

407533

28



P. 52.338.-

Witsil-Hager 1;
Dawson-Hager 1;
Miller-Hager 1 &
Hager 1 (Comb)
HL 34915-Case A

F.E. 19-5-75
Int. Cl.²: F28D

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION en España por 20 años

a nombre de HERCULES INCORPORATED

entidad norteamericana

establecida en 910 Market Street, Wilmington, Delaware,
Estados Unidos de América

por-"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN APARATO INTER
CAMBIADOR DE CALOR" (Clase Internacional F28d)

24.4.75



14
407533

Esta invención se refiere a modos y medios para intercambiar calor con una masa de material líquido.

5 La oxidación en fase líquida del para-xileno y del para-tolueno de metilo con oxígeno molecular es una reacción muy exotérmica. Comercialmente, se lleva a cabo sobre una base continua a la presión superatmosférica en un reactor que, en esencia, es una cuba o recipiente de presión que tiene
10 en su interior una pluralidad de tubos conductores de calor, a través de los cuales es hecho pasar un fluido de intercambio de calor para retirar calor de la masa de material líquido que se somete a reacción en la cuba. Los tubos están en general verticalmente dispuestos en la cuba. Sin embargo, hasta
15 ahora cada parte extrema de cada tubo se acoda lateralmente y se prolonga a través de aberturas de la pared lateral de la cuba, estando conectado un extremo a un distribuidor de suministro de fluido de intercambio de calor situado al exterior, y estando
20 conectado el otro extremo a un colector de descarga de fluido de intercambio de calor situado al exterior. En la patente norteamericana nº 3.065.061, de Fett, se describe un ejemplo de tal reactor.

25 Sin embargo, un reactor así construido

14 NO



407533

5 presenta muchas dificultades en la fabricación, conservación y reparación, que se hacen mayores con los aumentos de tamaño del reactor. Realmente, cuanto mayor es el reactor, menos práctica es otra construcción.

Sin embargo, el aparato descrito en esta memoria, reduce al mínimo sustancialmente, si no evita, varias de estas dificultades.

10 El aparato de intercambio de calor descrito en esta memoria comprende: (1) medios de cuba para contener una masa de material líquido que se ha de someter a intercambio de calor, y que comprende medios para introducir material líquido en dicha masa y para retirar material líquido desde dicha masa;

15 (2) un conjunto de tubos integral para conducir fluido de transferencia de calor al interior de dicha masa, a su través y fuera de ella, estando dicho conjunto de tubos dentro de dichos medios de cuba y comprendiendo medios de distribuidor o colector de alimentación de fluido de transferencia de calor, medios de

20 colector de descarga de fluido de transferencia de calor y una pluralidad de tubos conductores de calor para transportar fluido de intercambio de calor en relación de intercambio de calor con dicha masa desde

25 dichos medios de colector de alimentación a dichos me



14

407533

5 dios de colector de descarga; y (3) medios de con-
ducto que se extienden desde dichos medios de colec-
tor dentro de dichos medios de cuba al exterior de
dichos medios de cuba para transportar fluido de in-
tercambio de calor a y desde dicho intercambiador de
calor. Preferiblemente, el conjunto de tubos inte-
gral está soportado por los medios de cuba en combi-
nación con los medios de conducto que se extienden
desde ambos medios de colector.

10 En una realización preferida del inter-
cambiador de calor, los medios de colector están co-
axialmente alineados en un eje normalmente vertical
y están espaciados entre sí.

15 Los tubos están dispuestos generalmen-
te paralelos a ese eje, y preferiblemente los extre-
mos abiertos de los tubos están unidos a lumbreras
laterales de los medios de colector. En consecuencia,
los tubos tienen una parte generalmente longitudinal
y en cada una de las secciones laterales extremas es-
20 tán unidos a las lumbreras laterales correspondien-
tes de los dos colectores. Preferiblemente, los tubos
están colocados en planos radiales longitudinales dis-
puestos alrededor del eje normalmente vertical del
conjunto en un arco sustancialmente menor de 360° , pe-
25 ro deseablemente mayor de 270° , con lo que se propor-



407533

cional espacio para el acceso a la parte trasera de dichos tubos, así como acceso a la región axial del conjunto.

Preferiblemente, los tubos tienen una

5 relación de longitud a diámetro tan grande que han de tenerse en cuenta el combado y la dilatación o contracción térmicas. En consecuencia, en una realización preferida, cada tubo conductor de calor tiene una sección de codo entre su sección lateral inferior

10 y su parte generalmente longitudinal. La sección de codo forma un ángulo obtuso con un radio de intersección que parte del eje geométrico longitudinal del conjunto de tubos. El ángulo obtuso es de preferencia menor que 135° . Asimismo, la sección lateral superior

15 forma sustancialmente ángulo recto con la parte generalmente longitudinal. Igualmente, cada sección o parte del tubo que se une suavemente a otra sección o parte del tubo, lo hace con un radio mínimo de curvatura. Estos aspectos reducen al mínimo el combado. -

20 Para atender a la dilatación o contracción térmica, la parte longitudinal de cada tubo tiene una parte lateralmente desplazada que está desplazada preferiblemente en el plano radial lateralmente dispuesto, en el que está generalmente colocado el tubo.

25 Una ventaja del aparato de intercambio



407533

de calor descrito en esta memoria es que el conjunto de tubos integral puede fabricarse separado de los medios de cuba, e instalarse subsiguientemente en los medios de cuba. Cuando se hace esto, la realiza
5 ción preferida del conjunto de tubos integral comprende un miembro de soporte rígido fijado de forma separable en los extremos opuestos a los medios de distribuidor o colector de alimentación y a los medios de colector de descarga. El soporte rígido o
10 miembro de núcleo reduce al mínimo el esfuerzo transversal y longitudinal del conjunto de tubos durante la fabricación, transporte e instalación en los medios de cuba. Después de la instalación, el miembro de soporte rígido se suelta y retira del conjunto de
15 tubos a través del espacio de acceso.

El mejor modo considerado por ahora para ejecutar la invención se indica como ejemplo mediante el aparato ilustrado en los dibujos que forman una parte material de estas descripciones. En
20 los dibujos:

La figura 1 es un alzado en sección parcial de una realización específica preferida del aparato intercambiador de calor de esta memoria descriptiva;

25 La figura 2 es un alzado a mayor esca

9.11.72



407533

la del conjunto de tubos del aparato antes de la ins
talación;

La figura 3 es una vista en sección en
planta como se indica por el plano de vista 3-3 en
5 la figura 1; y

La figura 4 es una sección del colec-
tor superior del conjunto de tubos en el aparato de
la figura 1, cuya sección está tomada como se indica
por el plano de sección 4-4 en la figura 2.

10 La figura 1 representa con mayor deta-
lle un aparato de intercambio de calor 10 que es par-
ticularmente útil como un reactor para llevar a cabo
continuamente una reacción muy exotérmica entre un
gas y un componente de material líquido, en cuya re-
15 acción podría haber tendencia a la deposición de un
sólido, tal como un catalizador o un producto de reac-
ción. Un ejemplo de una reacción de este tipo es la
oxidación en estado líquido de para-xileno y para-to-
luato de metilo con oxígeno molecular, con ayuda de
20 un catalizador de oxidación. El aparato 10 comprende
una cuba de presión 12, un conjunto inyector o sopla-
dor de gas 14 y un conjunto de tubos de intercambio
de calor 16.

La cuba de presión 12 comprende una cá-
25 mara cilíndrica 18 con un eje normalmente vertical,



407533

que está formada por una envolvente cilíndrica 20 con un fondo 22 de forma de cúpula invertida y una parte superior 24 de forma de cúpula unidos entre sí en relación estanca a la presión y capaces de resistir las presiones superatmosféricas que se establecen y mantienen en condiciones de trabajo normales seleccionadas. La dimensión axial de la cámara cilíndrica 18 es varias veces mayor que el diámetro de la cámara. La envolvente cilíndrica 20 tiene una lumbrera de alimentación 26, a través de la cual se introduce el material líquido a tratar. El fondo 22 de la cuba 12 comprende una lumbrera de salida 28 para retirar de la cuba el material líquido tratado. La parte superior 24 de la cuba 12 tiene una salida de gas gastado 29.

El conjunto inyector de gas 14, del cual se muestra parte en la figura 1, comprende en la región del fondo 22 una pluralidad de tuberías 30 unidas a un sistema de distribución de gas a presión (no mostrado) y dispuestas en general transversalmente con relación al eje geométrico de la cámara cilíndrica 18. Cada una de las tuberías 30 tiene una pluralidad de boquillas o toberas 32, a través de las cuales se introduce gas en la masa de material líquido establecida y mantenida en la cámara cilíndrica



407533

18.

El conjunto de tubos de intercambio de calor 16 comprende un colector 40 de alimentación de fluido de intercambio de calor, un colector 42 de des-
5 carga de fluido de intercambio de calor y una pluralidad de tubos conductores de calor 44 que se extienden entre los dos colectores 40 y 42

Los dos colectores están coaxialmente alineados con el eje geométrico normalmente vertical
10 del conjunto de tubos 16. El colector de alimentación 40 está unido a un conducto de alimentación 46 que se extiende en relación estanca a la presión a través - del fondo 22 de la cuba 12 y en combinación con el fondo 22 sujeta y soporta la parte inferior del con-
15 junto de tubos 16. El colector de descarga 42 está unido a un conducto de descarga 48 que se extiende en relación estanca a la presión a través de la parte superior 24 de la cuba 12 y en combinación con la parte superior 24 sujeta y soporta la parte superior
20 del conjunto de tubos 16.

Los tubos conductores de calor 44 están dispuestos en general paralelos al eje geométrico normalmente vertical del conjunto de tubos 16. Sin embargo, como se muestra de forma óptima en la figura 4, los extremos de los tubos 44 están asentados
25



407533

en relación estanca a la presión en aberturas o lumbreras laterales 50 de los dos colectores 40 y 42. En la realización mostrada (véase la figura 3), los tubos 44 están dispuestos en paralelo por series en una pluralidad de planos radiales longitudinalmente dispuestos, separados entre sí circunferencialmente de forma equidistante en un arco alrededor del eje del conjunto 16 sustancialmente menor de 360° y preferiblemente mayor de 270°, con lo que se proporciona un espacio de acceso 52. Este espacio longitudinal da acceso a la parte trasera de cada serie o grupo de tubos 44 para la conservación y reparación, así como acceso a la región axial del conjunto. A causa del reducido espaciado circunferencial entre grupos adyacentes de tubos (véase la figura 3), las aberturas laterales 50 de los dos colectores 40 y 42 correspondientes a los grupos adyacentes de tubos 44 están escalonadas longitudinalmente (véase la figura 4).

Como se representa en las figuras 1 y 2, cada tubo conductor de calor 44 tiene una relación grande de longitud a diámetro. Por consiguiente, para reducir al mínimo el combado o flexión, la parte extrema inferior de cada tubo en la región de la lumbrera lateral correspondiente 50 del colector de alimentación 40 tiene una sección extrema lateral 53, el



407533

extremo abierto de la cual está asentado en la lumbrera lateral 50 y el otro extremo de la cual se une suavemente con un radio mínimo de curvatura a una sección de codo 54. La sección de codo 54 forma un ángulo obtuso con un radio de intersección que parte del eje longitudinal del conjunto de tubos 16. - Preferiblemente, el ángulo obtuso es menor que 135°, pero pueden emplearse ángulos mayores y menores en otras realizaciones del conjunto. El extremo superior de la sección de codo 54 se une suavemente con un radio mínimo de curvatura a la parte generalmente longitudinal 55 del tubo. Además, la parte extrema superior de cada tubo 44 tiene una sección extrema lateral 56 generalmente perpendicular al eje geométrico longitudinal del conjunto 16, el extremo abierto de la cual está asentado en la correspondiente lumbrera lateral 50 del colector superior o de descarga 42, y el otro extremo de la cual se une suavemente con un radio mínimo de curvatura a la parte generalmente longitudinal 55 del tubo.

Cuando el conjunto de tubos de intercambio de calor 16 se pone en funcionamiento normal, experimenta una dilatación térmica. En otras realizaciones del aparato previstas para funcionamiento a presión atmosférica o casi atmosférica, puede emplear



407533

se una junta de dilatación entre el conducto superior o de descarga de fluido de intercambio de calor 48 y la parte superior 24 de la cuba 12 para atender a la dilatación térmica del conjunto de tubos 16. Sin embargo, en la realización del aparato mostrada en los dibujos, cada tubo conductor de calor 44, en su parte generalmente longitudinal 55, tiene una sección lateralmente desplazada 57 (véanse las figuras 1 y 2) para absorber las tensiones inducidas por la dilatación térmica.

Cuando se fabrica el conjunto de tubos de intercambio de calor 16, los dos colectores 40 y 42 se fijan preferiblemente, tal como por pernos (véase la figura 4), a los extremos opuestos de una pieza de soporte rígida separable 58 como en la figura 2 (mostrada en la figura 1 en relieve). La pieza de soporte 58 reduce al mínimo el esfuerzo longitudinal y transversal de los tubos 44 en la fabricación del conjunto de tubos de intercambio de calor 16, en el transporte del conjunto 16 desde un lugar de fabricación alejado al lugar de instalación del aparato 10, y en la instalación del conjunto 16 en la cuba 12. Cuando el conjunto de tubos de intercambio de calor 16 se instala en la cuba 12, la pieza de soporte rígida 58 se suelta de los dos colec-



14
407533

rado del reactor a través de la salida de gas gastado

29. Entretanto, un fluido de intercambio de calor -
(por ejemplo, agua) es hecho pasar a través del con-
ducto de alimentación 46 que va al colector de ali-
5 mentación 40 y a través de los tubos conductores de
calor 44 al colector de descarga 42, y es hecho salir
por el conducto de descarga 48. El fluido de intercam-
bio de calor descargado puede ser desechado o reci-
clado después de la retirada del calor.

10 Aunque se ha descrito el flujo del flui-
do de intercambio de calor a través del conjunto de
tubos de intercambio de calor 16, como teniendo lugar
en el sentido ascendente en el aparato de los dibujos,
puede tener lugar en el sentido opuesto, si se desea.

15 Si bien el aparato 10 se ha descrito en
el contexto de un funcionamiento a presión superatmos-
férica, puede utilizarse también en funcionamientos
a presión subatmosférica.

20 Asimismo, aunque el aparato 10 se ha
descrito en el contexto de una reacción exotérmica,
puede utilizarse también como un reactor para reac-
ciones endotérmicas.

25 Una característica ventajosa del con-
junto de tubos de intercambio de calor 16 es que en
condiciones de funcionamiento normales con cantida-



407533

des abundantes de gas reactivo atravesando hacia -
arriba la masa de material líquido en la cusa 12,
los tubos 44, a causa de su alta relación entre la
longitud y el diámetro, son libres de flexionar y
5 vibrar con las corrientes de gas y material líquido.
Esto constituye una clara ventaja cuando la masa del
material líquido contiene una sustancia que tiende a
precipitar. En tal caso, la flexión o vibración de
los tubos 44 tiende a reducir al mínimo la deposi-
10 ción de precipitado sobre los tubos.

Otra característica ventajosa del con-
junto de tubos de intercambio de calor 16 es que no
limita el tamaño de la cuba. Puede emplearse una cu
ba de cualquier tamaño y, dependiendo de lo que se
15 necesite o desee en el modo de intercambio de calor,
puede emplearse cualquier número de conjuntos de tu
bos de intercambio de calor 16. Por tanto, la cuba
12 puede construirse de encargo de acuerdo con las
necesidades de una situación específica, mientras
20 que el conjunto o conjuntos de tubos de intercambio
de calor pueden estar normalizados.

Otras características, ventajas y rea
lizaciones específicas de la invención resultarán
fácilmente evidentes a los que tengan unos conoci-
25 mientos ordinarios en la técnica, después de leer



407533

5 las descripciones anteriores. Estas realizaciones es-
pecíficas caen dentro del alcance del objeto reivin-
dicado, a menos que se indique expresamente lo con-
trario. Asimismo, si bien se ha descrito en detalle
considerable una realización específica de la inven-
ción, pueden efectuarse variaciones y modificaciones
de esta realización sin apartarse del espíritu y al-
cance de la invención tal como se describe y reivin-
dica.

10 La presente solicitud que corresponde
a la presentada en los Estados Unidos de América, el
13 de Octubre de 1971, bajo los números 188.832, -
188.833, 188.834 y 188.950, se acoge a los beneficios
del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad
15 Industrial.

REIVINDICACIONES

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


9.11.72

407533

28 ABR. 1975



1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un aparato intercambiador de calor que constituye un reactor químico para realizar continuamente una reacción química altamente térmica en la que intervienen material líquido, cantidades abundantes de un gas y una mezcla de reacción que comprende una sustancia fácilmente precipitable que tiende a depositarse sobre tubos de intercambio de calor en contacto con la mezcla de reacción en condiciones normales de reacción, comprendiendo dicho aparato medios de cuba para contener una masa de la mezcla de reacción e incluyendo medios para introducir el material líquido en la masa y para retirar la mezcla de reacción de la masa; y medios de transferencia de calor que tienen un conjunto de tubos para conducir un fluido de transferencia de calor al interior de la masa, a través de ella y fuera de ella; caracterizados por medios de descarga de gas para retirar de dichos medios de cuba gas que ha abandonado la masa; y porque dicho conjunto de tubos es una estructura enteriza que está dentro de dichos medios de cuba, y porque dichos medios de transferencia de calor incluyen medios de colector de alimentación de fluido y de descarga de fluido, y una pluralidad de tubos conductores de calor para transportar el fluido de transferencia de calor en relación de intercambio de calor con la masa desde dichos medios de colector de alimentación de fluido a dichos me-

 25

24.4.75

28 APR 1975



407533

5 dios de colector de descarga de fluido; siendo flexibles dichos tubos conductores de calor y pudiendo ser hechos vibrar por corrientes de gas y de líquido en la masa para reducir así al mínimo la deposición de precipitado sobre dichos tubos en las condiciones de reacción normales; y por medios de conducto longitudinal y lateralmente rígidos que se extienden desde ambos medios de colector citados dentro de dichos medios de cuba hasta el exterior de estos últimos para transportar el fluido de transferencia de calor a dichos medios de transferencia de calor y desde ellos; y finalmente porque dichos medios de conducto, en combinación con dichos medios de cuba, soportan y anclan en posición dicho conjunto de tubos enterizo dentro de dichos medios de cuba.

15 2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque dichos medios de cuba están contruidos para funcionar a presión e incluyen medios para introducir las cantidades abundantes de gas en la masa de la mezcla reactiva.

20 3ª.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1ª o 2ª, caracterizados porque dichos medios de colector de descarga de fluido están alineados axialmente sobre un eje longitudinal normalmente vertical y se hallan espaciados de dichos medios de colector de descarga de fluido, extendiéndose longitudinalmente dichos medios de conducto

25

24.4.75

28 ABR 1975



407533

hacia fuera desde cada uno de dichos medios de colector.

5 4a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3a, caracterizados porque los extremos de dichos tubos conductores de calor están unidos a lumbreras laterales en ambos medios de colector citados.

10 5a.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 3a o 4a, caracterizados porque dichos tubos conductores de calor están en planos radiales longitudinalmente dispuestos alrededor del eje longitudinal en un arco sustancialmente inferior a 360°, con lo que se proporciona espacio para acceso al lado posterior de dichos tubos conductores de calor.

15 6a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 5a, caracterizados porque el arco es al menos de 270°.

20 7a.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 4a, 5a o 6a, caracterizados porque los extremos de cada tubo conductor de calor están unidos a lumbreras laterales en dichos medios de colector, con lo que cada tubo tiene secciones extremas laterales y una parte generalmente longitudinal, uniéndose suavemente el extremo inferior de dicha parte generalmente longitudinal de cada tubo a una sección de codo que a su vez se une suavemente a la sección extrema lateral inferior del tubo, formando dicha sección de codo un ángulo obtuso con un radio de intersección que parte del eje longitudinal.

25

28 ABR. 1975



407533

8a.- Perfeccionamientos según la reivindicación 7a, caracterizados porque la sección extrema lateral superior de cada tubo conductor de calor está sustancialmente a 90º con dicha parte generalmente longitudinal del mismo.

5

9a.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 7a u 8a, caracterizados porque cada tubo conductor de calor tiene una parte lateralmente desplazada entre dicha sección superior y dicha sección inferior.

10

10a.- Perfeccionamientos introducidos en un aparato intercambiador de calor.

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.

15

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

Madrid, 28 ABR. 1975

P.A. Alberto de Elabore

Por Poder

AVS. 24.4.75

14
407533

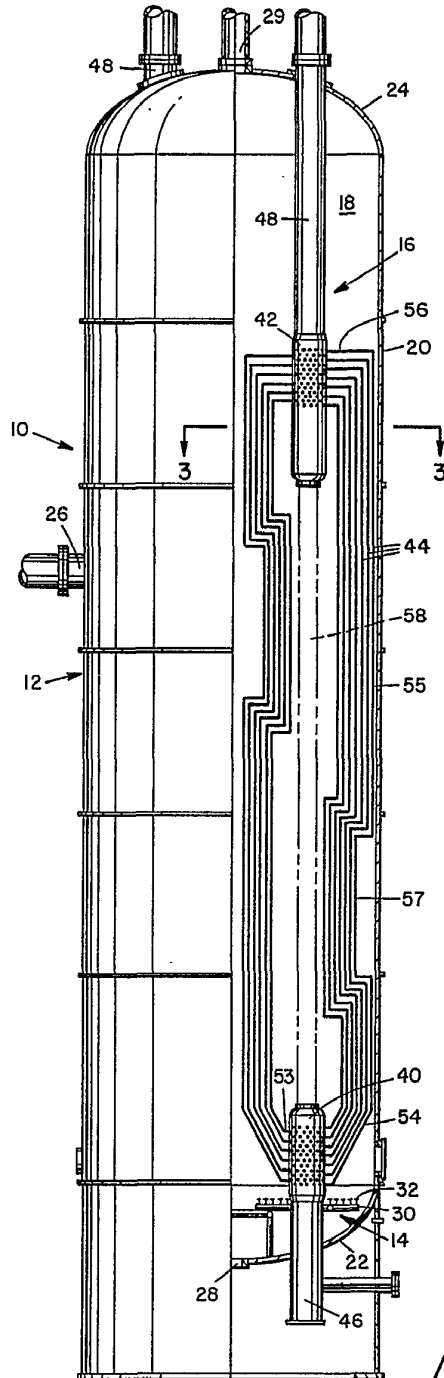


FIG. 1

Alberto de Eizaburu
Por Poder

407533¹⁴ NO

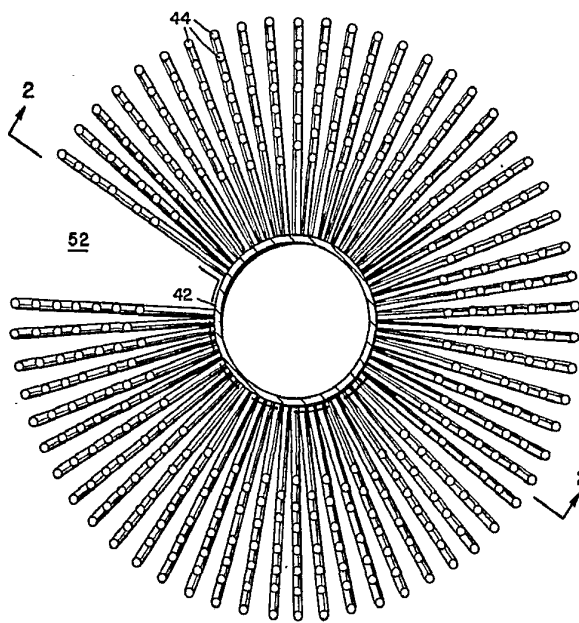


FIG. 3

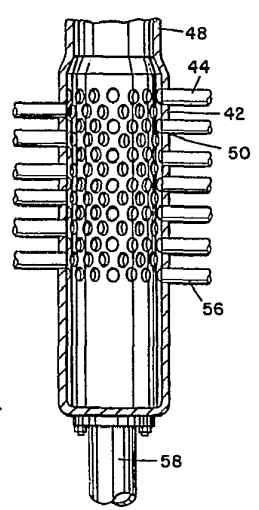


FIG. 4

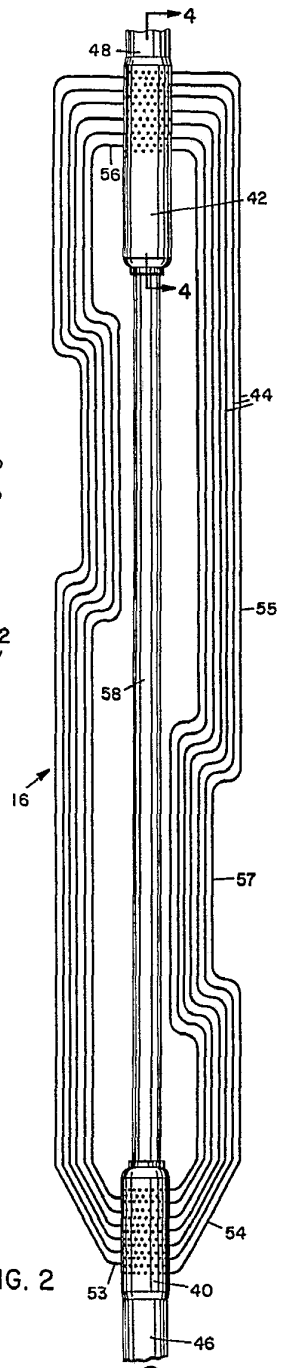


FIG. 2

Alberto de Eizola
Per Fodas