

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 789**

51 Int. Cl.:

F25J 5/00 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

F28F 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.12.2012 PCT/US2012/070374**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013 WO13096323**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2012 E 12859035 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018 EP 2795232**

54 Título: **Deflector interno para suprimir el chapoteo en un intercambiador de calor del tipo de núcleos dentro de la envuelta**

30 Prioridad:
20.12.2011 US 201161578133 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2018

73 Titular/es:
**CONOCOPHILLIPS COMPANY (100.0%)
600 N. Dairy Ashford IP Services Group - Attn:
Docketing Bldg. ML-1065
Houston, Texas 77079, US**

72 Inventor/es:
**DAVIES, PAUL R.;
JAMES, WILL T.;
GRAVOIS, SHAUN P. y
OSHINOWO, OLANREWAJU M.**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 668 789 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

Deflector interno para suprimir el chapoteo en un intercambiador de calor del tipo de núcleos dentro de la envuelta

Campo de la invención

5 Esta invención se refiere a un deflector para suprimir el chapoteo o movimientos bruscos de fluido en un intercambiador de calor del tipo de núcleos en la envuelta.

Antecedentes de la invención

10 El gas natural en su forma nativa debe ser concentrado antes de ser transportado económicamente. El uso de gas natural ha aumentado significativamente en el pasado reciente debido a sus características de combustión limpia, respetuosas con el medio ambiente. La combustión del gas natural produce menos dióxido de carbono que cualquier otro combustible fósil, lo que es importante, ya que se ha reconocido que las emisiones de dióxido de carbono son un factor significativo en la creación del efecto invernadero. Es probable que el gas natural licuado (LNG) sea usado cada vez más en zonas urbanas densamente pobladas con el aumento de la preocupación sobre los problemas medioambientales.

15 Existen por todo el mundo abundantes reservas de gas natural. Muchas de estas reservas de gas están situadas mar adentro en lugares que son inaccesibles por tierra y se considera que son reservas de gas en filones basadas en la aplicación de tecnología existente. Las reservas técnicas existentes de gas están siendo recuperadas más rápidamente que las reservas de petróleo, haciendo el uso de LNG más importante para cumplir las demandas del futuro consumo de energía. En forma líquida, el LNG ocupa 600 veces menos espacio que el gas natural en su fase gaseosa. Puesto que muchas zonas del mundo no pueden ser alcanzadas mediante tuberías debido a límites técnicos, económicos o políticos, la localización de la instalación de tratamiento de LNG mar adentro y la utilización de vehículos náuticos para transportar directamente el LNG de mar adentro desde la instalación de tratamiento hasta el recipiente de transporte puede reducir la inversión de capital inicial y la extracción, por lo demás no económica, de reservas de gas mar adentro.

20 Las instalaciones de licuefacción flotantes proporcionan una alternativa mar adentro a instalaciones de licuefacción en tierra y una alternativa a la costosa tubería submarina para reservas mar adentro en filones. Una instalación de licuefacción flotante puede ser fondeada fuera de la costa o próxima a, o en, un campo de gas. También representa una posición móvil, que puede ser recolocada en un nuevo lugar cuando el campo de gas está próximo a finalizar su vida de producción, o cuando se requiera por condiciones económicas, medioambientales o políticas.

25 Un problema encontrado en recipientes de licuefacción flotantes es el chapoteo o movimientos bruscos del fluido de vaporización dentro de intercambiadores de calor. El chapoteo en un intercambiador de calor puede dar lugar a la producción de fuerzas que pueden afectar a la estabilidad y al control del intercambiador de calor. Si se permite que el fluido de vaporización chapotee libremente dentro de la envoltura del intercambiador de calor, el fluido en movimiento puede tener un efecto adverso sobre la función térmica del núcleo del intercambiador de calor. Además, la naturaleza cíclica del movimiento puede dar lugar a un comportamiento cíclico en la eficacia de transferencia de calor y, por lo tanto, pueden ser impactadas las condiciones de tratamiento de la instalación de licuefacción de LNG. Estas inestabilidades pueden dar lugar a un rendimiento más deficiente de la instalación global y pueden conducir a envueltas operativas más estrechas y a límites a la capacidad de producción disponible.

30 Por lo tanto, existe la necesidad de un deflector de supresión de chapoteo para reducir el impacto del movimiento dentro de un intercambiador de calor del tipo de núcleos dentro de la envuelta.

40 El documento US5651270 describe un intercambiador de calor del tipo de núcleos dentro de la envuelta para una instalación de LNG, donde se usa una placa deflectora para dividir la envuelta en una zona de enfriamiento que contiene los núcleos y una zona de descarga.

Compendio de la invención

45 En una realización, un intercambiador de calor incluye: (a) un volumen interno definido dentro de una envuelta; (b) una pluralidad de núcleos espaciados entre sí dispuestos dentro del volumen interno de la envuelta, y (c) deflectores de supresión de chapoteo, dispuestos dentro del volumen interno para separar la pluralidad de núcleos espaciados entre sí, en el que cada núcleo está parcialmente sumergido en un fluido del lado de la envuelta de líquido, en el que los deflectores de supresión de chapoteo permiten la distribución limitada del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo, en el que los deflectores de supresión de chapoteo pueden resistir temperaturas criogénicas, en el que los deflectores de supresión de chapoteo pueden resistir y desviar el flujo del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo, en el que los deflectores de supresión de chapoteo están situados en el borde de cada núcleo, y en el que la zona entre los deflectores de supresión de chapoteo está llena de material de empaquetadura.

55 En otra realización, se utiliza un método para reducir el impacto del movimiento en un intercambiador de calor, en el que el intercambiador de calor incluye un volumen interno definido dentro de una envuelta, en el que el volumen

interno dentro de la envuelta incluye una pluralidad de núcleos espaciados entre sí, comprendiendo dicho método: (a) instalar deflectores de supresión de chapoteo dentro del volumen interno del interior de la envuelta, en el que los deflectores de supresión de chapoteo separan la pluralidad de núcleos en el volumen interno, en el que los deflectores de supresión de chapoteo están situados en el borde de cada núcleo, y en el que la zona entre los
 5 deflectores de supresión de chapoteo se llena con material de empaquetadura; (b) sumergir parcialmente cada núcleo en un fluido del lado de la envuelta de líquido, en el que los deflectores de supresión de chapoteo permiten una distribución limitada del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo; (c) introducir un fluido del lado del núcleo en cada núcleo; (d) enfriar el fluido del lado del núcleo, produciendo con ello una corriente fría en cada núcleo; y (e) extraer la corriente fría de cada núcleo.

10 **Breve descripción de los dibujos**

La invención, junto con ventajas adicionales de la misma, se pueden comprender mejor haciendo referencia a la descripción que sigue, tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista esquemática de un intercambiador de calor del tipo de núcleos en envuelta.

15 La figura 2 es una vista esquemática de un intercambiador de calor del tipo de núcleos en envuelta, que comprende una realización de deflectores de supresión de chapoteo.

La figura 3 es una vista esquemática de un intercambiador de calor del tipo de núcleos en envuelta, que comprende una realización de deflectores de supresión de chapoteo.

La figura 4 es una vista esquemática de un intercambiador de calor del tipo de núcleos en envuelta, de acuerdo con la invención.

20 La figura 5 es una vista esquemática de un intercambiador de calor del tipo de núcleos en envuelta, que comprende deflectores horizontales.

La figura 6 es una vista esquemática de un intercambiador de calor del tipo de núcleos en envuelta, que comprende otra realización de deflectores.

Descripción de detallada de la invención

25 Se hará referencia ahora con detalle a realizaciones de la presente invención, uno o más ejemplos de las cuales están ilustrados en los dibujos que se acompañan. Cada ejemplo es proporcionado a modo de explicación, no como una limitación. Resultará evidente para el experto en la técnica que se pueden hacer varias modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del ámbito de la invención. Por ejemplo, características ilustradas o descritas como parte de una realización se pueden usar en otra realización para producir todavía otra realización.
 30 Por lo tanto, se pretende que la presente invención cubra tales modificaciones y variaciones que estén comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra en general un intercambiador de calor 10 que comprende una envuelta 12 y una pluralidad de núcleos espaciados entre sí, es decir, un primer núcleo 16, un segundo núcleo 18 y un tercer núcleo 20. La pluralidad de núcleos espaciados entre sí dentro del intercambiador de calor incluye al menos dos
 35 núcleos. La envuelta 12 es prácticamente cilíndrica, con un volumen interno 14, y está definida por una pared lateral superior 22, una pared lateral inferior 24 y un par de tapas extremas 26. Para fines ilustrativos, el intercambiador de calor está dispuesto horizontalmente; sin embargo, el intercambiador de calor puede estar posicionado de cualquier manera operable comercialmente, tal como verticalmente, por ejemplo.

40 El primer núcleo 16, el segundo núcleo 18, el tercer núcleo 20 están dispuestos dentro del volumen interno 14 de la envuelta y están parcialmente sumergidos en el fluido del lado de la envuelta de líquido. En una realización, el fluido del lado de la envuelta de líquido es un fluido de vaporización, es decir, un refrigerante. El fluido del lado de la envuelta de líquido y el fluido del lado del núcleo fluyen en contra-corriente o en la manera que corrientes cruzadas a través de cada núcleo.

45 Cada uno de la pluralidad de núcleos espaciados entre sí recibe un fluido separado del lado del núcleo, que permite la transferencia de calor indirecta simultánea entre el fluido del lado de la envuelta de líquido y el fluido del lado del núcleo separado.

Un principio de diseño tras el intercambiador de calor de núcleos en envuelta es el intercambio cruzado de fluido del lado del núcleo con respecto a un fluido del lado de la envuelta de líquido. El fluido del lado de la envuelta de líquido está contenido en un recipiente de presión donde núcleos de intercambiador de calor compactos de aluminio soldados con soldadura fuerte están montados y sumergidos en el fluido del lado de la envuelta de líquido que está
 50 en o cerca de su punto de ebullición. El líquido es impulsado hacia la cara inferior del intercambiador de calor, donde se pone en contacto con superficies más calientes dentro del núcleo. Entonces el fluido del lado de la envuelta de líquido transfiere calor a través de los canales de núcleos del intercambiador. La mayor parte de la transferencia de calor tiene lugar desde el calor latente de vaporización del fluido del lado de la envuelta de líquido. El fluido del lado

del núcleo es enfriado o condensado a medida que pasa a través del lado opuesto de los canales del interior de los núcleos del intercambiador.

El rendimiento térmico e hidráulico del intercambiador de calor de núcleos en envuelta es dependiente de nivel del líquido en el intercambiador. Una fuerza de impulsión para la circulación del fluido del lado de la envuelta de líquido hacia los núcleos del intercambiador es el efecto de termo-sifón. El efecto de termo-sifón es un fenómeno pasivo de transferencia de fluido que resulta de las fuerzas térmicas convectivas naturales. A medida que ocurre la vaporización del fluido, es calentado el fluido y disminuye la densidad del fluido para hacerse más ligero. A medida que fluye de manera natural hacia arriba al interior de los canales, es aspirado nuevo líquido. Esto da lugar a una circulación natural del fluido del lado de la envuelta de líquido hacia el interior de los canales de núcleos, inducido por el gradiente térmico dentro del núcleo. No todo el líquido en el canal es vaporizado, y una mezcla de líquido y vapores es transportada hacia arriba a través de los canales de núcleos del intercambiador y expulsada a través de la parte superior del núcleo. Por encima del núcleo debe estar dispuesto espacio adecuado para que se desprendan el vapor y el líquido de manera que solo vapor abandone la sección de cabeza del lado de la envuelta del núcleo. El líquido que se separa en la sección superior del intercambiador es entonces hecho recircular hacia el fondo del recipiente, donde es entonces vaporizado dentro del núcleo. La fuerza de impulsión para la separación del líquido y el gas en la sección superior del intercambiador de calor de núcleos en envuelta es la gravedad.

El efecto de circulación por termo-sifón en el núcleo es mejorado o perjudicado por la presión hidráulica externa (diferencias de niveles) entre el nivel efectivo del líquido dentro del núcleo con respecto al nivel del líquido al exterior del núcleo. A medida que disminuye el nivel del líquido dentro de la envuelta, disminuye la fuerza de impulsión para la transferencia del líquido hacia el interior del núcleo del intercambiador, y la transferencia de calor efectiva se reduce. Cuando el nivel del líquido cae por debajo del núcleo, la circulación del fluido del lado de la envuelta de líquido se detiene debido a la pérdida del efecto de termo-sifón, lo que da lugar a la pérdida de transferencia de calor. Si el intercambiador de calor es hecho funcionar con un nivel de líquido mayor que el del núcleo (inundado), es perjudicado más el calor transferido, ya que el vapor producido en el núcleo tiene que superar la carga hidrostática adicional para escapar del núcleo. La más grave de las condiciones es tener un nivel de líquido inferior al de los núcleos del intercambiador, ya que esto reduce a cerca de cero la transferencia de calor.

Como se ha explicado anteriormente, el chapoteo de fluido de vaporización dentro de los intercambiadores de calor puede afectar a la estabilidad y al control del intercambiador. Además, la naturaleza cíclica del movimiento dará lugar al comportamiento cíclico de la eficacia de la transferencia de calor y, por lo tanto, de las condiciones del proceso en la instalación de licuefacción de LNG. Estas inestabilidades pueden dar lugar a un rendimiento menor de la instalación global y conducirá a envueltas operativas más estrechas.

Los deflectores de supresión de chapoteo de la presente invención reducen el impacto del movimiento en el intercambiador de calor de núcleos en la envuelta. Los deflectores de supresión de chapoteo están situados dentro del volumen interno de la envuelta para separar la pluralidad de núcleos espaciados entre sí. Cada uno de los deflectores de supresión de chapoteo permite la distribución limitada del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo. Los deflectores de supresión de chapoteo pueden resistir y desviar el flujo del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo.

Haciendo referencia a la figura 2, el deflector 28 de supresión de chapoteo es una placa maciza para proporcionar chapoteos reducidos del fluido del lado de la envuelta de líquido dentro del intercambiador de calor 10. El deflector 28 de placa maciza de supresión de chapoteo incluye una abertura en la parte inferior del deflector para permitir la distribución limitada del fluido del lado de la envuelta de líquido entre los núcleos. La altura del deflector 28 de placa maciza de supresión de chapoteo depende de la extensión del movimiento anticipado. En una realización, la altura del deflector de placa maciza de supresión de movimiento está en o cerca de la parte superior del conjunto de núcleos. La colocación y el tamaño del deflector son críticos debido al movimiento añadido en la parte inferior del núcleo y el impacto potencial resultante para el efecto de termo-sifón. El carácter crítico para el tamaño de la abertura es para asegurar que no se perjudica el efecto de termo-sifón.

Haciendo referencia a la figura 3, el deflector 30 de supresión de chapoteo es una placa perforada situada en la sección media del núcleo para amortiguar el efecto del movimiento. En una realización, el deflector de supresión de chapoteo, de placa perforada, es una placa única. En otra realización, el deflector de supresión de chapoteo de placa perforada es una placa doble con orificios compatibles. Con placas dobles, el líquido de vaporización tiene que cambiar la dirección y reducir más la velocidad para pasar a través de la segunda placa. Un deflector 28 de supresión de chapoteo, de placa maciza, está también representado entre cada núcleo. Esta realización distribuye más uniformemente el líquido y tiene un impacto menor al movimiento por debajo del núcleo e impacto mínimo sobre el termo-sifón.

En referencia a la figura 4, los deflectores de supresión de chapoteo, 32, 34, 36, 38, 40 y 42, están situados en el borde de cada conjunto de núcleos. Los deflectores de supresión de chapoteo pueden ser placas macizas, placas perforadas o una combinación de las mismas. De acuerdo con la invención, la zona entre cada conjunto de núcleos está llena con un material de empaquetadura para amortiguar el movimiento del flujo.

Haciendo referencia a la figura 5, los deflectores de supresión de chapoteo están instalados entre los núcleos horizontalmente para asegurar que se reduce la impulsión hacia arriba. Los deflectores de supresión de chapoteo pueden ser placas macizas, placas perforadas o una combinación de las mismas.

5 En referencia a la figura 6, para reducir el movimiento en ondas sobre la parte superior del núcleo, que dará lugar al arrastre de líquido potencialmente excesivo, debido a la elevación del líquido hacia el interior del espacio de desprendimiento de vapor, están colocados deflectores de supresión de chapoteo con ángulos o redondeados en o cerca de la parte superior de los conjuntos de núcleos para redirigir el líquido alejándolo de la parte superior de los conjuntos de núcleos.

10 Cualesquiera deflectores de supresión de chapoteo individuales o en combinación descritos pueden ser utilizados para reducir efectiva y eficazmente los efectos del movimiento sobre el intercambiador de calor.

15 Además de la instalación de placas deflectoras de supresión de movimiento, ciertos tipos de material de empaquetadura apropiados para servicios criogénicos, tales como acero inoxidable estructurado o material de empaquetadura al azar, podrían ser añadidos a los espacios vacíos en la envuelta con el fin de suprimir el movimiento. Es improbable que la empaquetadura estructurada o al azar sola proporcione suficiente caída de presión para disminuir la impulsión del fluido en movimiento, pero puede ser usada juntamente con las placas deflectoras para proporcionar amortiguación de movimiento.

20 Movimientos ondulatorios muy pequeños pueden tener un impacto grave en el rendimiento del intercambiador de calor de núcleos en envuelta debido a la longitud normalmente grande de estos intercambiadores. Intervalos operativos estrechos dan lugar a la sensibilidad al movimiento. Por medio de cuidadosa consideración de la colocación de los deflectores de reducción del movimiento, los diseños compactos de los intercambiadores de calor del tipo de núcleos en envuelta pueden estar hechos para trabajar en entornos de movimiento y se pueden evitar alternativas como intercambiadores de envuelta y tubos, ahorrando así considerables costes.

25 Finalmente, se ha de observar que la explicación de cualquier referencia no es una admisión de que es técnica anterior a la presente invención, especialmente cualquier referencia que pueda tener una fecha de publicación posterior a la fecha de prioridad de esta solicitud. Al mismo tiempo, cada una de las reivindicaciones que siguen es por ello incorporada en esta descripción o memoria detallada como una realización adicional de la presente invención.

30 Aunque los sistemas y procesos descritos en esta memoria han sido explicados con detalle, se ha de entender que se pueden hacer varios cambios, sustituciones y alteraciones sin apartarse del alcance de la invención como se define en las siguientes reivindicaciones. Los expertos en la técnica pueden ser capaces de estudiar las realizaciones preferidas e identificar otros modos de poner en práctica la invención que no sean exactamente como los aquí descritos. Es intención de los inventores que estén dentro del ámbito de las reivindicaciones las variaciones y equivalentes de la invención, mientras que la descripción, el compendio y los dibujos no han de ser utilizados para limitar el ámbito de la invención. La invención está concretamente destinada a ser tan amplia como las
35 reivindicaciones que siguen y sus equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor (10) que comprende:
 - (a) un volumen interno definido dentro de una envuelta (12);
 - (b) una pluralidad de núcleos espaciados entre sí (16, 18, 20) dispuestos dentro del volumen interno de la envuelta (12), en el que cada núcleo está parcialmente sumergido en un fluido del lado de la envuelta de líquido, caracterizado porque
 - (c) están dispuestos deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) dentro del volumen interno para separar la pluralidad de núcleos espaciados entre sí (16, 18, 20),

en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28) permiten la distribución limitada del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo (16, 18, 20), en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28) pueden resistir temperaturas criogénicas, en el que los deflectores de supresión de chapoteo pueden resistir y desviar el flujo del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo (16, 18, 20), en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) están situados en el borde de cada núcleo (16, 18, 20) y en el que la zona entre los deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) está llena de material de empaquetadura.
2. El intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28) están instalados entre cada núcleo (16, 18, 20).
3. El intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) están instalados entre cada núcleo y en la sección media del núcleo.
4. El intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el deflector de supresión de chapoteo (28, 30) es una placa maciza, en el que la placa maciza incluye un paso cerca de la parte inferior del volumen interno dentro de la envuelta.
5. El intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el deflector de supresión de chapoteo (28, 30) es una placa perforada.
6. El intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el deflector de supresión de chapoteo (28, 30) es una placa perforada doble.
7. El intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido del lado de la envuelta de líquido es un fluido de vaporización.
8. El intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el fluido del lado de la envuelta de líquido es un refrigerante.
9. Un método para reducir el impacto del movimiento en un intercambiador de calor (10) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el intercambiador de calor (10) incluye un volumen interno definido dentro de la envuelta (12), en el que el volumen interno dentro de la envuelta incluye una pluralidad de núcleos espaciados (16, 18, 20), comprendiendo el citado método:
 - a. instalar deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) dentro del volumen interno en el interior de la envuelta, en el que los deflectores de supresión de chapoteo separan la pluralidad de núcleos (16, 18, 20) en el volumen interno, en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) están situados en el borde de cada núcleo (16, 18, 20), y en el que la zona entre los deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) se llena con material de empaquetadura;
 - b. sumergir parcialmente cada núcleo (16, 18, 20) en un fluido del lado de la envuelta de líquido, en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) permiten la distribución limitada del fluido del lado de la envuelta de líquido entre cada núcleo (16, 18, 20);
 - c. introducir un fluido del lado del núcleo dentro de cada núcleo (16, 18, 20);
 - d. enfriar el fluido del lado del núcleo para producir así una corriente fría en cada núcleo (16, 18, 20);
 - y
 - e. extraer la corriente fría de cada núcleo (16, 18, 20).
10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los deflectores de supresión de chapoteo (28, 30) pueden resistir temperaturas criogénicas.

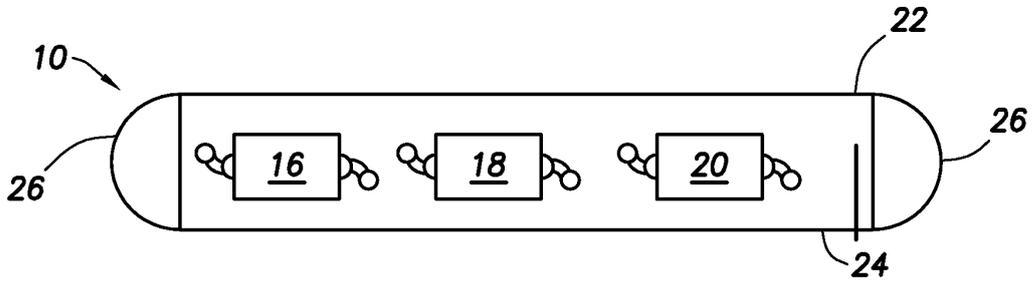


FIG. 1

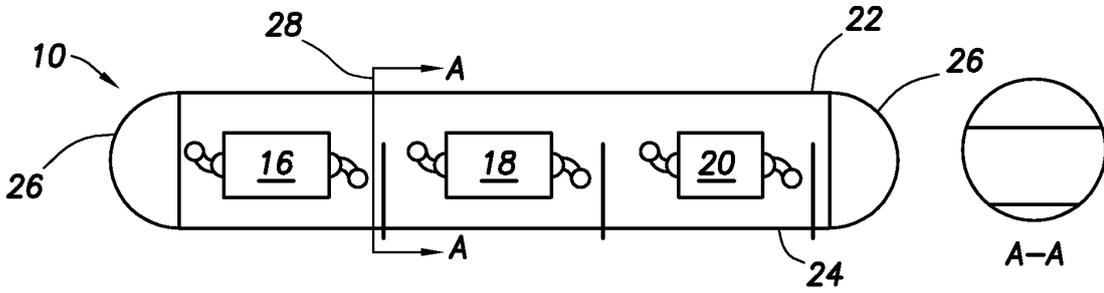


FIG. 2

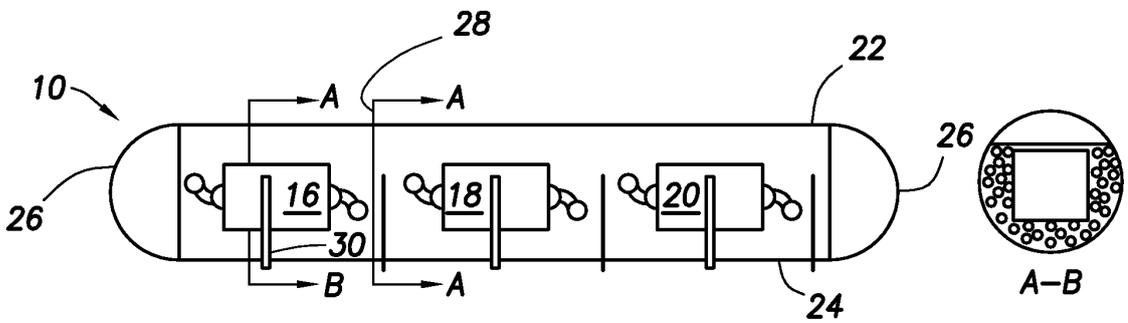


FIG. 3

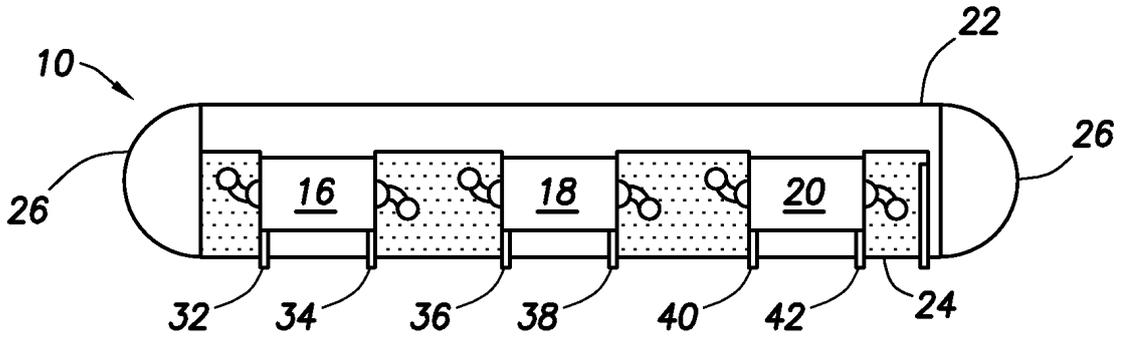


FIG. 4

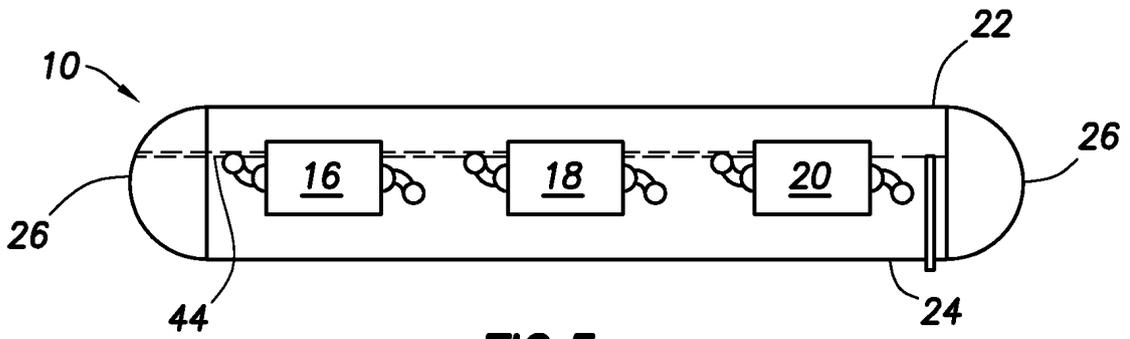


FIG. 5

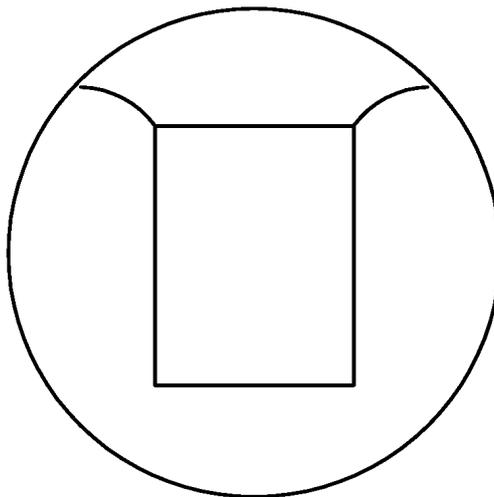


FIG. 6