

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 969 712**

51 Int. Cl.:

F16K 17/16 (2006.01)

B23C 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.07.2019 PCT/US2019/040451**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.01.2020 WO20010172**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2019 E 19830267 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2023 EP 3818288**

54 Título: **Disco de rotura que presenta una característica de concentración de esfuerzos**

30 Prioridad:

05.07.2018 US 201862694235 P

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

22.05.2024

73 Titular/es:

**FIKE CORPORATION (100.0%)
704 SW 10th Street
Blue Springs, MO 64015, US**

72 Inventor/es:

**KREBILL, MICHAEL D.;
HIBLER, III, DONALD RAY y
JOHNSON, TRAVIS**

74 Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

ES 2 969 712 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

Disco de rotura que presenta una característica de concentración de esfuerzos

5 **Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 La presente invención se dirige en general hacia un disco de rotura abombado que actúa hacia delante, y un dispositivo de alivio de presión que incorpora un disco de rotura que presenta una línea de apertura formada en la región de transición del disco entre la sección abombada y la sección de reborde. La línea de apertura sirve como característica de concentración de esfuerzos que facilita la apertura del disco cuando está expuesto a una presión predeterminada que actúa sobre la cara cóncava de la sección abombada.

15 **Descripción de la técnica anterior**

Los discos de rotura y los conjuntos de dispositivo de alivio de presión en general se utilizan en muchas aplicaciones. Además de aplicaciones de seguridad en las que se utilizan discos de rotura para proteger el equipo frente a una condición inapropiada de sobrepresión o depresión, pueden utilizarse discos de rotura para controlar el flujo de fluido dentro de un entorno, tal como un pozo. En algunas aplicaciones de perforación, después de que el disco de rotura haya servido a su finalidad en el aislamiento de una parte de una sucesión de tuberías o en el control de otra manera del flujo de un fluido, el disco se abre de manera que permita el flujo libre de fluido dentro del orificio del pozo. En algunas de estas aplicaciones, existe la necesidad de crear una abertura grande en el disco de rotura que sea por lo menos tan grande como la parte adyacente más estrecha de la sucesión de herramientas de manera que no se restrinja el paso de fluido u otras herramientas a través del agujero.

Las líneas de apertura están formadas frecuentemente en discos de rotura de manera que definan una zona dentro de la cual el material de disco se desgarrará después de exponerse a una presión de fluido predeterminada. Convencionalmente, en discos de rotura abombados, estas líneas de apertura están formadas dentro de la propia sección abombada. A una extensión menor, la línea de apertura puede formarse también en el reborde plano, anular del disco. Hasta ahora se ha evitado la formación de una línea de apertura dentro de la región de transición del disco, concretamente la región en la que la sección abombada interactúa con el reborde. La región de transición es frecuentemente una zona del disco de rotura de integridad estructural reducida debido a los esfuerzos introducidos como resultado del abombamiento del disco. En consecuencia, el debilitamiento adicional de esta zona creando una línea de apertura, ya sea marcando el disco o retirando material de disco, afectará a las características de estalle del disco. Se prefiere generalmente la formación de la línea de apertura en la sección abombada debido a que puede hacerse de una manera que minimice el efecto sobre las características de presión de estalle del disco. Sin embargo, la compensación de esto es que la abertura a través del disco será típicamente de un diámetro menor que el taladro de la herramienta o el tubo en el que está instalado el disco.

Una aplicación de perforación particular en la que se utilizan discos de rotura es el recorrido de la tubería de revestimiento dentro de un agujero de pozo. En algunos agujeros de pozo horizontales o altamente desviados, pueden emplearse técnicas no convencionales para reducir el dragado entre la columna de tubería de revestimiento y la formación de manera que se impida exceder la capacidad de carga del gancho de tubería de revestimiento. Al poner en práctica estas técnicas, unas herramientas están instaladas típicamente dentro de la columna de tubería de revestimiento y comprenden unos discos de rotura de manera que se impida el flujo de fluido a través de la tubería de revestimiento hasta que se desee, tal como durante operaciones de cimentación.

Como se pueden introducir fluidos y/o herramientas adicionales en la tubería de revestimiento durante la implementación de esta técnica, es importante que las herramientas utilizadas no impidan el flujo de fluido dentro de la tubería de revestimiento ni afecten al despliegue de tapón de fractura durante las operaciones de tapón y perforación. Por tanto, existe una necesidad en la técnica de un dispositivo de alivio de presión que comprenda un disco de ruptura que sea capaz de abrirse sin salir restos del disco de rotura o pétalo del disco de rotura que impedirán o restringirán de otro modo el flujo de fluido y/o herramientas de perforación después de la colocación de la tubería de revestimiento.

El documento US 4.759.460 A divulga un sistema de disco de rotura que comprende un disco de rotura que incluye una parte de cúpula y una parte de reborde interconectadas por una región de transición y un mecanismo de montaje para montar el disco de rotura por la parte de reborde del mismo en un respiradero de alivio de presión. El disco de rotura incluye un surco de reducción de espesor que rodea por lo menos parcialmente de forma circunferencial la parte de cúpula y se sitúa en la región de transición de ésta. Preferentemente, el disco de rotura es del tipo de pandeo inverso y el surco no rodea completamente la parte de cúpula de manera que defina una patilla o bisagra dentro de esa parte de la región de transición que está sin ranurar o no está profundamente ranurada como un resto de la región de transición. Además, la pendiente o radio de curvatura puede incrementarse en la región de la patilla. El disco de rotura incluye también una hendidura sobre la parte de cúpula. La hendidura es preferentemente muy grande en la parte de cúpula en una ubicación separada de la región de transición y

directamente entre la patilla y una corona de la parte de cúpula. Además, el mecanismo de montaje incluye un elemento de anillo inferior que presenta un saliente arqueado que se extiende hacia el respiradero. Preferentemente, el saliente arqueado está localizado de manera que esté relativamente cerca y de manera se alinee con la patilla, de modo que la parte de cúpula rodee el saliente cuando tenga lugar el pandeo inverso y la rotura. Se divulgan procedimientos para producir el disco con el surco y la hendidura.

El documento US 2009/302035 A1 describe un disco de rotura que actúa de forma inversa y unos procedimientos para formarlo. En general, el disco de rotura comprende una parte abombada y una zona de reborde circunscrita que rodea la parte abombada. La parte abombada incluye un rebaje de línea de apertura mecánicamente formado que comprende un canal singular. En algunas formas de realización, el procedimiento mecánico por el que se forma el rebaje utiliza una fresadora de alta velocidad que retira una parte de metal de la parte abombada del disco sin alterar la estructura de grano metálico sustancialmente uniforme del metal adyacente al canal.

El documento EP 0 556 512 A1 se refiere a un aparato que incluye una estructura para contener fluido presurizado que presenta una pared de espesor sustancialmente uniforme y que presenta una hendidura sustancialmente circular en la pared que se invierte y se rompe cuando se ejerce una presión de fluido predeterminada sobre la pared. La hendidura comprende una parte troncocónica conectada a una parte en forma de cúpula.

Sumario de la invención

Según una forma de realización de la presente invención, se proporciona un disco de rotura abombado que actúa hacia delante. El disco de rotura comprende una sección abombada central que comprende una cúpula cóncavo-convexa, una sección de reborde anular plana que rodea la sección abombada central, una región de transición que es intermedia con la sección abombada central y la sección de reborde y las interconecta, y una línea de apertura que recubre la región de transición. La línea de apertura comprende una zona en la que se ha retirado el material que conforma el disco de rotura, debilitando así el disco de rotura, de tal manera que cuando una presión de un fluido que actúa sobre una cara cóncava de la cúpula alcanza un umbral predeterminado, el disco de rotura se desgarra a lo largo de la línea de apertura, proporcionando así una abertura a través del disco que presenta un diámetro que es por lo menos tan grande como un diámetro interno de la sección de reborde.

Según otra forma de realización de la presente invención, está previsto un dispositivo de alivio de presión que comprende un disco de rotura abombado que actúa hacia delante que está fijado entre un anillo de entrada y un anillo de salida. El disco de rotura comprende una sección abombada central que comprende una cúpula cóncavo-convexa, una sección de reborde anular plana que rodea la sección abombada central, una región de transición que es intermedia con la sección abombada central y la sección de reborde y las interconecta, y una línea de apertura que recubre la región de transición. El anillo de entrada está configurado para apoyarse sobre el lado del disco de rotura que comprende una cara cóncava de la cúpula. El anillo de salida está configurado para apoyarse sobre el lado del disco de rotura que comprende una cara convexa de la cúpula y presenta un diámetro interno D. El disco de rotura, cuando se expone a un fluido de una presión predeterminada que actúa contra la cara cóncava de la cúpula, se desgarra a lo largo de la línea de apertura, proporcionando así una abertura a través del disco que presenta un diámetro que es por lo menos tan grande como D.

Según todavía otra forma de realización de la presente invención, se proporciona un procedimiento de fabricación de un disco de rotura formado a partir de un material de disco. El procedimiento comprende retirar el material de disco de una región de transición de un disco de rotura abombado que actúa hacia delante a fin de formar una línea de apertura que recubre la región de transición. La región de transición es intermedia con una sección abombada central y una sección de reborde anular plana que rodea la sección abombada central y las interconecta.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de la cara convexa de un disco de rotura de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una vista en alzado lateral del disco de rotura de la figura 1;

la figura 3 es una vista en perspectiva de la cara cóncava del disco de rotura de la figura 1;

la figura 4 es una vista expandida de un dispositivo de alivio de presión de acuerdo con la presente invención que comprende un anillo de entrada, un anillo de salida y un disco de rotura situado entre ellos;

la figura 5 es una vista en planta del dispositivo de alivio de presión de la figura 4 que muestra el anillo de salida y el disco de rotura subyacente;

la figura 6 es una vista en sección transversal del dispositivo de alivio de presión tomada a lo largo de la línea 6-6 de la figura 5;

la figura 7 es una vista en sección detallada del dispositivo de alivio de presión de la figura 4 que ilustra la región de transición del disco de rotura desde la perspectiva de cara convexa;

5 la figura 8 es una vista en sección transversal en perspectiva del dispositivo de alivio de presión de la figura 4 que ilustra la cara cóncava del disco de rotura y la línea de apertura formada en ella;

la figura 9 es una vista en sección detallada del dispositivo de alivio de presión de la figura 4 que ilustra la región de transición del disco de rotura desde la perspectiva de cara cóncava; y

10 la figura 10 es una vista en sección transversal del dispositivo de alivio de presión tomada a lo largo de la línea 10-10 de la figura 5.

Aunque los dibujos no proporcionan necesariamente las dimensiones o tolerancias exactas para los componentes o estructuras ilustrados, los dibujos son a escala con respecto a las relaciones entre los componentes de las estructuras ilustradas en los dibujos.

Descripción detallada de la forma de realización preferida

20 Volviendo ahora a las figuras 1 a 3, se ilustra un disco de rotura 10 hecho de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. En formas de realización preferidas, el disco de rotura 10 es metálico y puede estar formado por cualquier número de metales y aleaciones, especialmente aleaciones que son resistentes a la corrosión. El disco de rotura 10 comprende en general una sección central abombada 12 que está rodeada por una sección de reborde anular plana 14. La sección abombada 12 comprende en general una cúpula cóncavo-convexa 16 que presenta una cara convexa 18 y una cara cóncava 20 (véase la figura 3). En algunas formas de realización y como puede verse por la figura 1, la cúpula 16 puede ser no concéntrica en la medida en que la cúpula 16 no sea simétrica (y, en consecuencia, ni lo sea la sección de reborde 14). El disco 10 está formado con una sección de bisagra 22 que presenta un margen rectilíneo 24 en donde intersecan la sección de reborde 14 y la sección abombada 12. La sección de bisagra 22 se describe a continuación con detalle adicional.

30 Como se muestra mejor en la figura 7, el disco 10 comprende además una región de transición 26 que es intermedia con la sección abombada central 12 y la sección de reborde 14 y las interconecta. La región de transición 26 define también un diámetro interior para la sección de reborde anular 14. Como puede verse en la figura 3, el disco 10 comprende además una línea de apertura 28 que está formada en la región de transición 26. La línea de apertura 28 recubre la región de transición 26. Como se utiliza en la presente memoria, el término "región de transición" se refiere a la parte de un disco de rotura que está localizada entre la sección abombada central 12 y la sección de reborde anular 14 y las interconecta. Como implica el nombre, la región de transición 26 es esa zona del disco en la que la sección de reborde anular plana 14 transita hacia la sección abombada central en forma de cúpula. En algunas formas de realización, el perfil de la superficie cóncava de la sección abombada central 12 presenta una segunda derivada que es casi constante. La sección de reborde 14 del disco 10 es plana, un perfil que tiene tanto una primera como una segunda derivada igual a cero. Por tanto, en formas de realización particulares, la región de transición 26 es la región que presenta un perfil en el que las primera y segunda derivadas se desvían radialmente de cero en el diámetro interior de la sección de reborde anular 14 hasta el de la cúpula cóncavo-convexa 16 de la sección abombada central.

45 En algunas formas de realización, la fabricación del disco de rotura 10 implica en primer lugar proporcionar una pieza en bruto de disco plana, que es esencialmente una pieza metálica delgada y circular. La pieza en bruto de disco se sujeta entonces dentro de una herramienta de conformación, siendo la zona sujeta del disco lo que llegará a ser la sección de reborde anular 14. A continuación, un fluido a alta presión, tal como aire, se introduce en la herramienta de conformación en un lado de la pieza en bruto de disco. El fluido a alta presión deforma la parte central no fijada del disco en lo que llegará a ser la sección abombada 12. Esta deformación, que comienza inmediatamente en el interior de los márgenes de las abrazaderas que fijan la sección de reborde 14 y se presenta como una acción de cizalladura, introduce esfuerzo en el material de disco que da como resultado la formación de la región de transición 26. Desde un punto de vista metalúrgico, el esfuerzo de cizalladura se manifiesta como una zona en la que la estructura de grano del metal que conforma el disco de rotura se ha alterado con relación a por lo menos la sección de reborde 14 y/o la sección abombada 12. Debe observarse que, debido a la operación de abombamiento, la sección abombada 12 puede presentar también una estructura de grano alterada con relación a la sección de reborde. Sin embargo, el esfuerzo introducido en la sección abombada 12 durante el abombamiento del disco es generalmente menor que el esfuerzo introducido en la región de transición 26. Además, el esfuerzo en la región de transición 26 es mayor que el esfuerzo introducido en cualquier otra parte del disco 10 durante la operación de abombamiento. En algunas formas de realización, los granos metálicos pueden aparecer aplanados o alargados con relación a los granos de la sección de reborde 14 y/o la sección abombada 12. Los márgenes laterales precisos de la región de transición 26 pueden ser difíciles de identificar; sin embargo, los márgenes superiores e inferiores de la región de transición 26 están indicados generalmente por la presencia de pliegues 34, 36, estando uno de ellos en el mismo lado del disco de rotura 10 como cara convexa 18, y estando el otro de ellos en el mismo lado del disco de rotura 10 como cara cóncava 20. (Véanse las figuras 7 y 9).

En algunas formas de realización, toda la longitud de la línea de apertura 28, concretamente desde un extremo de la línea de apertura 28 hasta el extremo opuesto, recubre la región de transición 26. En formas de realización particulares, la línea de apertura 28 tiene forma de C como opuesta a otros patrones, tal como un patrón de puntuación cruzada o un patrón de líneas intersecantes. En consecuencia, cuando el disco 10 se abre a lo largo de la línea de apertura 28, se forma un único pétalo de disco que comprende la sección abombada central 12. Esto contrasta con una línea de puntuación cruzada de configuración de apertura que daría como resultado la formación de múltiples pétalos tras la apertura del disco. La línea de apertura 28 comprende una zona en la que se ha retirado el material que conforma el disco de rotura 10, debilitando así el disco de rotura de manera que se permita el desgarre del disco a lo largo de la línea de apertura tras la exposición a una presión de fluido predeterminada que actúa sobre la cúpula 16 del disco. Como se observa previamente, el desgarre del disco 10 a lo largo de la línea de apertura 28 da como resultado la formación de un único pétalo.

El pétalo formado tras la apertura del disco de rotura permanece sujeto a la sección de reborde 14 por medio de la sección de bisagra 22. Como se ve en la figura 3, la línea de apertura comprende dos extremos 30, 32. Estos extremos definen en general los márgenes laterales de la sección de bisagra 22, demarcando una zona en la que no se ha retirado de la región de transición ningún material que conforme el disco de rotura. En formas de realización preferidas, el desgarre del disco 10 tras la apertura termina en los extremos 30, 32. Durante la apertura del disco 10, el pétalo formado a partir de la sección abombada central 12 pivota sobre la sección de bisagra 22, proporcionando así una abertura en el disco a través de la cual puede pasar el fluido. Debido a que la línea de apertura 28 está formada en la región de transición 26 y no en el interior de modo que la totalidad de la línea de apertura 28 estaría localizada en la sección abombada 12, la abertura creada presenta un diámetro que es por lo menos tan grande como un diámetro interno de la sección de reborde.

En algunas formas de realización, la línea de apertura presenta una anchura que se extiende lateralmente a través de la región de transición y sobre por lo menos una parte de la sección de reborde 14 y/o la sección abombada 12. Por tanto, los márgenes de la línea de apertura 28 no están vinculados a la región de transición solamente. Sin embargo, en algunas formas de realización, la línea de apertura 28 debe cubrir la región de transición 26 a lo largo de toda la longitud de la línea de apertura. Todavía en formas de realización adicionales, la línea de apertura 28 comprende una característica cortada que puede comprender una pluralidad de diferentes geometrías. Por ejemplo, la característica cortada puede comprender un borde redondeado o borde achaflanado que recubre la región de transición del disco de rotura.

La línea de apertura 28 puede estar formada por numerosos procedimientos conocidos por los expertos en la materia. Preferentemente, se utiliza una fresadora mecánica para retirar el metal del disco 10. Un procedimiento de fresado a modo de ejemplo se describe en detalle en la patente U.S. n.º 8.333.212. En algunas formas de realización, la fresadora está configurada para acoplarse en la región de transición en un ángulo de 90º para producir una característica de corte de borde redondeado. Además, la fresadora puede retirar material de disco de la sección de reborde 14 y/o la sección abombada 12 además de la región de transición, de modo que la línea de apertura 28 se extienda lateralmente sobre la región de transición. Sin embargo, como se indica anteriormente, la línea de apertura 28 que se forma debe cubrir por lo menos la región de transición 26. En algunas formas de realización, la retirada del material de disco de la región de transición 26 comprende formar un borde achaflanado en la región de transición 26.

Alternativamente, la línea de apertura 28 puede formarse por una operación de fresado por láser, tal como se describe en la patente U.S. n.º 9.303.778. El fresado por láser puede utilizarse para crear cualquiera de las diversas características de concentración de esfuerzos descritas en la presente memoria. En formas de realización particulares, cualquiera que sea el procedimiento empleado, la operación de fresado no altera la estructura de grano metálico subyacente de la región de transición 26. Por el contrario, no se favorecen las operaciones de puntuación convencionales que implican el uso de un troquel para desplazar, pero no para retirar, metal dentro del disco de rotura, y se evitan en algunas formas de realización, ya que estas operaciones de puntuación introdujeron además esfuerzos en el material de disco que pueden alterar de forma impredecible características de estalle del disco. Según la presente invención, la línea de apertura 28 no añade esfuerzo al material de disco tal como a través de un cambio en la estructura de grano, sino que sirve más bien para concentrar o dirigir esfuerzos ubicados sobre el material de disco por un fluido de trabajo hasta la línea de apertura 28 y la región de transición 26, en general. Al concentrar esfuerzos procedentes del fluido de trabajo, en vez de introducir esfuerzos adicionales en el propio material, las características de estalle del disco son más predecibles.

Según la presente invención, el disco de rotura 10 es un disco que actúa hacia delante. Esto significa que el disco de rotura está configurado para abrirse cuando un fluido que actúa sobre la cara cóncava 20 de la sección abombada 12 alcanza un umbral predeterminado. En otras palabras, el disco 10 no está configurado para abrirse provocando que la concavidad de la sección abombada 12 se invierta debido a una sobrepresión que actúa sobre la cara convexa 18, como sería el caso con un disco de acción inversa. La línea de apertura 28 es la característica principal del disco 10 y, en algunas formas de realización, la única característica, que controla la presión de estalle del disco 10. En particular, el esfuerzo creado por la retirada del material de disco en la región de transición 26 durante la formación de la línea de apertura 28 determina la presión a la que debe exponerse el disco a fin de que el disco se abra. Esto contrasta con los discos de acción inversa, tales como los descritos en la patente U.S. n.º

9.303.778, en los que no es deseable que la línea de apertura controle la presión de estalle.

El disco de rotura 10 ilustrado en las figuras 1 a 3 puede utilizarse en una pluralidad de aplicaciones, pero tiene una utilidad particular en dispositivos de alivio de presión para operaciones de perforación. Un ejemplo de un dispositivo de alivio de presión de este tipo 38 se ilustra en las figuras 4-10. El dispositivo de alivio de presión 38 comprende en general un disco de rotura abombado que actúa hacia delante 10 que está posicionado entre un anillo de entrada 40 y un anillo de salida 42. El dispositivo de alivio de presión 38 está adaptado particularmente para la conexión a una columna de tubería de revestimiento de perforación, aunque se contemplan otras configuraciones y aplicaciones y está dentro del alcance de la presente invención. El anillo de entrada 40 está configurado para apoyarse sobre el lado del disco de rotura que comprende la cara cóncava 20 y comprende una pared externa circunscrita 44, una pared interna 46 y un borde de contacto de disco 48. La pared externa 44 puede comprender unos canales o surcos 49 que están configurados para recibir juntas de sellado radiales, tales como juntas tóricas, de manera que casen con otras partes de una columna de tubería de revestimiento dentro de la cual está instalado el dispositivo de alivio de presión 38. Además, la pared externa 44 y la pared interna 46 pueden comprender cada una un segmento biselado 45 y 47, respectivamente.

El anillo de salida 42 está configurado para apoyarse sobre el lado del disco de rotura 10 que comprende la cara convexa 18 y comprende también una pared externa circunscrita 50, una pared interna 52 y un borde de contacto de disco 54. Sin embargo, el anillo de salida 42 comprende además un soporte de bisagra 56 que está formado en la pared interna 52 y el borde 54. Cuando el pétalo del disco pivota hacia el anillo de salida 52 tras la apertura del disco, el soporte 56 absorbe energía de la sección de bisagra de disco 22, lo que decelera la bisagra de manera que se impida su fragmentación. Como puede verse en las figuras 4, 6 y 9, por ejemplo, el soporte de bisagra 56 está formado por lo menos parcialmente dentro de un segmento de pared 58 que forma una parte de la pared interna 52. El segmento de pared 58 comprende una superficie plana, opuesta a la superficie curvada del resto de la pared interna 52. Por tanto, el diámetro interno (D) del anillo de salida 42 es variable, midiéndose el IDE más pequeño desde un punto en el segmento de pared de bisagra 58 hasta un punto opuesto al mismo en la superficie curvada de la pared interna 52 y midiéndose el ID más grande entre cualquiera de los dos puntos opuestos sobre la superficie curvada de la pared interna 52. Está también dentro del alcance de la presente invención que se omitan el soporte 56 y/o el segmento de pared 58 de modo que el anillo de salida 42 sea sustancialmente uniforme en su configuración. La pared externa 50 comprende también un segmento biselado 60 que coopera con el segmento biselado 45 y un canto circunscrito 62 del disco de rotura 10 para formar un canal 64 dentro del cual puede recibirse una junta de sellado, tal como una junta tórica. Un taladro 66 puede formarse también dentro del anillo de salida 42 y, en particular, dentro del soporte de bisagra 56 que está configurado para recibir un pasador u otro sujetador. En las formas de realización preferidas, el disco de rotura 10 y, en particular, la sección de reborde 14, está soldado a por lo menos uno de entre el anillo de entrada 40 y el anillo de salida 42 y preferentemente a ambos. Alternativamente, el anillo de entrada 40 y el anillo de salida 42 podrían fijarse uno a otro, con el disco de rotura 10 entre ellos, a través de una pluralidad de pernos que se extienden a su través. Todavía adicionalmente, el anillo de entrada 40 y el anillo de salida 42 pueden estar configurados con unos roscados macho y hembra correspondientes que permitan que los anillos se atornillen conjuntamente con el disco de rotura 10 fijado entre ellos.

El disco de rotura 10, cuando está expuesto a un fluido de una presión predeterminada que actúa contra la cara cóncava 20 de la cúpula 16, se desgarrará a lo largo de la línea de apertura 28, proporcionando así una abertura a través del disco que presenta un diámetro que es por lo menos tan grande como un diámetro interno D. En algunas formas de realización, la línea de apertura 28 presenta un diámetro que es mayor que D para fijar que la abertura del disco crea una abertura a través del disco que presenta un diámetro que es por lo menos tan grande como D.

En funcionamiento, siendo un disco que actúa hacia delante, el disco de rotura 10 está configurado para mantener una presión predeterminada en la dirección hacia delante (es decir, actuando sobre la cara cóncava 20), y mantener alguna parte de esta presión en la dirección inversa (es decir, actuando sobre la cara convexa 18). De manera importante, el disco de rotura 10 y, en particular, la línea de apertura 28, está configurado para romperse a una presión y temperatura predeterminadas. La apertura del disco 10 tiene lugar preferentemente a lo largo del diámetro interior del anillo de salida 42 para crear un taladro pasante limpio y sin impedimentos dentro de la columna de tubería de revestimiento. El disco 10 tampoco deberá ser no fragmentante ya que el pétalo creado tras la apertura se retiene por la sección de bisagra 22. El espesor del material de disco que está localizado entre la línea de apertura 28 y un borde de intensificación de esfuerzos 68 del anillo de salida 42 controla la presión de estalle del disco de rotura 10. El borde de intensificación de esfuerzos 68 puede ser también un borde achaflanado.

En algunas formas de realización, el dispositivo de alivio de presión 38 está instalado dentro de una columna de tubería de revestimiento (no mostrada) para crear una parte aislada de la columna. Cuando la región aislada ya no se desea, la presión de fluido sobre el lado de entrada del disco 10 se incrementa. Cuando se incrementa esta presión de entrada, el esfuerzo sobre el disco 10 se amplifica en la ubicación de la línea de apertura 28 (es decir, la característica de concentración de esfuerzos) y se incrementa además con la característica de intensidad de esfuerzos 68 del anillo de salida 42. Cuando el esfuerzo excede la resistencia del material, tiene lugar un fallo de cizalladura sobre una línea que conecta estas dos características. La apertura continúa a lo largo de esta línea en toda la línea completa de apertura 28, deteniéndose en los puntos extremos 30, 32 de la línea de apertura 28 que

está alineada con el soporte de bisagra 56. El disco 10 se abre contra el soporte de bisagra 56, creando una abertura en la línea de apertura 28 que es por lo menos la misma que un diámetro interior D del anillo de salida 42. En algunas formas de realización, si el disco falla al abrirse completamente, puede utilizarse un mecanismo (no mostrado) para empujar el disco completamente abierto.

REIVINDICACIONES

1. Disco de rotura abombado que actúa hacia delante (10) que comprende:
- 5 una sección abombada central (12) que comprende una cúpula cóncavo-convexa (16);
una sección de reborde anular plana (14) que rodea la sección abombada central (12);
una región de transición (26) que es intermedia con la sección abombada central (12) y la sección de reborde
10 (14) y las interconecta; y
una línea de apertura (28) que recubre la región de transición (26), comprendiendo la línea de apertura (28)
una zona que debilita el disco de rotura (10), de tal forma que cuando una presión de un fluido que actúa sobre
15 una cara cóncava (20) de la cúpula (16) alcanza un umbral predeterminado, el disco de rotura (10) se desgarrará
a lo largo de la línea de apertura (28), proporcionando así una abertura a través del disco (10) que presenta un
diámetro que es por lo menos tan grande como un diámetro interno de la sección de reborde (14),
caracterizado por que
20 el material que conforma el disco de rotura (10) se ha retirado del disco en la zona de la línea de apertura (28)
debilitando el disco de rotura sin alterar la estructura de grano metálico en la región de transición (26).
2. Disco de rotura (10) según la reivindicación 1, en el que la línea de apertura (28) tiene forma de C y en el que
25 el disco de rotura (10) comprende además una sección de bisagra (22) alrededor de la cual pivota la sección
abombada central (12) tras desgarrarse el disco de rotura (10) a lo largo de la línea de apertura (28), estando la
sección de bisagra (22) definida por un par de regiones extremas (30, 32) de la línea de apertura (28) en la que no
se ha retirado ningún material que conforma el disco de rotura (10) de la región de transición (26).
3. Disco de rotura (10) según la reivindicación 1, en el que la cúpula (16) es no concéntrica.
- 30 4. Disco de rotura (10) según la reivindicación 1, en el que la línea de apertura (28) se extiende lateralmente a
través de la región de transición (26) y sobre por lo menos una parte de la sección de reborde (14) y/o de la sección
central abombada (12).
- 35 5. Dispositivo de alivio de presión (38) que comprende:
un disco de rotura abombado que actúa hacia delante (10) según la reivindicación 1 que está fijado entre un
anillo de entrada (40) y un anillo de salida (42),
40 el anillo de entrada (40) configurado para apoyarse sobre un lado del disco de rotura que comprende una cara
cóncava (20) de la cúpula (16),
el anillo de salida (42) configurado para apoyarse sobre un lado del disco de rotura que comprende una cara
convexa (18) de la cúpula (16) y que presenta un diámetro interno D,
45 el disco de rotura (10), cuando está expuesto a un fluido de una presión predeterminada que actúa contra la
cara cóncava (20) de la cúpula, se desgarrará a lo largo de la línea de apertura (28), proporcionando así una
abertura a través del disco (10) que presenta un diámetro que es por lo menos tan grande como D.
- 50 6. Dispositivo de alivio de presión (38) según la reivindicación 5, en el que la línea de apertura (28) tiene forma
de C, y en el que el disco de rotura (10) comprende además una sección de bisagra (22) alrededor de la cual pivota
la sección abombada central (12) tras desgarrarse el disco de rotura (10) a lo largo de la línea de apertura (28),
estando la sección de bisagra (22) definida por un par de regiones extremas (30, 32) de la línea de apertura (28)
en la que no se ha retirado ningún material que conforma el disco de rotura (10) de la región de transición (26), y
55 en el que el anillo de salida (42) comprende un soporte de bisagra (56) que está configurado para acoplarse con
la sección de bisagra (22) y soportarla tras abrirse el disco de rotura (10) de manera que se impida la fragmentación
de la sección abombada (12).
7. Dispositivo de alivio de presión (38) según la reivindicación 5, en el que la cúpula (16) es no concéntrica.
- 60 8. Dispositivo de alivio de presión (38) según la reivindicación 5, en el que la línea de apertura (28) se extiende
lateralmente a través de la región de transición (26) y sobre por lo menos una parte de la sección de reborde (14)
y/o la sección central abombada (12).
- 65 9. Dispositivo de alivio de presión (38) según la reivindicación 5, en el que la línea de apertura (28) comprende
una característica de intensificación de esfuerzos (68) que recubre la región de transición (26) del disco de rotura

(10) y está configurada para concentrar los esfuerzos dentro del disco de rotura (10) sobre la línea de apertura (28), y en el que la característica de intensificación de esfuerzos (68) comprende un borde achaflanado o redondeado.

5 10. Dispositivo de alivio de presión (38) según la reivindicación 5, en el que el disco de rotura (10) está soldado a por lo menos uno de entre los anillos de entrada y salida (40, 42) o atornillado entre los anillos de entrada y salida (40, 42).

10 11. Dispositivo de alivio de presión (38) según la reivindicación 5, en el que los anillos de entrada y salida (40, 42) están configurados con unos roscados macho y hembra correspondientes, y en el que los anillos de entrada y salida (40, 42) están atornillados conjuntamente con el disco de rotura (10) fijado entre ellos.

15 12. Procedimiento de fabricación de un disco de rotura abombado que actúa hacia delante (10) formado a partir de un material de disco que comprende retirar material de disco del disco de rotura (10) dentro de una región de transición (26) del disco de rotura (10) para formar una línea de apertura (28) que recubre la región de transición (26), siendo la región de transición (26) intermedia con una sección abombada central (12) y una sección de reborde anular plana (14) que rodea la sección abombada central (12) e interconectándolas, siendo el material retirado de disco del disco de rotura (10) sin alterar la estructura de grano metálico en la región de transición (26).

20 13. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la etapa de retirado del material de disco de la región de transición (26) comprende fresar el material de disco con una fresadora mecánica o con un láser.

25 14. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la línea de apertura (28) está formada sobre el mismo lado del disco de rotura (10) como una cara cóncava (20) de la sección abombada central (12).

30 15. Procedimiento según la reivindicación 12, en el que la etapa de retirado del material de disco de la región de transición (26) comprende asimismo retirar material de disco de por lo menos una parte de la sección de reborde (14) y/o la sección central abombada (12), de modo que la línea de apertura (28) se extienda lateralmente a través de la región de transición (26) y sobre por lo menos una parte de la sección de reborde (14) y/o la sección central abombada (12).

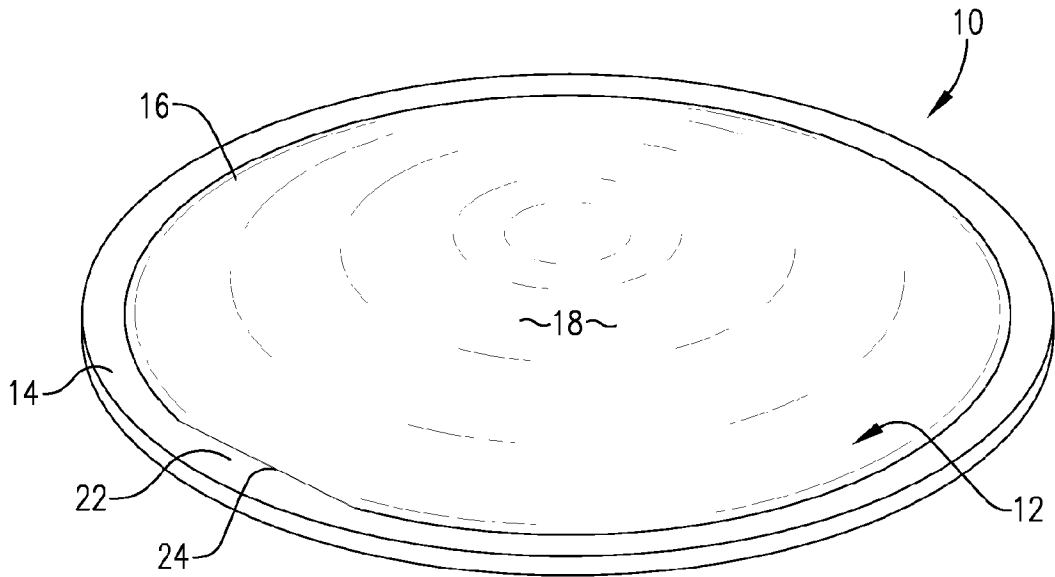


FIG. 1

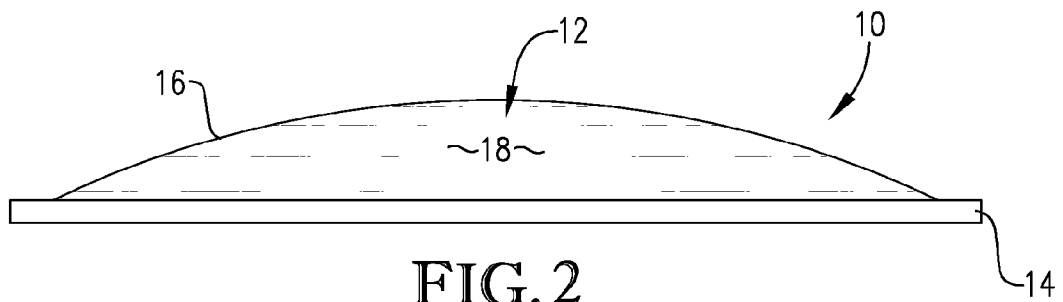


FIG. 2

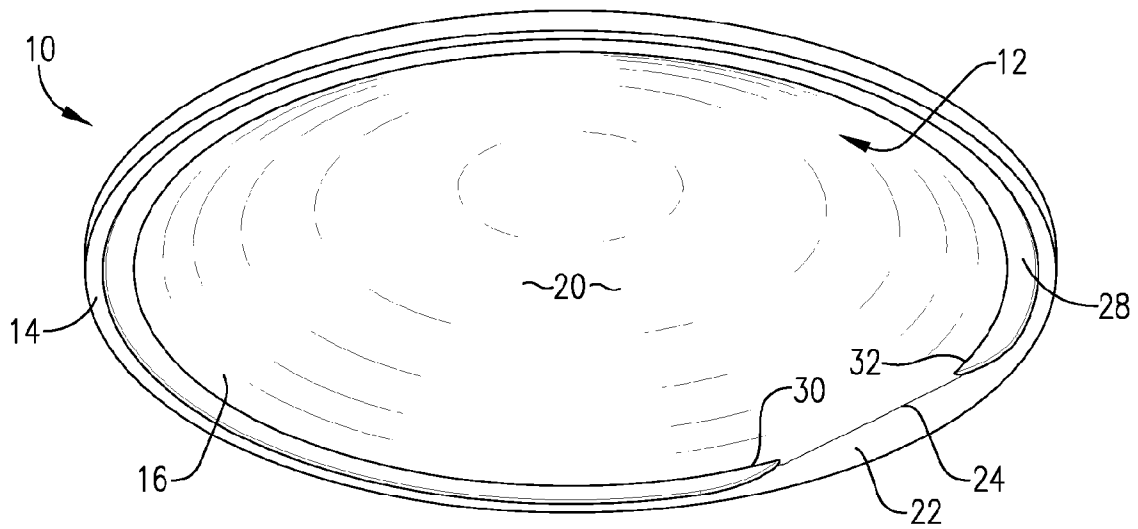


FIG. 3

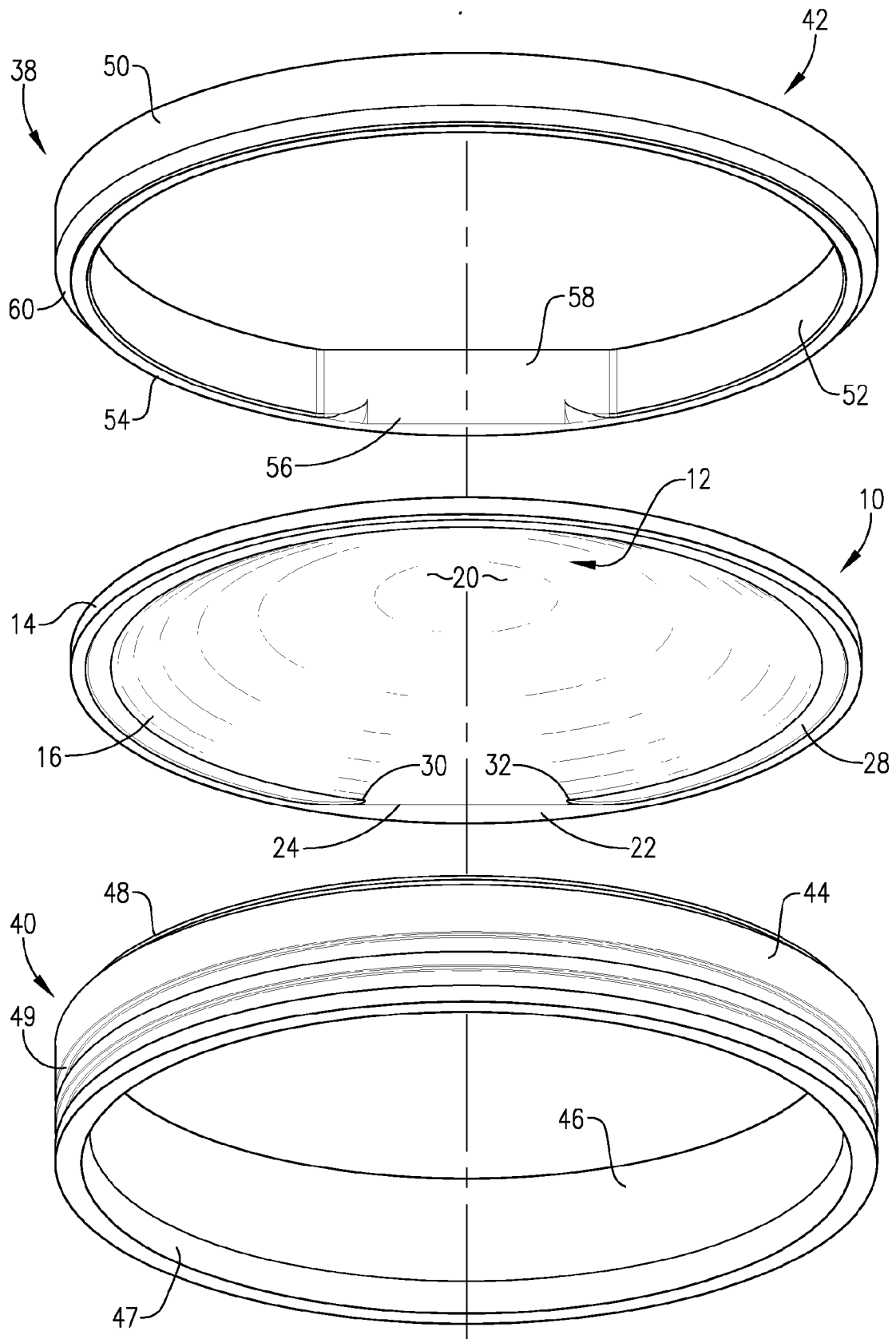


FIG. 4

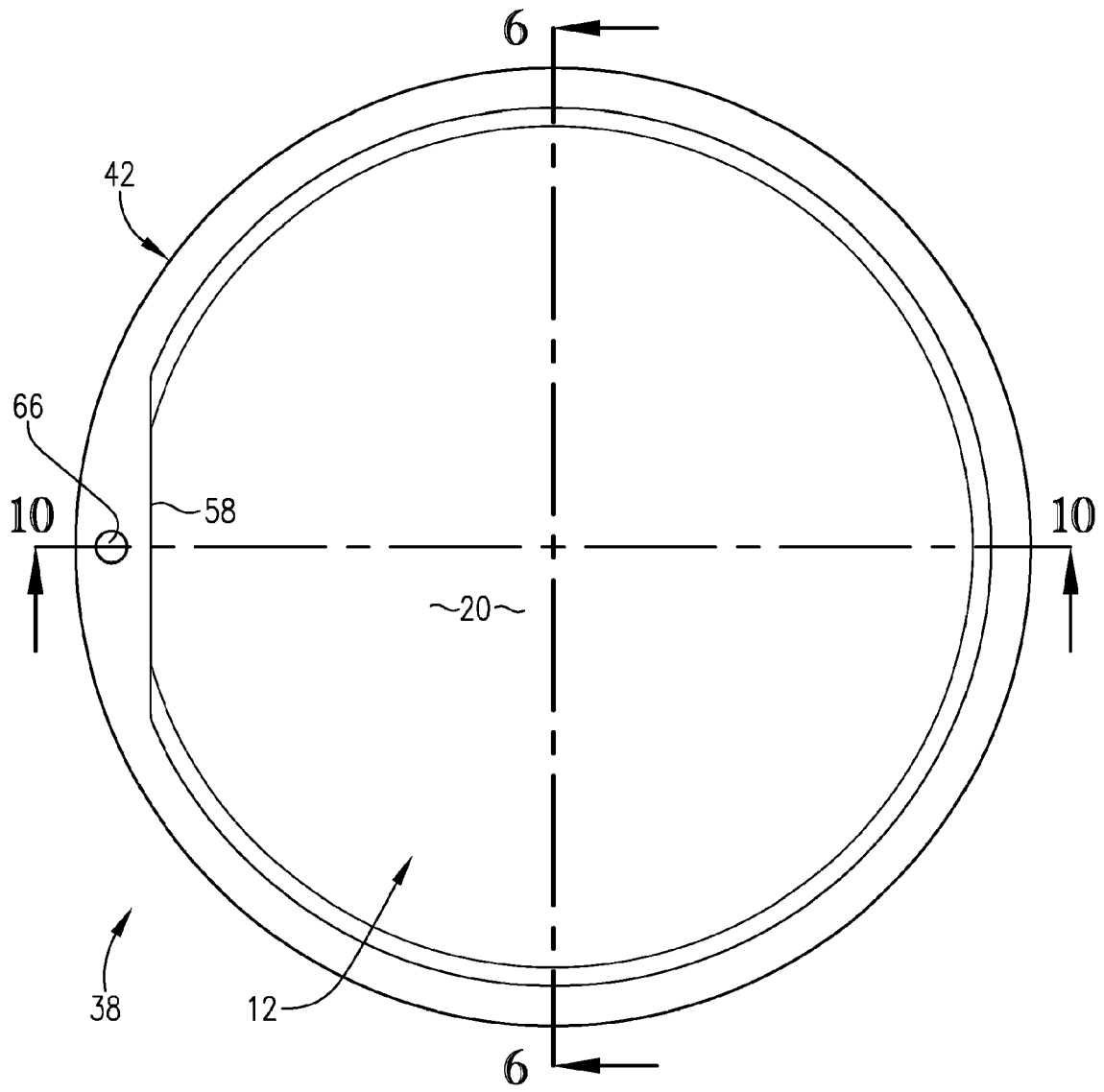


FIG. 5

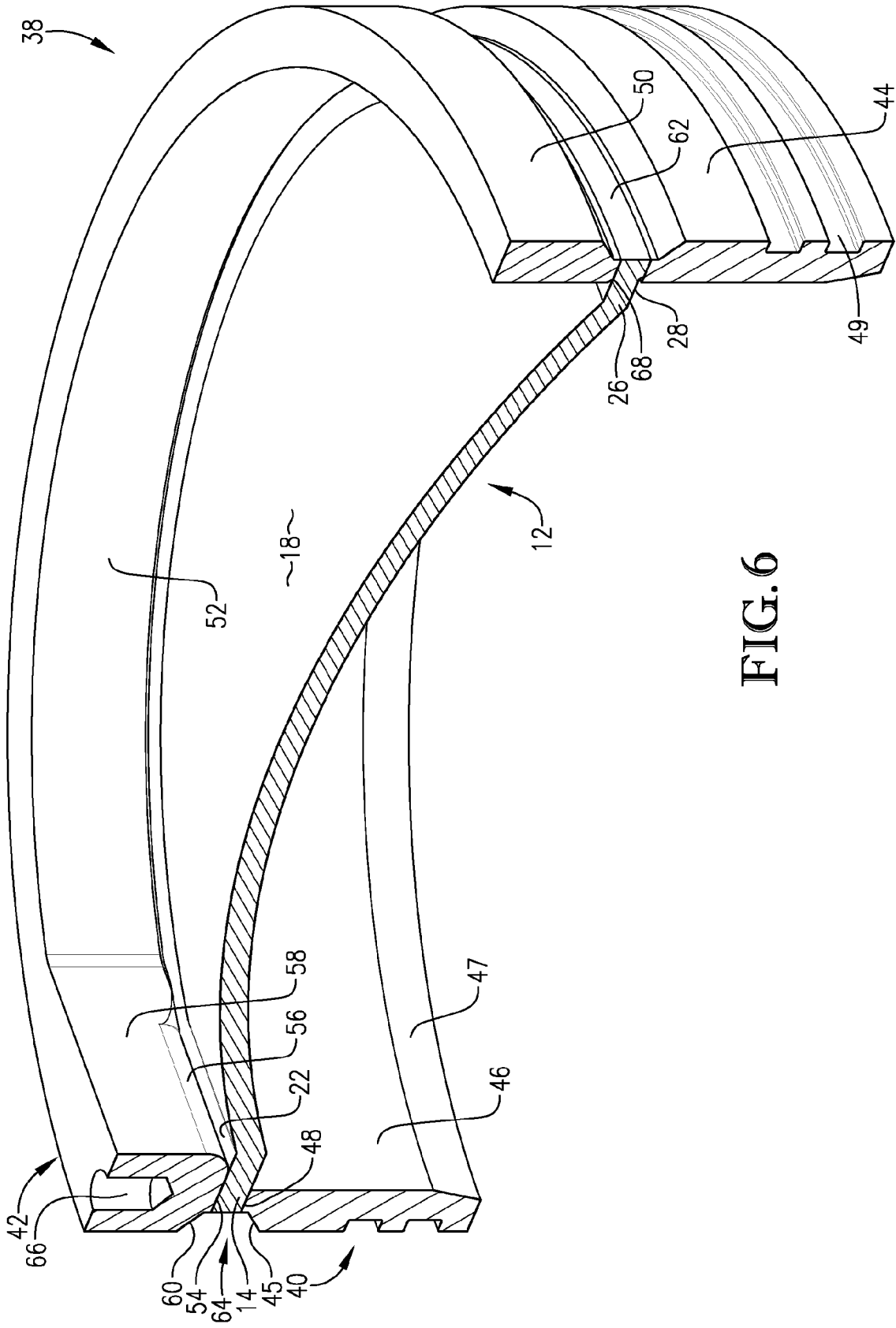


FIG. 6

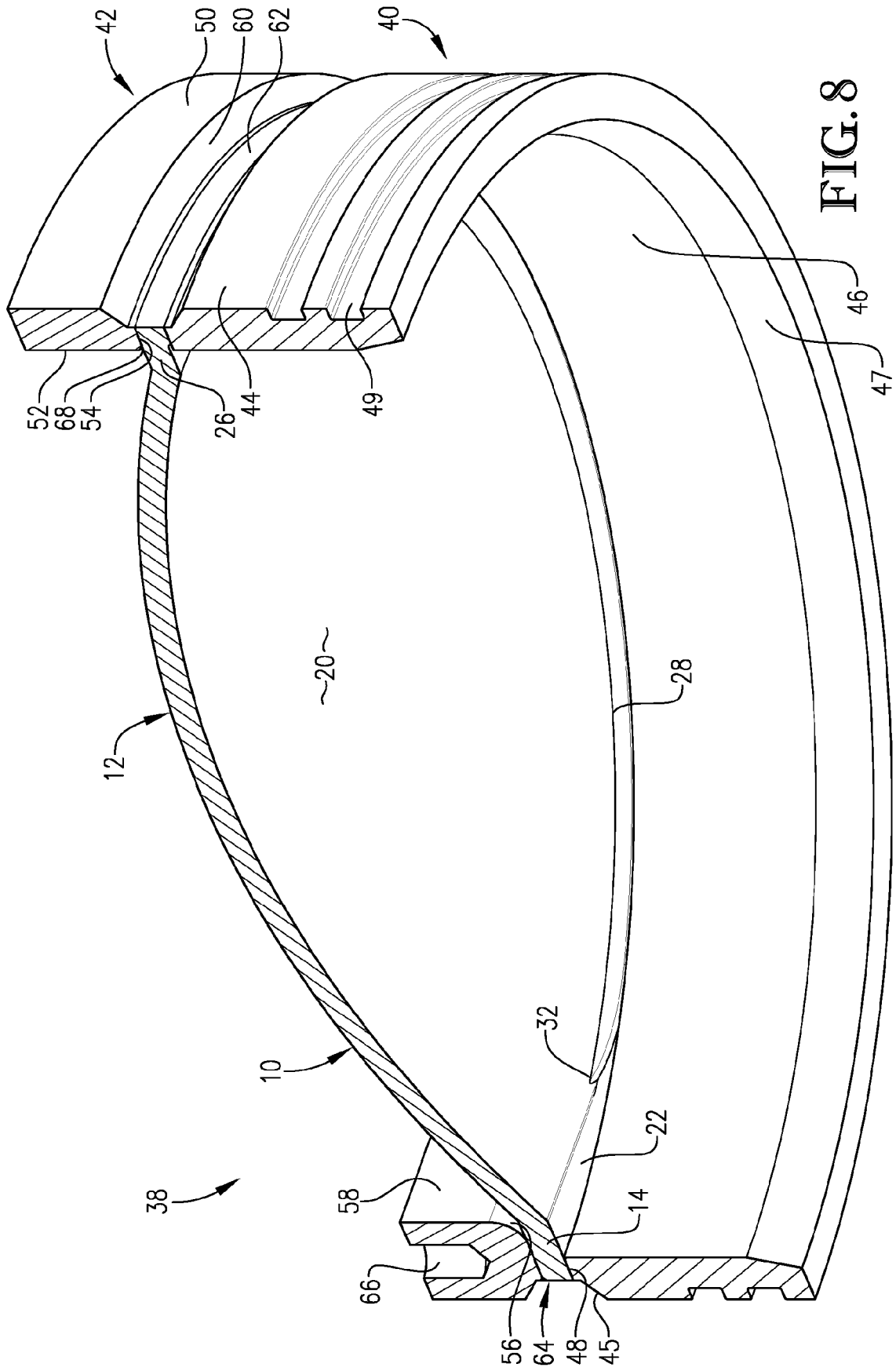


FIG. 8

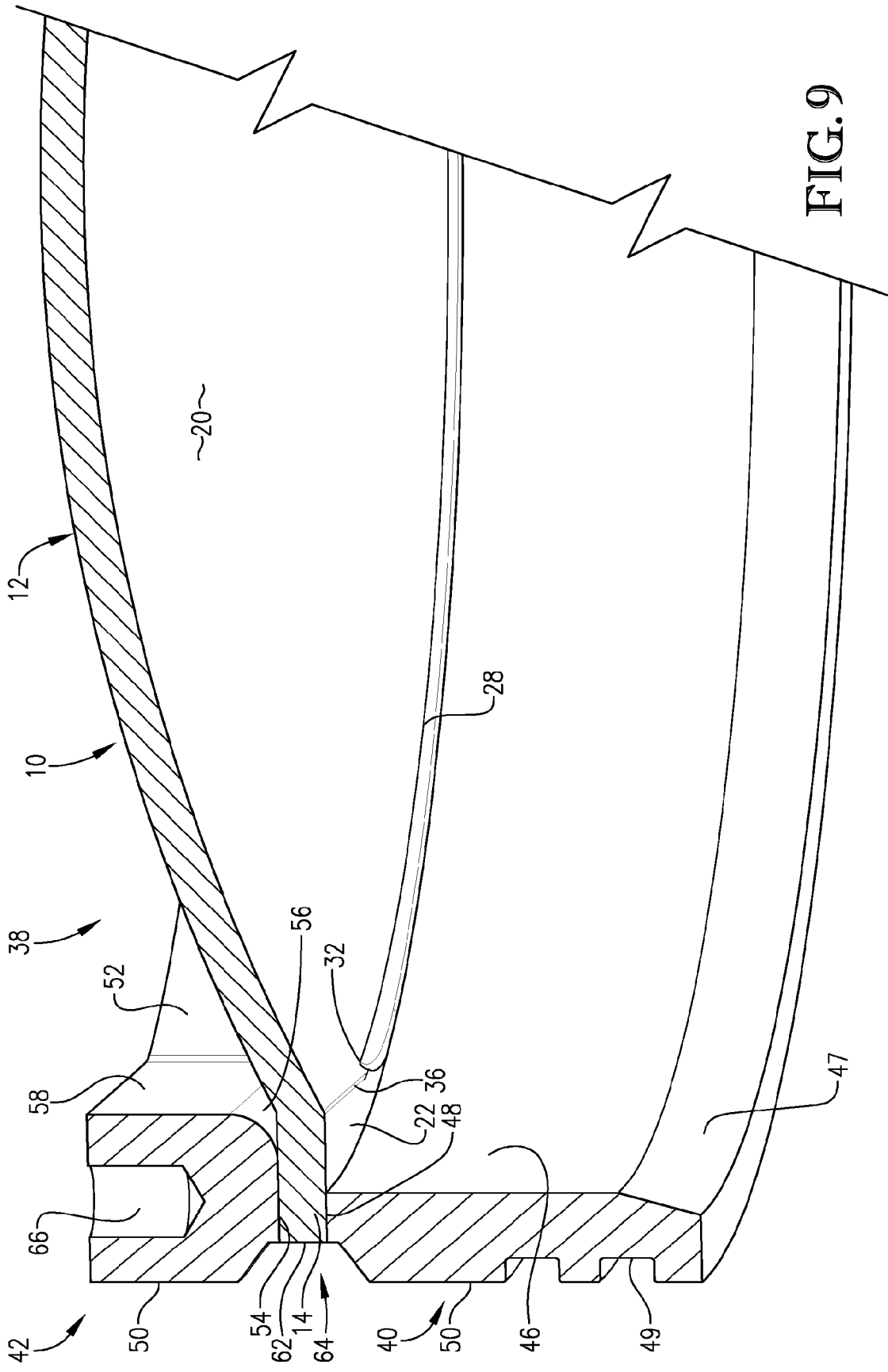


FIG.9

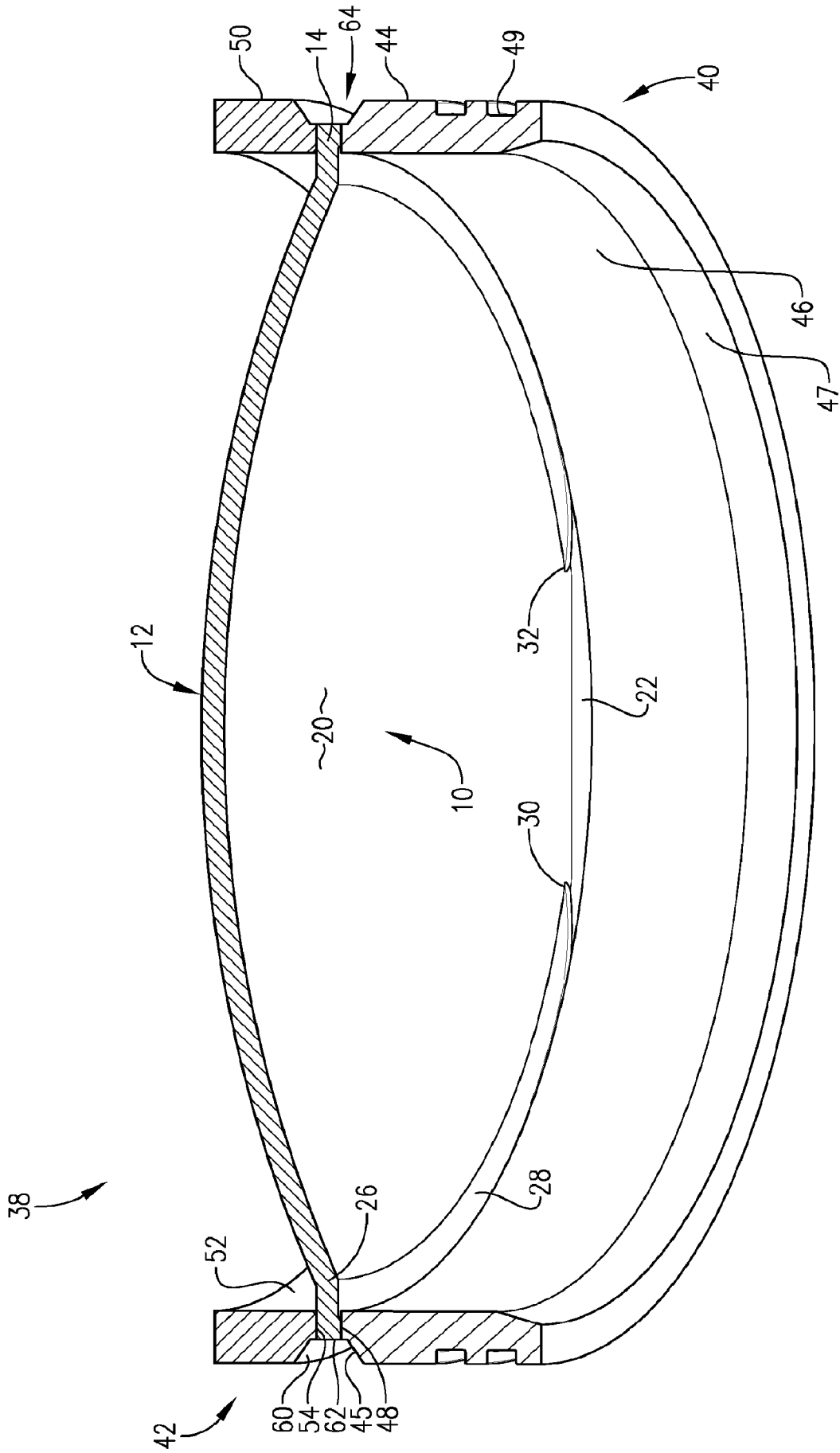


FIG.10