

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 235**

51 Int. Cl.:

B01J 19/32 (2006.01)

B01J 8/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2010 E 10738911 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2015 EP 2393589**

54 Título: **Relleno estructurado para un reactor**

30 Prioridad:

09.02.2009 US 207170 P
18.01.2010 US 688948

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
03.08.2015

73 Titular/es:

ZONEFLOW REACTOR TECHNOLOGIES, LLC
(100.0%)
130 West Street
Windsor, Connecticut 06095, US

72 Inventor/es:

FEINSTEIN, JONATHAN JAY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 542 235 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Relleno estructurado para un reactor

Campo de la invención

La invención se refiere a un relleno estructurado para un reactor. Se puede utilizar el relleno en un reactor cilíndrico, anular o de tipo de placas, por ejemplo un reactor catalítico o un intercambiador de calor.

Antecedentes de la invención

Los reactores tales como reactores químicos e intercambiadores de calor son ampliamente utilizados para favorecer la transferencia de calor, la transferencia de masa y/o la velocidad de reacciones químicas. En el caso de reactores tales como reactores químicos, a menudo se presenta la necesidad de transferir calor al reactor (por ejemplo, para reacciones endotérmicas) o bien de transferir calor desde el reactor (por ejemplo, reacciones exotérmicas). En la práctica comercial es deseable, para lograr economías de escala, emplear reactores de gran diámetro. Para favorecer la transferencia de calor entre el contenido del reactor y el entorno es deseable un elevado coeficiente de transferencia térmica dentro del reactor. Es especialmente deseable un coeficiente de transferencia térmica elevado dentro del reactor cerca del diámetro externo del reactor, donde la relación entre el área de superficie para flujo de calor radial y el volumen interno es mínima, y donde la cantidad de calor que ha de transferirse radialmente es proporcional al volumen situado dentro de la fuente del reactor. La fricción entre el fluido y la pared del reactor da lugar a menudo a velocidades relativamente bajas y, en consecuencia, coeficientes de transferencia térmica relativamente bajos cerca de la pared del reactor, donde son sumamente deseables coeficientes de transferencia térmica mayores.

En el caso de reactores de lecho fijo, heterogéneos y catalíticos, la transferencia de calor hacia la pared del reactor puede limitar la velocidad de reacción en el caso de reacciones endotérmicas o bien la transferencia de calor desde el reactor puede limitar el control o la conducción segura de las reacciones exotérmicas. En general, es deseable limitar el número de paredes internas dentro del reactor para minimizar, por tanto, el número de capas límite de baja velocidad y bajo coeficiente de transferencia térmica a través de las cuales tenga que pasar el calor en la dirección radial. Una mayor área de superficie en reactores catalíticos proporciona una mayor oportunidad para acelerar las reacciones, al proporcionar más sitios para desplegar eficazmente el catalizador. En particular, una elevada área de superficie geométrica cerca de la pared de reactores catalíticos aumenta el calor disponible para llevar a cabo reacciones exotérmicas, así como la disipación de calor en el caso de reacciones endotérmicas, en puntos donde la distancia que debe recorrer el calor para salir o entrar al reactor, respectivamente, es corta.

Técnica anterior

Se sabe que el relleno técnico compuesto de sustratos metálicos se puede construir de manera que tenga paredes más delgadas que lo que puede ser posible en lechos para catálisis empaquetados al azar, y por lo tanto contenga una área mayor de superficie geométrica con una caída de presión comparable o menor en comparación con lo que podría alcanzarse en un lecho empaquetado al azar. También se sabe que se puede diseñar el relleno técnico para proporcionar deseablemente altos coeficientes de transferencia térmica cerca de la pared del reactor.

Las patentes de EE.UU. 4.882.130, 4.719.090 y 4.340.501 se refieren a rellenos técnicos de diversos diseños para proporcionar mejoras uniformes en el área de superficie geométrica y en la transferencia térmica en todo el volumen del reactor, con deseable baja caída de presión y sin transferencia de calor o área de superficie geométrica diferencialmente superiores cerca de la pared del reactor.

La patente de EE.UU. 4.985.230 describe un relleno técnico adecuado para uso en sectores anulares o entre dos paredes que proporciona columnas alternas de canales que respectivamente dirigen fluido hacia la primera pared y hacia la segunda pared con el fin de inducir turbulencia en fluido que pasa a través del reactor. Tal relleno proporciona transferencia térmica y área de superficie geométrica deseables cerca de las paredes del reactor, con deseable baja caída de presión, pero tiene el inconveniente de ser difícil de fabricar.

La solicitud de patente publicada US2004/0013580 se refiere a un cuerpo de filtro para eliminar partículas de hollín del escape de un motor diésel. La estructura descrita, que está diseñada para hacer que fluya fluido a través de láminas filtrantes adyacentes, no es adecuada para hacer que incida fluido sobre una pared y retorne desde la misma para proporcionar transferencia térmica deseable.

La solicitud PCE WO2006/058060 describe un reactor no anular que contiene una estructura de núcleo cerca del eje del reactor y una estructura de carcasa entre el núcleo y la pared del reactor. La estructura de carcasa contiene canales con paredes sólidas para conducir fluido hacia y desde la pared del reactor. Los canales están formados por una lámina plegada hacia atrás y adelante formando con ello una fila de primeras y segundas columnas alternas separadas entre sí por paredes de separación. Las columnas alternas contienen aletas y espaciadores de intersticio que dirigen flujos de fluido centrífugos y centrípetos, respectivamente. Las aletas y espaciadores de intersticio están cortados a lo largo de tres bordes, inclusive sus dos lados. Los lados de estas aletas y espaciadores de intersticio colindan con las paredes de separación, pero no están unidos a las paredes de separación. Las aletas y los propios

separadores de intersticio forman un intersticio de separación entre las paredes de separación y una pared del reactor.

Objetos de la invención

- 5 Es un objeto de la invención proporcionar relleno estructurado para un reactor que aumente el área de superficie geométrica y/o el coeficiente de transferencia térmica, especialmente cerca de la pared del reactor, de reactores tales como reactores catalíticos heterogéneos de lecho fijo, sin aumentar en gran medida su caída de presión.

Es un objeto adicional de la invención proporcionar relleno estructurado para un intercambiador de calor que aumente el coeficiente de transferencia térmica de intercambiadores de calor sin aumentar grandemente su caída de presión.

- 10 Los objetos precedentes y otros objetos de la invención se harán evidentes a partir de los detalles de la invención que se exponen a continuación.

Compendio de la invención

- 15 El relleno estructurado de la invención se prepara fácilmente cortando una chapa y plegando después la chapa para formar una estructura que comprende columnas alternas que contienen aletas dispuestas en orientación oblicua opuesta con respecto al eje del reactor para hacer que alternativamente incida fluido sobre una pared del reactor y retorne desde la misma. Las columnas están separadas entre sí por paredes de separación sustancialmente rectas. Las aletas plegadas de la misma chapa están unidas a lo largo de sus lados a las paredes de separación por medio de pestañas plegadas de la misma chapa. Preferiblemente, la chapa es una lámina metálica y la estructura se forma preferiblemente por medio de troqueles de plegado y corte progresivos.

- 20 El relleno estructurado de la invención puede estar situado cerca del diámetro interno de un tubo o recinto de reactor cilíndrico, en el sector anular de un reactor anular o entre dos paredes de otra forma de reactor, por ejemplo entre dos paredes planas en un intercambiador de calor de tipo de placas. En todos los casos, el relleno estructurado de la invención hará que incida fluido sobre una pared del reactor para aumentar de ese modo la transferencia de calor a través de esa pared.

25 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1A es un corte transversal de través del relleno estructurado de la invención.

La Figura 1B es un corte transversal longitudinal radial del relleno estructurado de la invención (correspondiente al corte transversal AA en la Figura 1A) que muestra aletas centrípetas.

- 30 La Figura 1C es un corte transversal longitudinal radial del relleno estructurado de la invención (correspondiente al corte transversal BB en la Figura 1A) que muestra aletas centrípetas.

La Figura 2 es una vista en planta de una chapa que va a ser conformada para dar el relleno estructurado de la invención.

La Figura 3 es una vista más detallada de una chapa que va a ser conformada para dar el relleno estructurado de la invención.

- 35 La Figura 4 es una vista en perspectiva del relleno estructurado de la invención.

Descripción detallada de la invención

El reactor de intercambio térmico de la invención tiene una entrada, una salida y al menos una pared y un relleno estructurado, comprendiendo el relleno estructurado:

- 40 (a) una chapa plegada hacia atrás y adelante, formando de este modo una fila de primeras y segundas columnas alternas separadas entre sí por paredes de separación;
- (b) primeras y segundas aletas de guía situadas en las respectivas primeras y segundas columnas de manera que al menos algunas de las primeras aletas están inclinadas en un ángulo oblicuo con respecto a la pared del reactor y al menos algunas de las segundas aletas están inclinadas en un ángulo oblicuo opuesto con respecto a la misma pared del reactor;
- 45 (c) pestañas que conectan las al menos algunas de las primeras y segundas aletas a las paredes de separación a lo largo de al menos un lado lateral de las al menos algunas de las primeras y segundas aletas; y
- (d) una multiplicidad de intersticios entre las paredes de separación y la pared del reactor, que se extienden desde la entrada hasta la salida.

- 50 Preferiblemente, el relleno estructurado de la invención se forma a partir de una sola chapa que puede ser una chapa o lámina metálica. Los ángulos oblicuos opuestos mencionados en el apartado (b) precedente pueden tener todos la misma o diferente amplitud. Los intersticios mencionados en el apartado (d) precedente son preferiblemente discontinuos.

Típicamente, el reactor que contiene el relleno estructurado de la invención tendrá una forma cilíndrica y contendrá paredes concéntricas interna y externa y un espacio anular entre ambas. El relleno estructurado de la invención comprende preferiblemente una fila de primeras y segundas columnas alternas con sus respectivas primeras y segundas aletas, estando la fila dispuesta en el sector anular. También se prefiere que esté dispuesta una placa en el sector anular y el relleno comprenda preferiblemente una fila de primeras y segundas columnas alternas con sus respectivas primeras y segundas aletas, estando la fila dispuesta en el sector anular.

Como se ha mencionado más arriba, el reactor puede ser un reactor químico, por ejemplo un reactor catalítico, o bien puede ser un intercambiador de calor. En el caso de reactores catalíticos, se prefiere que esté presente un catalizador en al menos una parte de las superficies de la chapa.

10 Descripción detallada de los dibujos

Haciendo referencia a la Figura 1A, el reactor 1 tiene una pared cilíndrica 2, y dentro de la pared 1 se encuentra relleno estructurado 3, representado como una zona sombreada. El diámetro externo 4 del relleno 3 se corresponde con el diámetro interno de la pared 1. El relleno 3 tiene un diámetro interno 5 y se divide en columnas longitudinales 6 (representadas por zonas sombreadas y punteadas), y columnas longitudinales 7 (representadas por zonas sombreadas y rayadas). Las columnas 6 y 7 alternan entre sí y están mutuamente separadas por paredes radiales 8. El reactor 1 presenta intersticios intermitentes (no mostrados) dispuestos entre paredes radiales 8 y la pared 2 del reactor a lo largo de la longitud axial del reactor. Fluido que fluye a lo largo de la longitud del reactor 1 es dirigido en una dirección centrífuga a través de las columnas 6 y en una dirección centrípeta cuando fluye a través de las columnas 7.

Haciendo referencia a la Figura 1B (que es un corte longitudinal del reactor 1 a través del corte B-B de la Figura 1A), la columna 6 se extiende desde su diámetro externo 4 a su diámetro interno 5. La columna 6 está limitada en su diámetro externo 4 por la pared 2 del reactor. La longitud axial de la columna 6 contiene aletas 9. Las aletas 9 forman canales 10 que dirigen fluido en dirección centrífuga a medida que el fluido pasa desde la parte superior a la parte inferior del reactor 1.

Haciendo referencia a la Figura 1C (que es un corte longitudinal del reactor 1 a través del corte A-A de la Figura 1A), la columna centrípeta 7 se extiende desde su diámetro externo 4 a su diámetro interno 5. La columna 7 está limitada en su diámetro externo 4 por la pared 2 del reactor. La longitud axial de la columna 7 contiene aletas 11. Las aletas 11 forman canales 12 que dirigen fluido en dirección centrípeta a medida que el fluido pasa desde la parte superior a la parte inferior del reactor 1.

Haciendo referencia a la Figura 2, se conforma la chapa 20 para dar un relleno estructurado de la invención mediante corte y plegado de columnas 21 que constan de formas repetidas 30 que forman aletas centrípetas, y de columnas 22 que constan de formas repetidas 40 que forman aletas centrífugas. La chapa 20 comprende un material dúctil y rígido, y es preferiblemente lámina metálica.

Haciendo referencia a la Figura 3, se muestran con mayor detalle una forma 30 de columna 21 de la Figura 2 y una forma 40 de columna 22 de la Figura 2. La forma 30 ha sido conformada a partir de la chapa 20 para dar una aleta y sus dos pestañas laterales que conectan la aleta a la lámina de la cual ha sido conformada. Las líneas continuas representan allí donde se corta la chapa. Las líneas de puntos representan plegaduras de la chapa en aproximadamente 90°. Las líneas de trazos representan plegaduras de la chapa en aproximadamente 180°.

Se corta la chapa 20 a lo largo de las líneas 31, 32 y 33, en donde la línea horizontal 33 corresponde a la línea horizontal 32 en la forma adyacente (no mostrada) que es similar a la forma 30 que se muestra, y está por debajo de la misma. Se pliega la chapa aproximadamente 90° alejándose del lector a lo largo de las líneas 34 y se pliega aproximadamente 180° hacia el lector a lo largo de las líneas 35. La aleta 9 así formada consta de una superficie esencialmente plana delimitada por las líneas 32, 33 y 34. La aleta 9 está unida al resto de la chapa por pestañas 37 a lo largo de los dos lados de la aleta. Las pestañas 37 están delimitadas por las líneas 31, 34 y 35. Para un relleno anular o circular, la aleta 9 es preferiblemente más ancha en su parte superior que en su parte inferior, tal como se muestra. La aleta 9 es una aleta que crea canales centrípetos para fluido que fluye desde la parte superior a la parte inferior del reactor 1. Para relleno entre dos paredes paralelas planas, la aleta 9 tiene preferiblemente la misma anchura en su parte superior que en su parte inferior.

Se corta la chapa 20 a lo largo de las líneas 41, 42 y 43, en donde la línea horizontal 43 corresponde a la línea horizontal 42 para la forma adyacente (no mostrada) que es similar a la forma 40 que se muestra, y está por debajo de la misma. Se pliega la chapa 20 aproximadamente 90° hacia el lector a lo largo de las líneas 44 y se pliega aproximadamente 180° alejándose del lector a lo largo de la línea 45. La aleta 11 así formada consta de la superficie esencialmente plana delimitada por las líneas 42, 43 y 44. La aleta 11 está unida al resto de la chapa por pestañas 47 a lo largo de los dos lados de la aleta. Las pestañas 47 están delimitadas por líneas 41, 44 y 45. Para un relleno anular o circular, la aleta 11 es preferiblemente más estrecha en su parte superior que en su parte inferior, tal como se muestra, y la aleta 11 crea canales centrífugos para fluido que fluye desde la parte superior a la parte inferior del reactor 1. Para relleno dispuesto entre dos placas planas paralelas, la aleta 47 tiene preferiblemente la misma anchura en su parte superior que en su parte inferior.

5 Haciendo referencia a las Figuras 2 y 3, se aprecia que la forma 30 de parte inferior en las columnas 21 está dispuesta sólo parcialmente por encima del borde inferior 23 de la chapa 20. Los bordes cortados 31 y 32 en la forma 30 de parte inferior de la columna 21 pueden originar huecos o bien la ausencia de relleno en tales formas de parte inferior. De modo similar, se aprecia que la forma 40 de parte superior en las columnas 22 está dispuesta sólo parcialmente por debajo del borde superior 24 de la chapa 20. Por tanto, las formas 40 de parte superior están truncadas por el borde superior 24.

La chapa conformada tal como se describe anteriormente se corta en tramos laterales y se pliega para dar un anillo o forma anular o bien se inserta de cualquier otra manera cerca de una o dos paredes del reactor. Se pueden unir los extremos de anillos mediante soldadura, adhesivo o por trabado de los extremos.

10 Haciendo referencia a la Figura 4, la Figura 4 es una vista interior en perspectiva del relleno estructurado de la invención para un reactor cilíndrico o anular en la cual todos los elementos de la Figura 4 que corresponden a las figuras antes descritas tienen la misma numeración que aparece en las figuras antes descritas.

15 En la Figura 4 no se muestran las paredes del reactor. Las paredes 8 de separación alternas del relleno se ilustran, respectivamente, con oscuridad de sombreado diferente para unas y otras. Obsérvese que las aletas y las pestañas no están sombreadas. El relleno 3 llega hasta un diámetro externo en la posición 4 y hasta un diámetro interno en la posición 5. Las aletas centrífugas 9 unidas a las paredes de separación por pestañas 37 ocupan columnas centrífugas del relleno. Las aletas centrípetas 11 unidas a las paredes de separación por pestañas 37 ocupan columnas centrípetas del relleno. Las columnas centrífugas y centrípetas alternan entre sí en torno a la carcasa y se extienden a lo largo de toda la longitud del reactor 1, preferiblemente desde la entrada del reactor a la salida del reactor.

20 En una realización alternativa, se puede disponer en serie múltiple relleno estructurado de la invención dentro de un único reactor entre las fuentes de calor y los disipadores de calor. Por ejemplo, en un reactor anular o circular se podrían colocar concéntricamente, y adyacentes entre sí, dos o más de las unidades de relleno estructurado. Se podrían colocar adyacentes y paralelas entre sí dos o más de las unidades de relleno estructurado entre dos
25 paredes de reactor con forma de placa o entre dos paredes de reactor de diferente geometría.

Las realizaciones anteriores son ilustrativas de la invención. No obstante, debe entenderse que se pueden emplear otros recursos conocidos por los expertos en la técnica o bien descritos en la presente memoria sin apartarse del alcance de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Un reactor (1) de intercambio térmico que tiene una entrada, una salida, al menos una pared (2) y un relleno estructurado (3), comprendiendo el relleno estructurado (3):
 - a) una chapa (20) plegada hacia atrás y adelante, formando de este modo una fila de primeras y segundas columnas (6, 7) alternas separadas entre sí por paredes (8) de separación; y
 - b) primeras y segundas aletas (9, 11) de guía situadas en las respectivas primeras y segundas columnas (6, 7) de manera que al menos algunas de las primeras aletas (9) están inclinadas en un ángulo oblicuo con respecto a la pared (2) del reactor y al menos algunas de las segundas aletas (11) están inclinadas en un ángulo oblicuo opuesto con respecto a la misma pared (2) del reactor;
 - c) pestañas (37, 47) que conectan las al menos algunas de las primeras y al menos algunas de las segundas aletas (9, 11) a las paredes de separación a lo largo de al menos un lado lateral de las al menos algunas de las primeras y al menos algunas de las segundas aletas (9, 11); y
 - d) una multiplicidad de intersticios entre las paredes (8) de separación y la pared (2) del reactor, desde la entrada a la salida.
2. El reactor (1) según la reivindicación 1 en donde el relleno (3) está conformado a partir de una sola chapa (20).
3. El reactor (1) según la reivindicación 1 en donde la chapa (20) comprende una chapa o lámina metálica.
4. El reactor (1) según la reivindicación 1 en donde el ángulo oblicuo de las primeras aletas (9) y el ángulo oblicuo opuesto de las segundas aletas (11) tienen la misma amplitud.
5. El reactor (1) según la reivindicación 1 en donde el ángulo oblicuo de las primeras aletas (9) y el ángulo oblicuo opuesto de las segundas aletas (11) tienen diferente amplitud.
6. El reactor (1) según la reivindicación 1 en donde los intersticios son discontinuos.
7. El reactor (1) según la reivindicación 1 en donde el reactor (1) es cilíndrico y contiene paredes concéntricas (2) interna y externa y un sector anular entre las mismas en donde está dispuesto el relleno (3).
8. El reactor (1) según la reivindicación 7 en donde el relleno (3) comprende una fila de dichas primeras y segundas columnas (6, 7) alternas con sus respectivas primeras y segundas aletas (9,11), estando dispuesta dicha fila en el sector anular.
9. El reactor (1) según la reivindicación 7, en donde está dispuesta una placa en el sector anular y el relleno (3) comprende una fila de dichas primeras y segundas columnas alternas (6, 7) con sus respectivas primeras y segundas aletas (9, 11), estando dispuesta dicha fila en el sector anular.
10. El reactor según la reivindicación 1 en donde está presente un catalizador en al menos una parte de la chapa (20).
11. El reactor (1) según la reivindicación 1 en donde el reactor es un reactor catalítico.
12. El reactor según la reivindicación 1 en el cual el elemento de pared es plano.
13. El reactor según la reivindicación 1 en donde el relleno (3) está entre dos paredes planas.

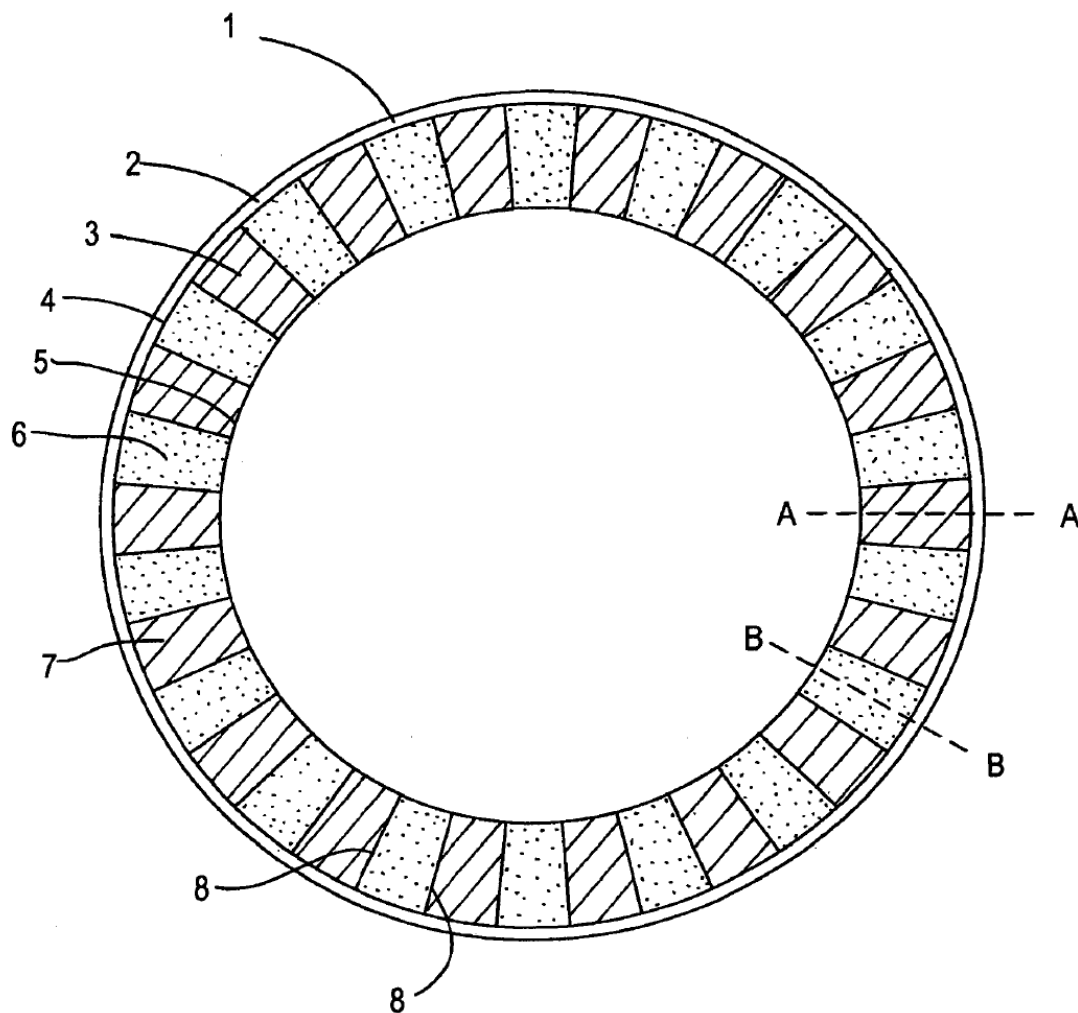


FIG. 1A

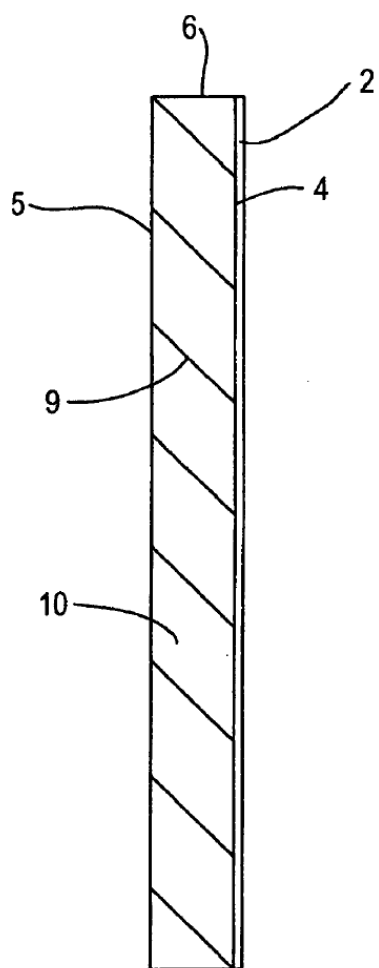


FIG. 1B

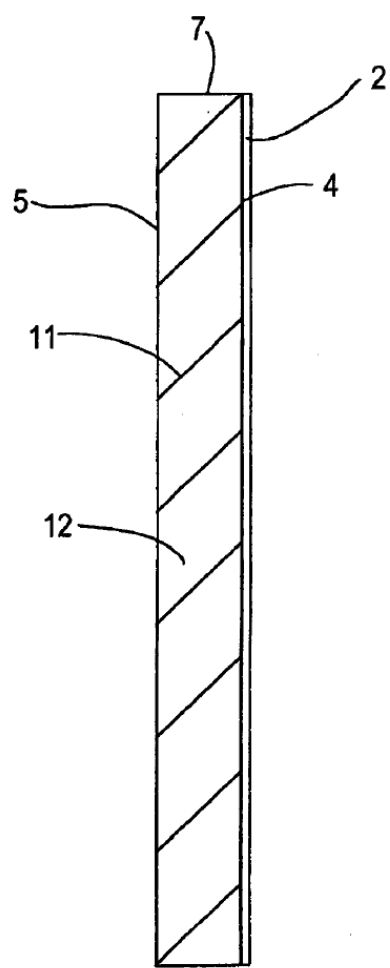


FIG. 1C

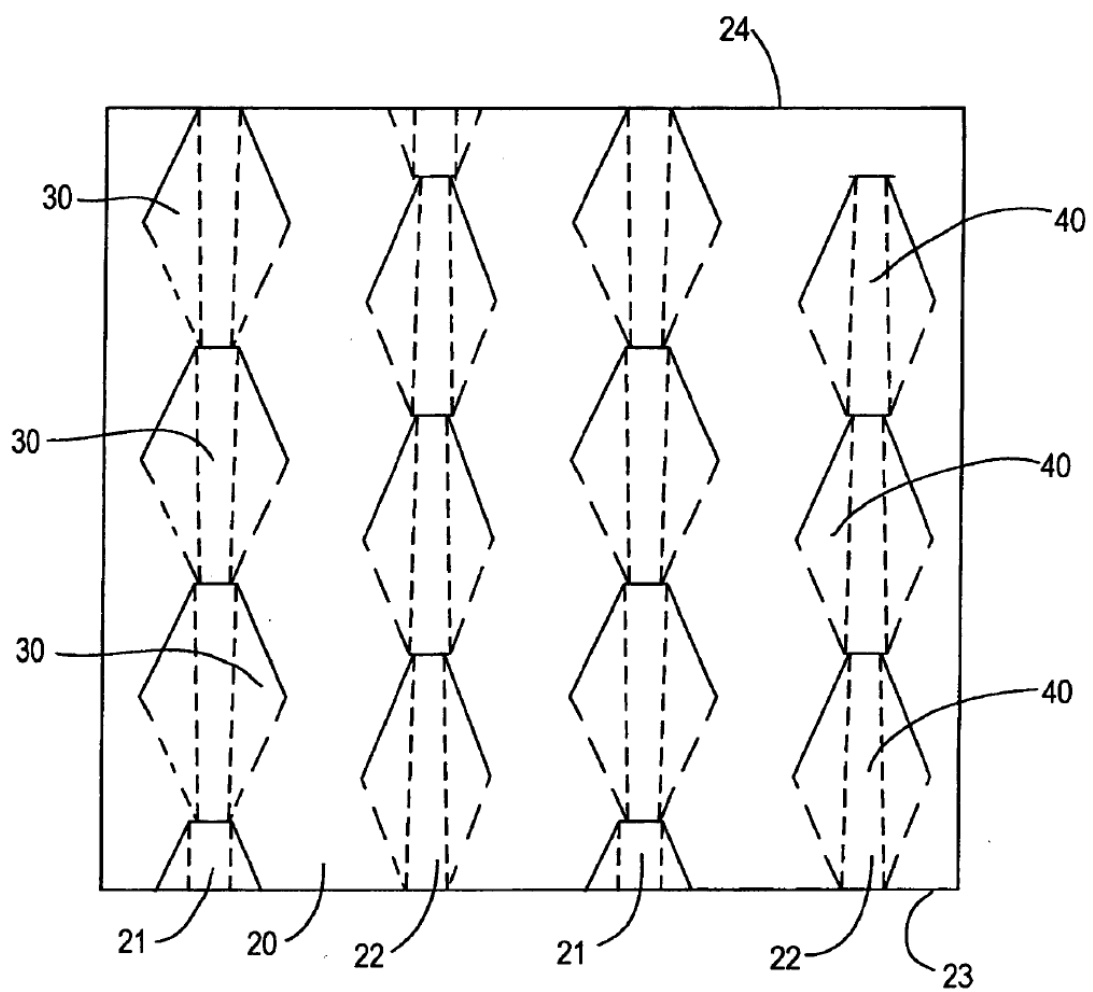
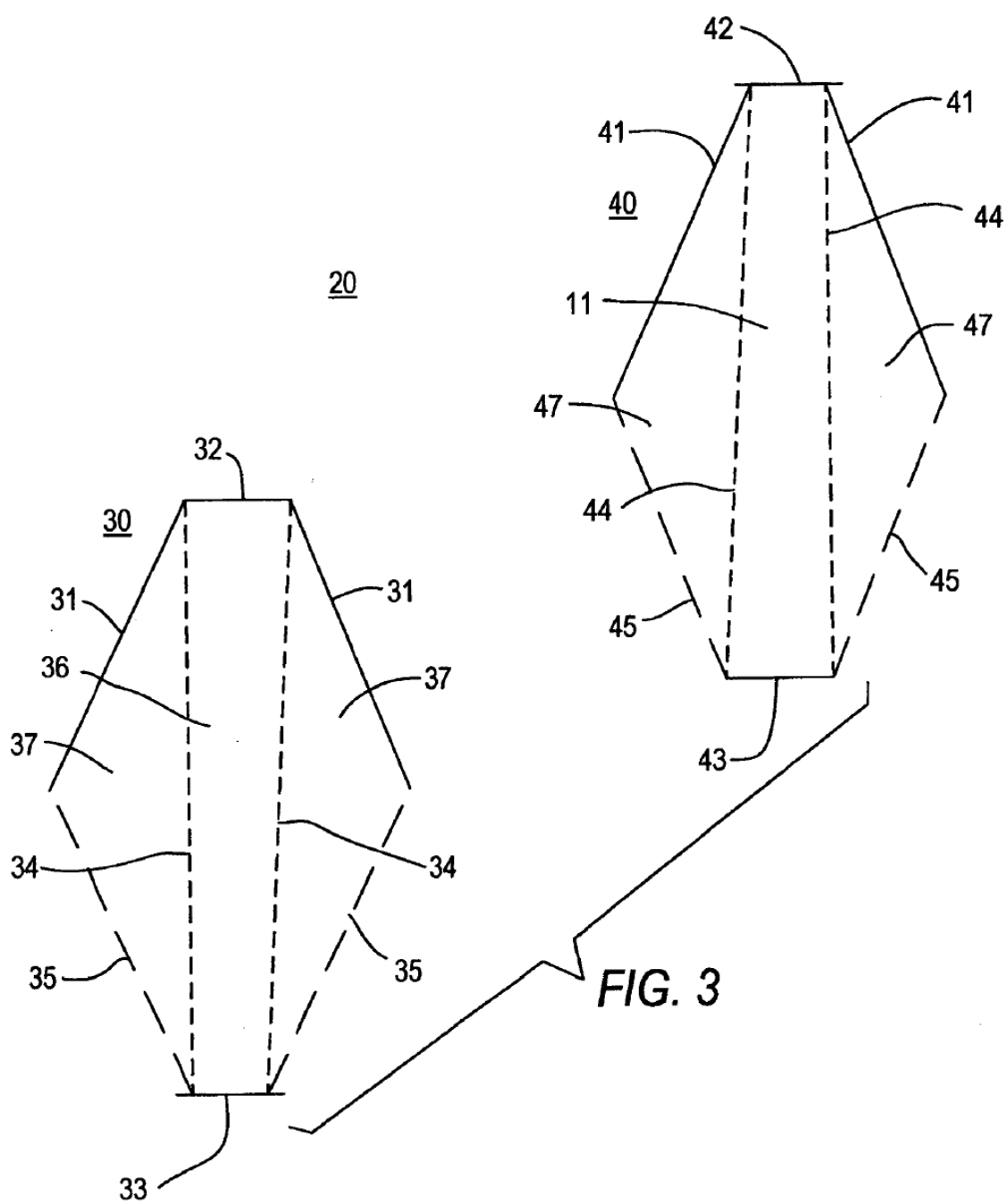


FIG. 2



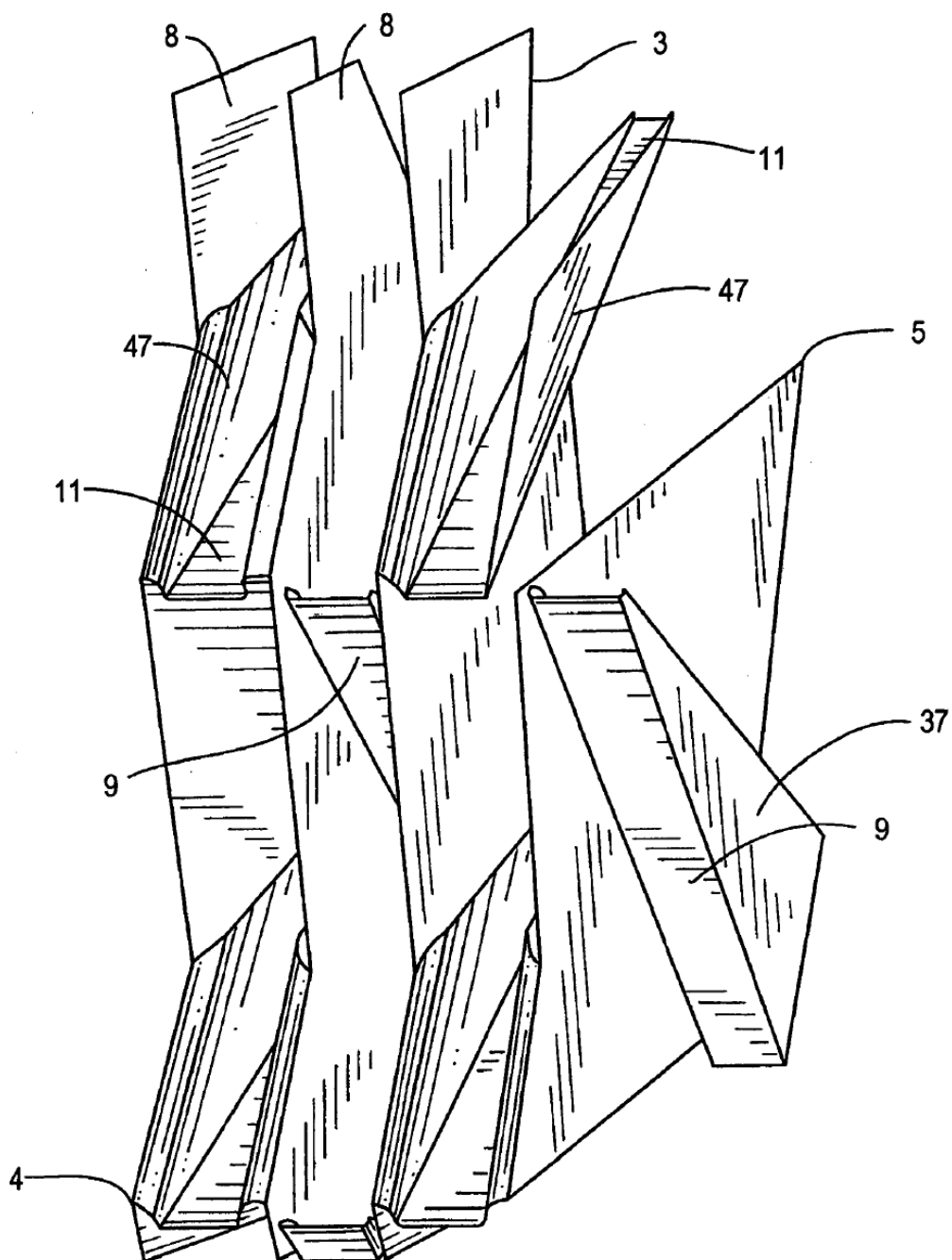


FIG. 4