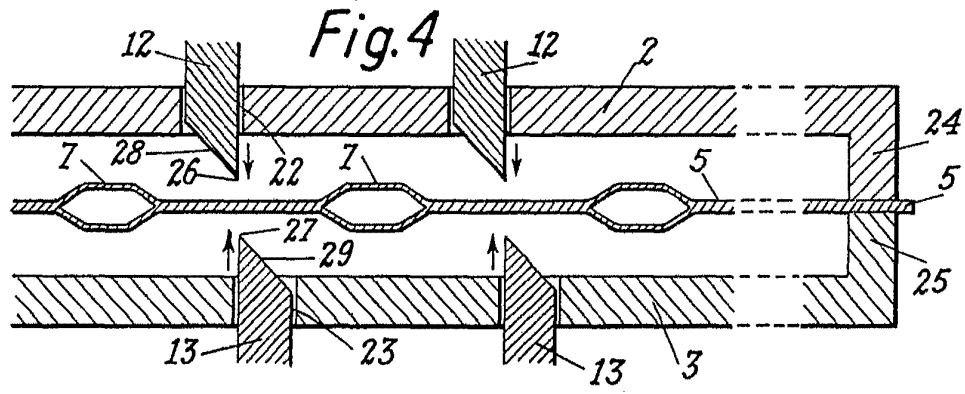
Albert J. ...
 Pat. Agent
 For ...

30 5149



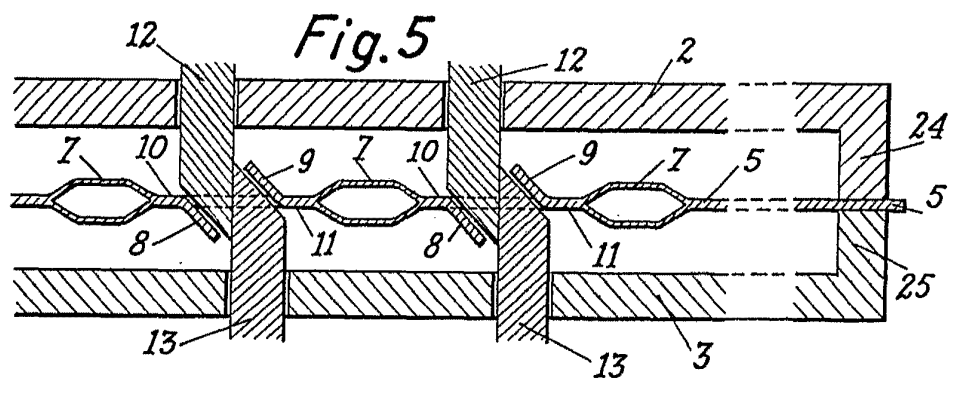


Fig. 4



305149

Fig. 5



Handwritten signature
For [unclear]