(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 522 298**

(51) Int. Cl.:

E21B 34/08 (2006.01)
E21B 34/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2008** **E 08728513 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014** **EP 2129866**

(54) Título: **Conjunto de disco de ruptura que resiste contrapresiones mucho más altas que la presión de actuación**

(30) Prioridad:

30.01.2007 US 668993

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2014

(73) Titular/es:

FIKE CORPORATION (100.0%)
704 SW 10TH STREET
BLUE SPRINGS, MO 64015, US

(72) Inventor/es:

STOKES, JEFFREY A.;
HIBLER, DONALD R., JR y
MALCOLM, EDDIE R.

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 522 298 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

Conjunto de disco de ruptura que resiste contrapresiones mucho más altas que la presión de actuación

Antecedentes de la invención

Campo de la invención

Esta invención se refiere a una unidad de disco de ruptura de activación que puede resistir una contrapresión sustancialmente más alta que su presión de activación de explosión. Un problema principal en la exploración y recuperación petrolífera es el fallo de los dispositivos de activación de presión. Aunque la unidad de disco de ruptura tiene una utilidad particular para activar cualquiera de varios dispositivos de producción y finalización de fondos de pozo en el campo petrolífero, puede usarse para otras aplicaciones que requieren resistir una alta contrapresión diferencial incluyendo de alta mar, aeroespaciales, de transformadores y recipientes de alta presión.

El disco de activación puede resistir preferiblemente al menos aproximadamente 1380 bar (20.000 psig) de contrapresión diferencial, o superiores, por ejemplo, 2410 bar (35.000 psig) hasta incluso aproximadamente 3445 bar (50.000 psig), al tiempo que puede romperse a una presión de activación del orden de 68,9 a 552 bar (1.000 a 8.000 psig). La presión de explosión para un disco de diámetro de 6,35 mm (1/4 in.) será de aproximadamente 68,9 bar (1.000 psig), e inferiores a esa presión para discos de mayor tamaño hasta del 90% del índice de operación. Además, el disco de ruptura de la unidad de manera deseable no experimentará una fatiga excesiva cuando se someta a al menos aproximadamente 100 ciclos de contrapresión completa al 90% de la presión de explosión, y debe funcionar de manera fiable dentro de un intervalo de temperatura desde tan bajas como 4,4ºC (40ºF) hasta tan elevadas como 177ºC (350ºF), que normalmente pueden encontrarse en el fondo de un pozo petrolífero.

Descripción de la técnica anterior

Se han empleado discos de ruptura previamente en una variedad de aplicaciones de fondos de pozos petrolíferos. En la patente estadounidense n.º 5.996.696, se proporciona un aparato para someter a prueba la integridad de las tuberías de suministro de petróleo con un revestimiento de pozo petrolífero. Un soporte tubular conectado a la sección inferior de una serie de secciones ensartadas de tubos sucesivos está dotado de un disco de ruptura que cierra normalmente el conducto pasante en el soporte. La sarta de tubos, con el soporte en su sitio, está sometida a una presión de líquido suficiente para someter a prueba la integridad de la conexión entre pares adyacentes de secciones de tubería. Una vez que se ha determinado que no hay fugas en ninguna de las conexiones de las secciones ensartadas de tubos, la sarta de tubería se somete a sobrepresión hasta romper el disco, abriendo de ese modo el soporte y proporcionando un conducto pasante que se comunica con la sarta de tubos. En esta aplicación de disco de ruptura para pruebas en pozos, la presión en lados opuestos del disco de ruptura nunca supera la capacidad del disco de resistir la contrapresión diferencial.

En otra aplicación de disco de ruptura en fondos de pozos, se monta un disco de ruptura en la pared lateral de un soporte tubular conectado a la sección más inferior de una sarta de tubos, inmediatamente por encima de un vástago de succión u otro tipo de bomba. Cuando se requiere el mantenimiento o la sustitución de la bomba, lo que puede variar en frecuencia de semanas a meses dependiendo de las condiciones en el fondo del pozo, la sarta de tubería puede someterse a sobrepresión desde una fuente de presión en superficie hasta romper el disco, permitiendo de ese modo que el líquido en la sarta de tubos se drene de la sarta a medida que se suben secuencialmente las secciones hacia la superficie y se desconectan una a una. De esta manera, se evita el derrame de petróleo de cada sección a medida que se retiran del pozo y se desconectan de la sección de tubo debajo de la misma. De nuevo en este caso, el diferencial de presión sobre el disco de válvula de descarga no es tan grande como para provocar la ruptura prematura del disco.

El documento GB 2 051 959 A se refiere a un soporte de vacío para su uso a la hora de soportar un disco de seguridad de grafito rompible para que no se flexione cuando se somete a presión subatmosférica en un lado del mismo, que no impide la obtención de una sección transversal de flujo de salida libre máxima cuando se somete el disco a una presión de explosión y puede usarse tras ello, que está constituido por un disco compuesto por una pluralidad de anillos de grafito concéntricos compuestos cada uno por al menos dos partes y que tienen una sección transversal prismática, estando inclinados los márgenes de la sección transversal de los anillos que descansan sobre las superficies de prisma hacia abajo en la dirección del eje del disco en la cara del mismo que, durante su uso, puede someterse a una presión suficiente para provocar la ruptura del disco de grafito rompible. Debido a que las partes separadas del disco de soporte de vacío están enchavetadas entre sí, cuando la presión a la que están sometidas es menor que la presión exterior, el disco no se hunde y cuando la presión aumenta, las partes separadas se fuerzan contra el disco de grafito rompible de modo que se fuerzan fuera del soporte por tanto de manera concomitante con la ruptura del dispositivo de seguridad para de ese modo liberar toda la sección transversal disponible.

Sin embargo, existe desde hace tiempo en la técnica la necesidad de una unidad de disco de ruptura de activación que pueda resistir contrapresiones diferenciales variables muy altas, pero que al mismo tiempo pueda abrirse selectivamente de manera fiable bajo una presión de activación significativamente más baja.

Sumario de la invención

La necesidad previamente sin resolver se refería a una unidad de disco de ruptura de activación que resistiera contrapresiones diferenciales extremadamente altas en comparación con la presión de activación de diseño, y que resistiera de manera fiable al menos 100 ciclos de contrapresión completa al 90% de la presión de explosión a temperaturas que oscilan desde tan bajas como 4,4ºC (40ºF) hasta tan elevadas como 177ºC (350ºF). La unidad de disco de ruptura tenía que poder sellarse con una junta tórica, poder instalarse y sustituirse fácilmente en un elemento de soporte, ser económica de fabricar, y poder resistir las condiciones corrosivas que a menudo se encuentran en perforaciones de pozo de campos petrolíferos. La presente invención ha resuelto estos complejos problemas.

La unidad de disco de ruptura incluye un alojamiento que tiene un conducto de activación por fluido y un disco de ruptura abombado en relación de bloqueo de fluido normal con el conducto. Una parte del conducto de fluido es de sección decreciente en una dirección de manera que la entrada de fluido de la parte de sección decreciente tiene un área menor al área de la salida de fluido. Un disco de ruptura abombado está montado dentro del alojamiento en disposición con la sección central del mismo en relación de bloqueo de fluido con la salida de la parte de sección decreciente del conducto de fluido de activación. La superficie convexa del disco de ruptura está orientada en una dirección que se aleja del extremo más grande del conducto de activación por fluido de sección decreciente. Un tapón sólido de sección decreciente, generalmente cónico y autoliberable se aloja de manera complementaria en el conducto de sección decreciente con la cara del extremo más grande del mismo en acoplamiento ajustado con la superficie cóncava de la sección abombada del disco de ruptura. El tapón es de masa suficiente para soportar e impedir la ruptura del disco bajo una alta contrapresión diferencial aplicada contra el disco de ruptura en un sentido hacia la cara más grande del tapón a medida que el tapón se calza en el conducto de sección decreciente. Sin embargo, el tapón se libera fácilmente del conducto de sección decreciente cuando se aplica una presión de activación al tapón en un sentido hacia la superficie cóncava del disco de ruptura, permitiendo de ese modo la ruptura de la sección abombada del disco.

En una realización de la invención se proporciona un componente en asociación operativa con el tapón para capturar el tapón al salirse el mismo del conducto de fluido bajo presión de fluido contra el mismo. El componente puede ser en forma de dispositivo en forma de T en el que la parte de vástago del mismo está unida al tapón mientras que la pieza transversal del dispositivo está ubicada fuera del conducto de fluido. La parte de vástago del dispositivo es de una longitud tal que el tapón puede desplazarse sustancialmente desde el conducto de fluido antes de que la pieza transversal del dispositivo entre en contacto y quede limitada por el alojamiento tubular de la unidad de activación. Otra forma de dispositivo de captura puede comprender un disco secundario interpuesto entre el tapón y el disco de ruptura principal, teniendo el disco secundario una línea de debilidad en forma de U que presenta una sección de bisagra que está unida por soldadura o similar al tapón. Tras la salida por presión de fluido del tapón del conducto de fluido, el tapón se captura y mantiene dentro del alojamiento ya que la sección de bisagra en forma de U conectada al tapón se dobla alejándose del cuerpo principal del disco secundario.

El diámetro del área abombada del disco de ruptura es variable, pero normalmente está dentro del intervalo de aproximadamente 3,18 mm (1/8 in.) a aproximadamente 102 mm (4 in.), aunque pueden emplearse tamaños más grandes para aplicaciones de resistencia de alta presión específicas. El tapón cónico, que tiene una cara de extremo hemisférica, tiene un tamaño y masa para soportar la sección central del disco de ruptura bajo una presión de al menos aproximadamente diez veces superior a la presión de activación del disco de ruptura. La relación de la presión de activación con respecto a la presión resistida diferencial de la unidad es preferiblemente de desde aproximadamente 1:10 hasta aproximadamente 1:50, aunque la unidad puede usarse en aplicaciones en las que la relación de presión de activación con respecto a la presión resistida diferencial es del orden de 1:2. La relación de la altura máxima de la sección abombada del disco de ruptura con respecto al diámetro de la sección abombada es de aproximadamente 1:2,5. La relación del diámetro máximo del tapón con respecto a la longitud axial máxima del mismo es de aproximadamente 0,7. Aunque pueden usarse una variedad de materiales para la fabricación de la unidad de disco de ruptura de activación, el alojamiento de unidad y el tapón están construidos preferiblemente de material de barra de acero inoxidable y el disco de ruptura de Inconel.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de un lado de una realización de la unidad de disco de ruptura de activación de esta invención;

la figura 2 es una vista en perspectiva del lado opuesto de la unidad de disco de ruptura de activación ilustrada en la figura 1;

la figura 3 es una vista desde arriba de la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 1;

la figura 4 es una vista en planta de la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 1;

la figura 5 es una vista desde abajo de la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 1;

la figura 6 es una vista en perspectiva en despiece ordenado ampliada de la unidad de disco de ruptura de la figura 1;

la figura 7 es una vista en sección transversal vertical ampliada de la unidad de disco de ruptura de la figura 1 y tomada por la línea 7-7 de la figura 3;

la figura 8 es una vista en sección transversal vertical esquemática a través de un aparato que puede usarse en el fondo de un pozo petrolífero, por ejemplo, que ilustra la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 1 montada en posición operativa en una camisa de pistón del aparato;

la figura 9 es una vista en sección transversal horizontal esquemática a través del aparato de la figura 8 con partes retiradas por claridad;

la figura 10 es una vista en perspectiva de un lado de otra realización de la unidad de disco de ruptura de activación de esta invención;

la figura 11 es una vista en perspectiva del lado opuesto de la unidad de disco de ruptura de activación ilustrada en la figura 10;

la figura 12 es una vista desde arriba de la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 10;

la figura 13 es una vista en planta de la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 10;

la figura 14 es una vista desde abajo de la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 10;

la figura 15 es una vista en perspectiva en despiece ordenado ampliada de la unidad de disco de ruptura de la figura 10;

la figura 16 es una vista en sección transversal vertical ampliada de la unidad de disco de ruptura de la figura 10 y tomada por la línea 16-16 de la figura 12;

la figura 17 es una vista en perspectiva de un lado de una realización alternativa de la unidad de disco de ruptura de activación que incluye un componente que puede funcionar para capturar y mantener el tapón dentro del alojamiento al salirse el mismo del conducto de fluido del alojamiento;

la figura 18 es una vista en sección transversal vertical de la unidad de disco de ruptura de activación de la figura 17;

la figura 19 es una vista en sección transversal vertical similar a la figura 17, y que muestra la manera en la que el componente de captura impide que el tapón salga despedido del alojamiento de unidad tras la activación de la unidad;

la figura 20 es una vista en perspectiva de un disco secundario que puede incorporarse en el alojamiento de la unidad de disco de ruptura de activación para capturar el tapón e impedir que salga despedido del alojamiento de unidad;

la figura 21 es una vista en sección transversal vertical de la realización alternativa de la unidad de disco de ruptura de activación que incorpora el disco de captura de tapón secundario que impide que el tapón salga despedido del alojamiento;

la figura 22 es una vista en sección transversal vertical de la realización de la figura 21, que ilustra la manera en la que se captura el tapón y se impide que salga despedido del alojamiento tras la activación de la unidad; y

la figura 23 es una vista en sección transversal vertical similar a la figura 7, que ilustra otra realización de la invención en la que el tapón que soporta la sección central del disco de ruptura puede estar dotado de un conducto de fluido pequeño que se extiende axialmente a través del mismo.

Descripción detallada de la realización preferida

La unidad de disco de ruptura de activación de la realización de esta invención ilustrada en las figuras 1-6 se designa de manera general por el número 20. La unidad 20 de disco de ruptura está dotada de un alojamiento 22 tubular preferiblemente mecanizado a partir de material de barra de acero inoxidable. El alojamiento 22 tiene un cuerpo 24 de entrada anular de acero inoxidable y un elemento 26 de salida anular de acero inoxidable separado. Un disco 28 de ruptura abombado de Inconel tiene una parte 28a periférica plana colocada entre el cuerpo 24 y el elemento 26, como se ilustra de la mejor manera en la figura 7. Otros materiales que pueden usarse para la fabricación del disco 28 de ruptura incluyen acero inoxidable, Hasteloy y aluminio, entre otros. Los márgenes externos del cuerpo 24 y el elemento 26, así como el borde externo de la parte 28a periférica del disco 28 de ruptura abombado están unidos preferiblemente por soldadura o similar para formar un conjunto unitario.

El elemento 26 tiene un conducto 30 de activación por fluido central que incluye un segmento 32 cilíndrico más externo que es coaxial y se comunica con una parte 34 de conducto de sección decreciente, preferiblemente cónica, del conducto 30. La parte 34 tiene una longitud axial mayor que el segmento 32 cilíndrico. Se prefiere que la angularidad de la parte 34 de sección decreciente del conducto 30 de activación esté dentro del intervalo de desde aproximadamente 16º hasta aproximadamente 35º.

La parte 36 de conducto de descarga de fluido del conducto 30, que se extiende a través del cuerpo 24 de entrada anular es coaxial con respecto al conducto 30 y de diámetro sustancialmente mayor que la parte 34 de conducto del conducto 30 de activación. El diámetro de la parte 36 de conducto es preferiblemente el mismo que el diámetro de la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura. La superficie 40 externa de la parte 42 de labio anular unitaria que se extiende hacia dentro del elemento 26 de salida está curvada para acoplarse de manera complementaria a la cara 44 cóncava interna de la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura.

Un tapón 46 monolítico sólido de sección decreciente, generalmente cónico y autoliberable, está colocado en el conducto 34 de sección decreciente en acoplamiento complementario con el mismo. El tapón 46 tiene preferiblemente una longitud axial generalmente igual a la longitud axial de la parte 34 de sección decreciente del conducto 30 de activación. El segmento 48 de cara de extremo hemisférico del tapón 46 está configurado para acoplarse de manera complementaria a y soportar la cara 44 cóncava interna de la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura. El borde circular externo de la parte 42 de labio del elemento 26 de salida anular debe estar configurado para fusionarse de manera suave con el borde que se extiende circunferencialmente del segmento 48 de cara de extremo hemisférico del tapón 46. Una línea tangente a la superficie curvada externa del tapón 46 está preferiblemente a un ángulo de 25º con respecto a una línea imaginaria paralela al eje del tapón cónico, y se extiende a través del borde en el que el segmento 48 de cara de extremo se fusiona con la superficie curvilínea del tapón. Un “tapón autoliberable” tal como se usa en el presente documento significa que si la sección decreciente del tapón y el conducto asociado para el mismo es demasiado estrecha, el tapón 46 tenderá a calzarse en el conducto de sección decreciente. Por otro lado, si el ángulo de la sección decreciente es demasiado grande, el tapón 46 tenderá a desplazarse y no se mantendrá correctamente en su sitio bajo cargas de alta presión. La cara 50 del tapón 46 es preferiblemente plana, y está ubicada en alineación con la zona de unión del segmento 32 cilíndrico del conducto 30 con la parte 34 de sección decreciente. El tapón 46 también está fabricado preferiblemente de acero inoxidable.

La parte 36 de conducto en el cuerpo 24 de entrada anular es de configuración con sección transversal hexagonal para recibir una herramienta de instalación y retirada hexagonal y está dotada de seis cavidades 52 con sección transversal en forma de V, separadas, que se extienden axialmente y dirigidas hacia dentro, para albergar la herramienta. EL cuerpo 24 de entrada anular tiene roscas 54 externas para mantener la unidad 20 de disco de ruptura en una posición fija en la estructura en la que la unidad 20 se monta mediante enroscado.

Para la mayoría de las aplicaciones de la unidad 20 de disco de ruptura de activación, el alojamiento tubular compuesto por el cuerpo 24 de entrada anular y el elemento 26 de salida anular está dimensionado para albergar discos de ruptura que tienen una sección 38 abombada que son de diámetros que oscilan entre aproximadamente 3,18 mm (1/8 in.) y aproximadamente 102 mm (4 in.). Se ha encontrado que proporcionando un tapón 46 de acero inoxidable en el que la relación del diámetro máximo del tapón con respecto a la longitud axial máxima del mismo es de aproximadamente 0,7, el tapón 46 es de masa suficiente para soportar e impedir la ruptura de la sección 38 abombada central del disco 28 de ruptura bajo un contrapresión diferencial al menos aproximadamente diez veces mayor que la presión de activación de la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura. La sección decreciente de la parte 34 de conducto, y la correspondiente sección decreciente de la superficie curvada del tapón 46 cónico, está preferiblemente dentro del intervalo de 16º a 35º, y lo más preferiblemente aproximadamente 25º. Manteniendo el ángulo de la sección decreciente dentro de ese intervalo, el tapón 46 es autoliberable a una presión de activación lo más deseable dentro del intervalo de desde aproximadamente 68,9 bar (1.000 psig) hasta 552 bar (8.000 psig), y lo más habitualmente en el intervalo de 34,5 a 414 bar (de 5.000 a 6.000 psig). Aunque el acero inoxidable es un material preferido para la construcción del alojamiento 20 y el tapón 46, pueden usarse otros materiales de metal equivalentes, dependiendo de la contrapresión diferencial que debe resistirse durante el uso de la unidad 20 de disco de ruptura de activación. Materiales alternativos para el alojamiento incluyen metales tales como Inconel,

Hasteloy y aluminio, mientras que el tapón 46 puede fabricarse, además, de composiciones cerámicas, materiales de resina sintética reforzada tales como resinas epoxídicas, grafitos u otros materiales frangibles similares, productos carbonosos reforzados con fibra de vidrio, o aleaciones fundibles o eutécticas de bajo punto de fusión que se funden, por ejemplo, a una temperatura dentro del intervalo de aproximadamente 149ºC a 177ºC (de 300ºF a 350ºF).

Un tapón 46 a modo de ejemplo previsto para su uso con un disco de ruptura que tiene una sección 38 abombada de 6,35 mm (1/4 in.) puede, por ejemplo, fabricarse de varillas de barra de acero inoxidable 316 que es de 6,35 mm (1/4 in.) de diámetro y de 9,52 mm (3/8 in.) de largo. La superficie 48 curvada de este tapón normalmente tendrá un radio de 3,91 mm (0,154 in.). El diámetro máximo global del tapón 46 medido en el borde circunferencial del segmento 48 de cara de extremo será de 4,52 mm (0,178 in.). La altura global del tapón será de 3,18 mm (0,125 in.). La sección decreciente preferida del tapón 46 cónico será de 25º; por tanto, el área de la cara 50 es una función de la angularidad de la superficie de sección decreciente del tapón.

Las figuras 8 y 9 ilustran esquemáticamente una aplicación útil de la unidad 20 de disco de ruptura de activación en el campo de la producción y finalización petrolífera. En las representaciones esquemáticas de estas figuras, el tubo 56 externo de una herramienta 58 de fondo de pozo petrolífero aloja un pistón 60 de camisa desplazable ubicado entre el tubo 56 y un tubo 62 interno. Una junta 64 tórica proporciona un sellado entre la cara externa del pistón 60 y la cara interna del tubo 56, mientras que una junta 66 tórica proporciona un sellado entre la cara interna del pistón 60 y la cara externa del tubo 62. Una unidad 20 de disco de ruptura de activación está enroscada en la cara externa del pistón 60, con la parte 36 de conducto en comunicación con el espacio entre la cara externa del pistón 60 y la cara interna del tubo 56 por debajo de la junta 64 de sellado tórica. El segmento 32 cilíndrico del conducto 30 se comunica con un orificio 68 en el pistón 60 que se abre hacia el espacio entre la cara interna del pistón 60 y la cara externa del tubo 62 por encima de la junta 66 tórica. Una pluralidad de conductos 70 dispuestos radialmente comunican la cámara 74 con la cámara 76. Las juntas 64 y 66 tóricas actúan conjuntamente para definir una cámara 72 a un lado de las mismas y una cámara 74 en el lado opuesto de las mismas. El interior del tubo 62 presenta una cámara 76 alargada. En el dibujo esquemático de la figura 8, la cámara 72 tiene la designación $P_{F(LO)}$ mientras que la designación $P_{B(HI)}$ es para las cámaras 74 y 76. Estas designaciones son representativas de las condiciones de presión existentes en las respectivas cámaras durante el funcionamiento de la herramienta 58.

En un uso a modo de ejemplo de la herramienta 58, la cámara 72 puede presurizarse con gas tal como nitrógeno al nivel del suelo a una presión predeterminada, por ejemplo, 241 bar (3.500 psig). La presurización de la cámara 72 produce un diferencial de presión entre la cámara 72 y la cámara 74, provocando que el pistón 60 de camisa se desplace hasta el final de su recorrido de desplazamiento hacia la cámara 74. Entonces, la cámara 72 preferiblemente se tapa para cerrar esa cámara. Entonces, la herramienta 58 puede hacerse descender al interior de la perforación del pozo de sondeo. La presión hidrostática en las cámaras 74 y 76 aumenta con la profundidad. A medida que se hace descender la herramienta, la presión $P_{B(HI)}$ en las cámaras 76 y 74 aumenta hasta que la presión se iguala con la presión en la cámara 72. El aumento de la presión en las cámaras 74 y 76 por encima de la presión inicial en la cámara 72 puede mover el pistón 60 de camisa a medida que el gas en la cámara 72 se comprime adicionalmente. La presión en la cámara 72 aumenta gradualmente hasta que se iguala con la presión en las cámaras 74 y 76. En un tipo de herramienta, el pistón 60 de camisa puede, en última instancia, bloquearse en su posición, cuando la presión igualada en la cámara 72 y las cámaras 74, 76 alcanza un determinado nivel de, por ejemplo, 689 bar (10.000 psig).

La presión en la cámara 76, y de ese modo en la cámara 74, puede fluctuar bruscamente como resultado de fluctuaciones de pozo entre, por ejemplo, aproximadamente 414 bar (6.000 psig) y 1380 bar (20.000 psig). Cuando la presión en las cámaras 74 y 76 aumenta por encima de la presión en la cámara 72, el tapón 46 y la parte 42 de labio del elemento 26 de salida anular soportan completamente la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura, impidiendo la ruptura del disco. Ese aumento de presión diferencial puede ser de hasta 1379 bar (20.000 psig) (2068 bar (30.000 psig) en las cámaras 74 y 76 menos 689 bar (10.000 psig) en la cámara 72). El tapón 46 y el labio 42 asociado que soporta la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura pueden soportar completamente esa contrapresión muy alta.

Por otro lado, cuando la presión en las cámaras 76 y 74 cae por debajo de 689 bar (10.000 psig), puede tener lugar un cambio de ciclo de presión de la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura debido a que el pistón 60 de manguito está bloqueado en su posición y no puede seguir aplicando presión al gas atrapado en la cámara 72. Cada cambio en la presión en la cámara 74 por debajo de la presión de desviación en la cámara 72 es un ciclo del disco 28 de ruptura. La construcción única de la unidad 20 de disco de ruptura es adecuada para cambios de ciclo de presión del disco de ruptura de al menos aproximadamente 100 ciclos o más.

El disco 28 de ruptura puede activarse y romperse a voluntad simplemente aumentando la presión en la cámara 72 hasta un nivel por encima de la presión de ruptura del disco, que, por ejemplo, puede ser de 345 bar (5.000 psig) por encima del nivel de presión en las cámaras 74 y 76. Cuando se aplica una presión contra la cara 50 del tapón 46 que es suficiente para efectuar la ruptura del disco 28, el tapón 46 se desplaza sin limitación hacia la sección 38 abombada del disco 28 de ruptura, efectuando de ese modo la ruptura y apertura de la sección 38 abombada.

La unidad 120 de disco de ruptura de activación alternativa mostrada en las figuras 10-16 de los dibujos es similar en su construcción y funcionamiento a la unidad 20 de disco de ruptura y tiene todas sus características y ventajas operacionales. La unidad 120 de disco de ruptura incluye un alojamiento 122 dotado de un cuerpo 124 de entrada anular roscado externamente y un elemento 126 de salida anular. Un disco 128 de ruptura que tiene una sección 138 central abombada y un reborde 128a periférico está interpuesto entre el cuerpo 124 y el elemento 126 de la misma manera que se describió anteriormente con respecto a la unidad 20 de disco de ruptura.

La principal diferencia entre la unidad 20 de disco y la unidad 120 de disco es la inversión del sentido de apertura del disco 128. La unidad 120 de disco de ruptura también está dotada de un alojamiento 122 tubular, preferiblemente mecanizado a partir de material de barra de acero inoxidable. El alojamiento 122 tiene un cuerpo 124 de entrada anular de acero inoxidable y un elemento 126 de salida anular de acero inoxidable separado. El disco 128 de ruptura abombado está interpuesto entre el cuerpo 124 de entrada y el elemento 126 de salida, estando el cuerpo 124, el elemento 126 y la parte 128a periférica del disco 128 unidos mediante soldadura o similar.

El alojamiento 122 tiene un conducto 130 de activación central compuesto por la parte 136 de conducto que es del mismo diámetro y configuración que la parte 36 de conducto que recibe la herramienta hexagonal de la unidad 20 de disco de ruptura. La parte 136 de conducto se comunica con una parte 137 de conducto de menor diámetro que conduce a una parte 134 de conducto de sección decreciente. La parte 142 de labio que se extiende circunferencialmente dirigida hacia fuera del cuerpo 124 es de configuración curvada para acoplarse de manera complementaria al perímetro externo de la cara 144 cóncava del disco 128 de ruptura, de manera similar a la parte 42 de labio del cuerpo 24 de entrada de la unidad 20 de disco de ruptura. La parte 134 de conducto de sección decreciente también tiene un ángulo preferiblemente de desde 16 hasta 35º, y lo más preferiblemente es de aproximadamente 25º.

El elemento 126 de salida anular tiene un conducto 132 coaxial con el conducto 130 de activación del cuerpo 124 de entrada anular. El diámetro del conducto 132 es preferiblemente igual al diámetro de la sección 138 abombada del disco 128 de ruptura. El tapón 146 cónico autoliberable, construido preferiblemente también de acero inoxidable 316, está configurado para alojarse complementaria en la parte 134 de conducto de sección decreciente del cuerpo 124 de entrada. Las dimensiones del tapón 146 pueden ser las mismas que las descritas con respecto al tapón 46, cuando la unidad 120 de disco de ruptura va a usarse junto con un disco de ruptura que tiene una sección 138 abombada de 6,35 mm (1/4 in.) de diámetro.

La unidad 120 de disco de ruptura también está adaptada para usarse en aplicaciones en las que la capacidad de la unidad para resistir una contrapresión muy alta en comparación con la presión de actuación es un requisito. La actuación de la unidad 120 se controla mediante la introducción de fluido a presión en el conducto 130 a través de la parte 136 de conducto y la parte 137 de conducto contra la cara 150 del tapón 146 que es suficiente para romper la sección 138 abombada del disco 128 de ruptura. Debido a la propiedad autoliberable del tapón 146, éste no está limitado de modo que no pueda liberarse de la parte 134 de conducto de sección decreciente.

La unidad 120 de disco de ruptura es especialmente útil como dispositivo de activación cuando el lado de salida de la unidad de disco de ruptura está expuesta a la presión de pozo directa sin necesidad de aplicar presión al lado de entrada de la unidad para mantener un diferencial de presión bajo. Por ejemplo, la salida podría estar expuesta a presiones de pozo mientras que la entrada está a presión atmosférica.

Otra unidad 220 de disco de ruptura de activación alternativa se ilustra en las figuras 17-19 de los dibujos e incluye un alojamiento, un disco y un tapón similares a los mostrados y descritos con respecto a las figuras 1-7, con la excepción de la adición de un componente designado de manera general por 278 que comprende un dispositivo 280 de metal generalmente en forma de T que tiene una parte 282 de vástago alargada que se extiende a través del conducto 232 del alojamiento 222 y que puede estar incrustada en y soldada al tapón 246. La parte 282 de vástago del dispositivo 280 es de una longitud tal que la pieza 284 transversal bifurcada del dispositivo 280 está separada normalmente de la superficie 226a externa del elemento 226 de salida del alojamiento 220. Los brazos 284a de la pieza 284 transversal se extienden alejándose del conducto 232 en diferentes direcciones, tal como se muestra en la figura 17. Tras la activación de la unidad 220, tal como se muestra en la figura 19, por la presión de fluido contra la cara 250 del tapón 246, el disco 228 se rompe a medida que el tapón 246 se sale del conducto 230. El tapón 246 se captura dentro del alojamiento 222 por acoplamiento de los brazos 284a de la pieza 284 transversal con la superficie 226a externa del elemento 226 de salida.

En las figuras 20-22 se muestra una construcción alternativa para capturar el tapón tras la activación de la unidad de disco de ruptura. Un disco 328 de la unidad 320 se superpone a un disco 386 secundario. El disco 386 tiene una parte 386a de reborde que es unitaria con la sección 386b abombada central. El disco 386 está dotado de una ranura o línea 388 de debilidad en forma de U que tiene segmentos 388a de pata que se extienden al interior del reborde 386a y se fusionan con una sección 388b interna generalmente circular formada en la sección 386b abombada del disco 386. La línea 388 de debilidad define una sección 392 de bisagra que puede doblarse sobre el área 394 de bisagra del disco 386 entre las extremidades más externas de los segmentos 388a de pata de la línea 388 de debilidad. La sección 386b central abovedada está soldada por puntos en el punto 390 al segmento 348 de

cara de extremo del tapón 346.

Como se muestra de la mejor manera en la figura 22, tras la actuación de la unidad 320 por la presión de fluido contra la cara 350 del tapón 346 que provoca que el tapón se salga del elemento 326 de salida, el tapón 346 rompe la sección 338 abombada central del disco 328. La salida del tapón 346 del conducto 330 del elemento 326 de salida provoca que la sección 392 de bisagra del disco 386 se doble sobre el área 394 de bisagra. Gracias a la soldadura por puntos de la sección 392 de bisagra del disco 386 a la cara 348 del tapón 346, la actuación del tapón 346 da como resultado que el tapón 346 quede retenido dentro del alojamiento 322 de la unidad 320, como se muestra de la mejor manera en la figura 22.

En una realización alternativa adicional de la invención tal como se muestra en la figura 23, la unidad 420 es idéntica a la unidad 20 excepto porque el tapón 446 de la misma está dotado de un conducto 494 de fluido que se extiende axialmente a través del mismo. El conducto 494 permite que la presión de fluido de activación incida sobre la cara inferior de la sección 438 abombada del disco 428 de ruptura para ayudar a la ruptura controlada del disco 428. Proporcionando el conducto 494 a través del tapón 446, la activación por fluido de la unidad 420 de disco de ruptura puede controlarse de manera más precisa en determinadas condiciones operativas. Por ejemplo, cuando el fluido de activación es de una viscosidad relativamente alta, proporcionar un conducto 494 en el tapón 446 permitirá que el material de alta viscosidad entre en contacto directamente con el disco 428 de ruptura y ayude de ese modo a la ruptura del mismo. El diámetro del conducto 494 es preferiblemente proporcional a la relación de la contrapresión con respecto a la presión de activación. Cuanto mayor es la relación, menor es el diámetro de conducto; cuanto menor es la relación, mayor es el diámetro del conducto 494 con respecto al diámetro del tapón 446. A relaciones más bajas, cuando se desea una activación más rápida del disco 428 de ruptura, el conducto 494 debe ser de mayor diámetro. A relaciones más altas, cuando se necesita o desea un mayor control sobre la activación del disco de ruptura, debe proporcionarse un conducto 494 de menor diámetro con respecto al diámetro del tapón 446.

REIVINDICACIONES

1. Unidad (20) de disco de ruptura de activación que puede resistir una contrapresión sustancialmente más alta que su presión de activación de explosión, comprendiendo dicha unidad:

un alojamiento (22) tubular que tiene un conducto (30) de activación por fluido,

estando dotado dicho alojamiento (22) de una estructura (34) de pared que define al menos una parte del conducto (30) de activación por fluido, teniendo dicha parte del conducto una entrada (32) de fluido y una salida (36) de fluido,

siendo dicha estructura (34) de pared de sección decreciente en un sentido de manera que la entrada (32) de fluido de dicha parte del conducto (30) de activación tiene un área menor al área de la salida (36) de fluido;

un disco (28) de ruptura montado dentro del alojamiento (22) en disposición con una sección (38) central de la misma en relación de bloqueo de fluido con dicha salida (36) de la parte de sección decreciente del conducto (30) de fluido de activación; y

un tapón (46) de sección decreciente autoliberable colocado en dicha parte de sección decreciente del conducto (30) de activación por fluido en relación de soporte con la sección (38) central del disco (28) de ruptura,

teniendo dicho tapón (46) superficies que se ajustan y se acoplan a la sección decreciente de dicha estructura de pared y a la sección (38) central abombada del disco (28), respectivamente, siendo dicho tapón (46) de masa suficiente para soportar e impedir la ruptura del disco (28) bajo una contrapresión sustancialmente mayor que la presión de activación del disco, caracterizada porque dicho disco de ruptura tiene una sección (38) central abombada que se extiende a través de la salida (36) de la parte de sección decreciente del conducto (30) de activación, teniendo dicha sección (38) central abombada una superficie (44) cóncava y una convexa opuestas, estando dotado dicho tapón (46) de una cara (48) de extremo hemisférica que generalmente se ajusta y se acopla a la superficie (44) cóncava proximal de la sección (38) central abombada.

2. Unidad (20) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que dicho tapón (46) es un cuerpo monolítico sólido.

3. Unidad (20) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que dicho tapón (46) tiene un conducto (494) que se extiende axialmente a través del mismo de un diámetro que es proporcional a la relación de la contrapresión con respecto a la presión de activación.

4. Unidad (20) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que la relación de la presión de activación con respecto a la presión resistida de la unidad (20) es de desde aproximadamente 1:2 hasta aproximadamente 1:50.

5. Unidad (20) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que dicho alojamiento (22) está dotado de roscas (54) externas para adaptar la unidad (20) que va a insertarse en la abertura roscada para ello de una herramienta (58) de finalización de pozos petrolíferos.

6. Unidad (20) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que dicho alojamiento (22) incluye un cuerpo (24) cilíndrico y un anillo (26) de entrada cilíndrico, estando dotado dicho disco (28) de ruptura de un reborde (28a) periférico sujeto entre el cuerpo (24) y el anillo (26) de entrada.

7. Unidad (120) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que dicha estructura de pared incluye un segmento (132) generalmente cilíndrico que define dicha salida de activación por fluido y que está dentro de dicha parte (134) de sección decreciente del conducto (130) de activación, estando ubicado dicho disco (128) de ruptura con la sección (138) abombada del disco entre la parte (134) de sección decreciente y el segmento (132) cilíndrico del conducto (130) de activación por fluido en su zona de unión.

8. Unidad (20) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que dicha estructura de pared incluye un segmento generalmente cilíndrico que define dicha salida (36) de activación por fluido y que está fuera de dicha parte (34) de sección decreciente del conducto (30) de activación, estando ubicado dicho disco (28) de ruptura con la sección (38) abombada del disco entre la parte (34) de sección decreciente y el segmento cilíndrico del conducto (30) de activación por fluido en su zona de unión.

9. Unidad (20) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, en la que dicho disco (28) de ruptura puede resistir 100 ciclos de una contrapresión resistida completa de hasta aproximadamente el 90% de la presión de

explosión.

10. Unidad (220) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 1, que comprende además un componente (278) asociado de manera operativa con el tapón (246) para capturar el tapón (246) al salirse el mismo del conducto (232) de fluido bajo presión de fluido contra el mismo.

11. Unidad (220) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 10, en la que dicho componente (278) está fijado al tapón (246).

12. Unidad (220) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 10, en la que dicho componente (278) es de configuración generalmente en forma de T y tiene una parte (282) de vástago fijada al tapón (246), y una pieza (284) transversal alargada ubicada fuera del conducto (232) de fluido, siendo dicha pieza (284) transversal de longitud mayor que el diámetro de la entrada del conducto (232) de fluido.

13. Unidad (320) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 10, en la que dicho componente incluye un dispositivo (392) de bisagra conectado de manera operativa al tapón (346) para impedir que el tapón (346) se desconecte del alojamiento (322) al salirse el tapón (346) del conducto (330) de fluido bajo presión de fluido contra el mismo.

14. Unidad (320) de disco de ruptura de activación según la reivindicación 13, en la que dicho dispositivo de bisagra está interpuesto entre el tapón (346) y el disco (386) de ruptura, y está dotado de una sección (392) de bisagra central fijada al tapón (346), abriéndose dicha sección (392) de bisagra al salirse el tapón (346) de su posición bloqueando el conducto (330) de fluido y capturando el tapón (346).

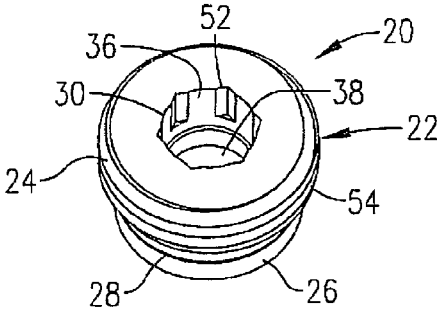


FIG. 1.

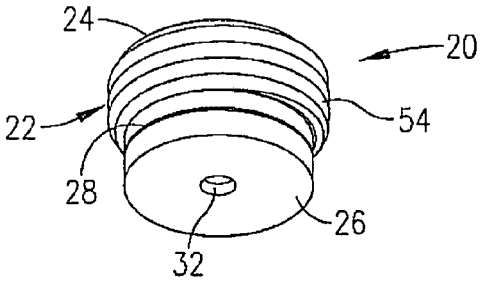


FIG. 2.

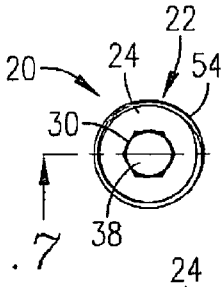


FIG. 3.

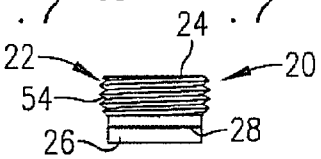


FIG. 4.

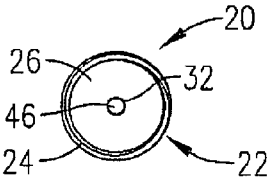


FIG. 5.

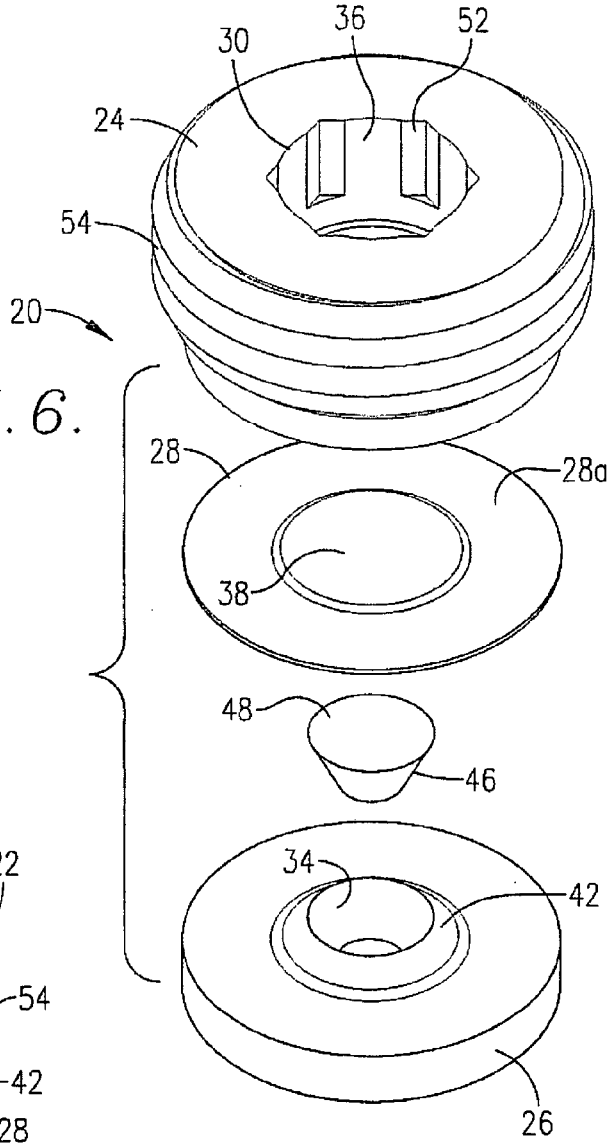
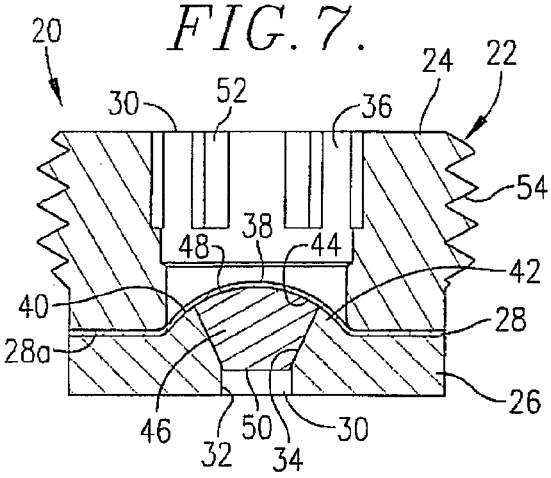


FIG. 6.

FIG. 7.



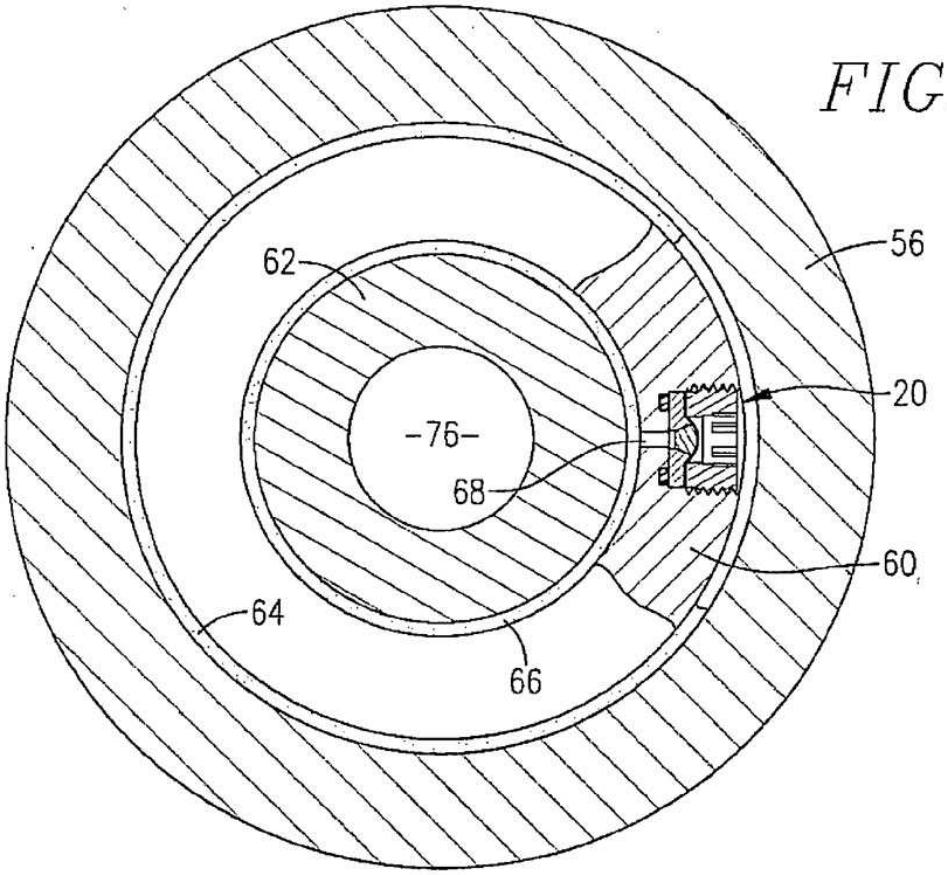

56
62
20
-76-
68
60
64
66

FIG. 9.

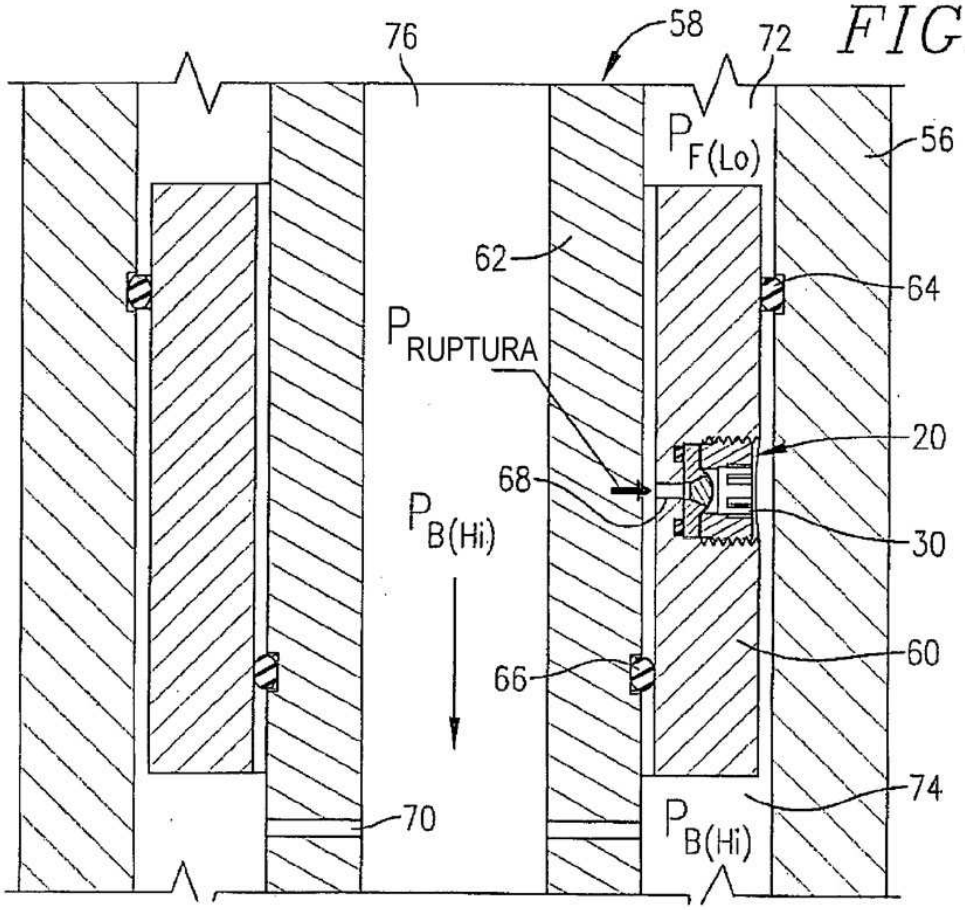

76
58
72
56
$P_{F(Lo)}$
62
64
$P_{RUPTURA}$
20
68
$P_{B(Hi)}$
30
60
66
74
70
$P_{B(Hi)}$

FIG. 8.

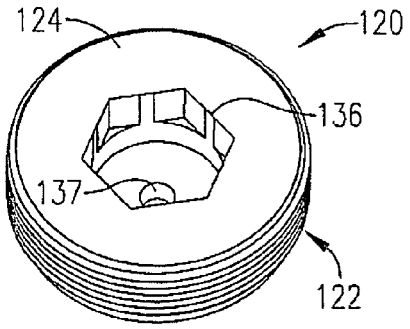


FIG. 10.

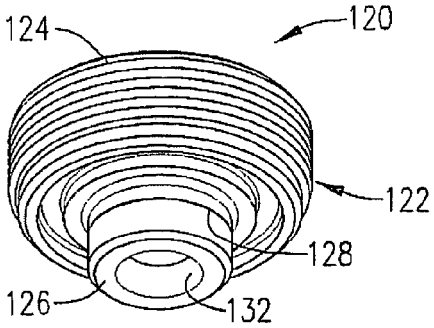


FIG. 11.

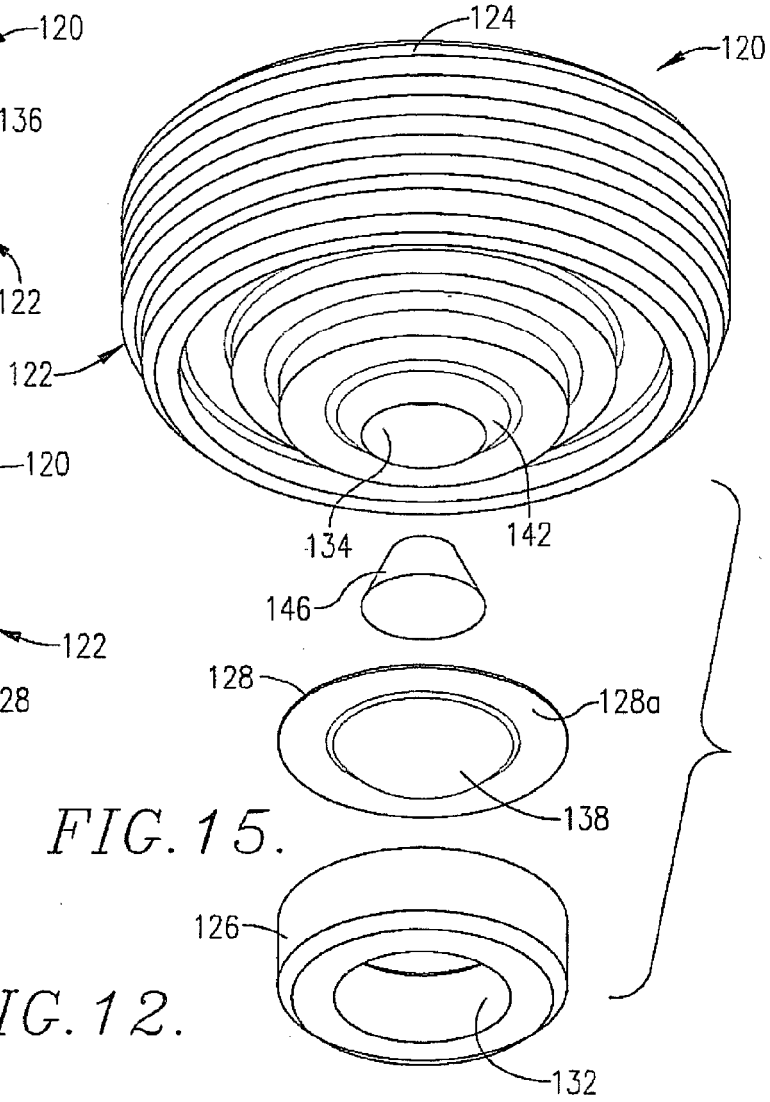


FIG. 15.

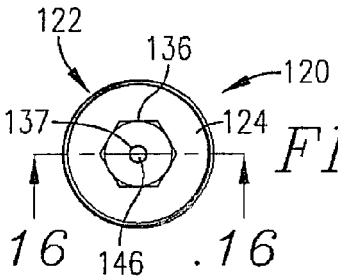


FIG. 12.

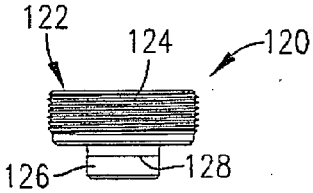


FIG. 13.

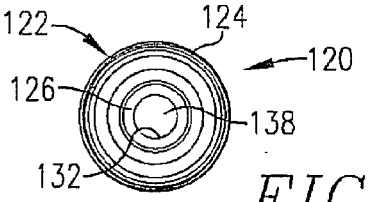


FIG. 14.

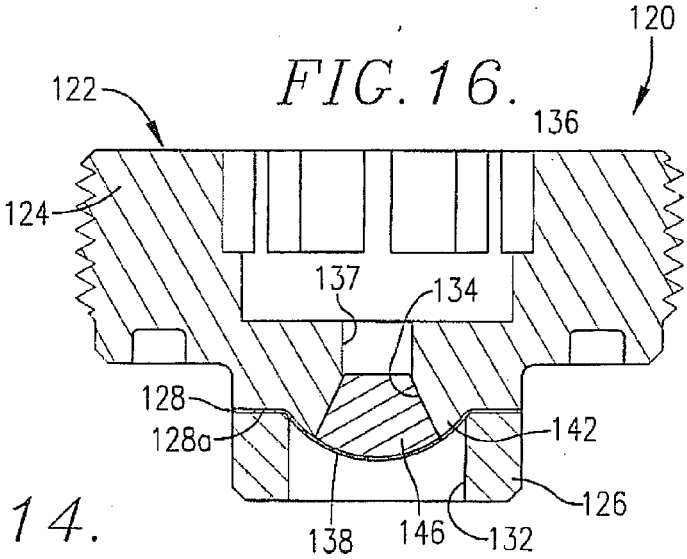


FIG. 16.

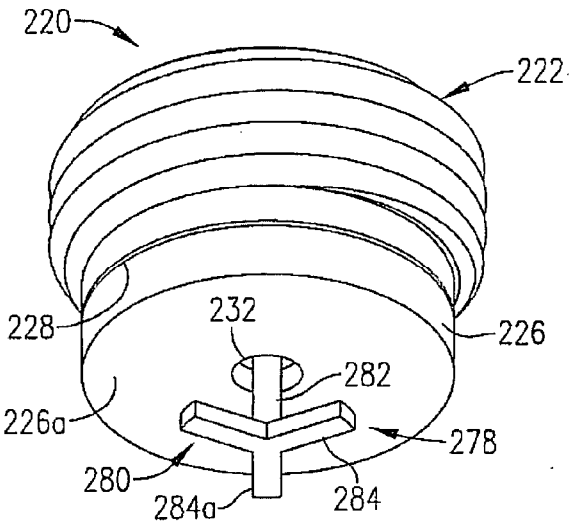


FIG. 17.

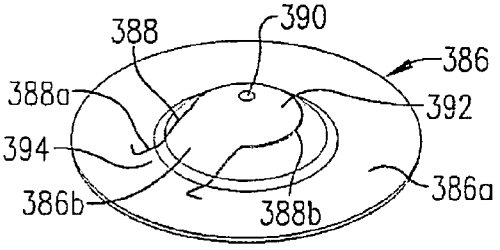


FIG. 20.

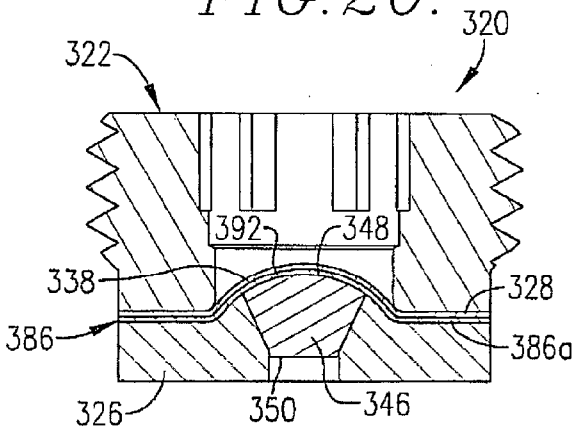


FIG. 21.

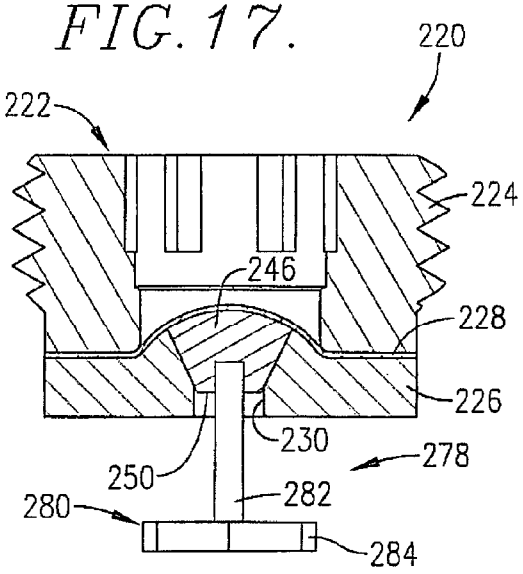


FIG. 18.

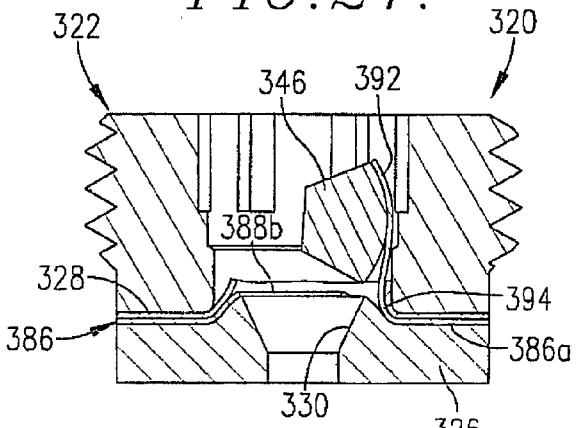


FIG. 22.

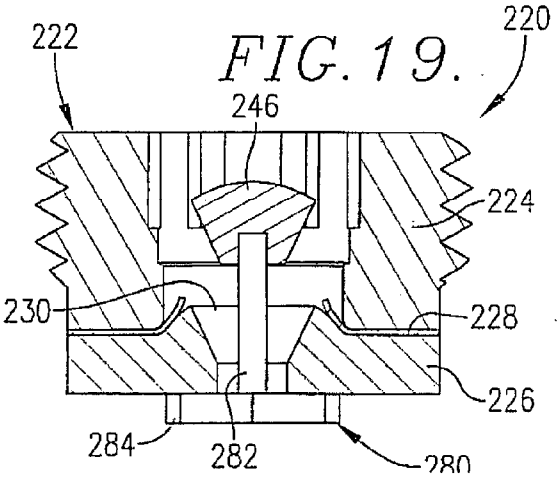


FIG. 19.

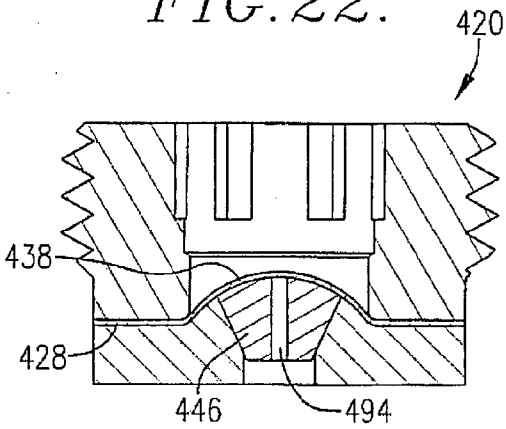


FIG. 23.