

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 668 952**

51 Int. Cl.:

G21C 13/036 (2006.01)

G21C 13/06 (2006.01)

G21C 13/028 (2006.01)

G21C 19/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.04.2013 PCT/US2013/037709**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.05.2014 WO14074155**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2013 E 13852639 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 2917919**

54 Título: **Procedimiento de reparación de una boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de un reactor nuclear**

30 Prioridad:

07.11.2012 US 201261723430 P
11.03.2013 US 201313792638

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.05.2018

73 Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive
Cranberry Township, Pennsylvania 16066, US

72 Inventor/es:

NEWTON, BRUCE R. y
PELLE, MIHAI A.

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 668 952 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

Procedimiento de reparación de una boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de un reactor nuclear

Antecedentes**1. Campo**

- 5 La presente invención se refiere, en general, a la reparación de grietas en y/o la reparación/sustitución de los materiales susceptibles de agrietado en penetraciones selladas en una vasija a presión y, más particularmente, a la reparación de boquillas de instrumentación montada en la parte inferior en los reactores nucleares.

2. Técnica relacionada

- 10 Las grietas en el material de aleación 600 se experimentan comúnmente en el funcionamiento de plantas de energía nuclear y prevalecen cuando los materiales de aleación 600 se exponen directamente al refrigerante primario. El agrietamiento del material de aleación 600 ha forzado a la industria a desarrollar una variedad de opciones de reparación y reemplazo que mitiguen estas condiciones. Las boquillas de instrumentación montadas en la parte inferior de aleación 600 y sus soldaduras de instalación asociadas (soldaduras en J) están en contacto directo con el agua de refrigeración primaria y se sabe que son susceptibles a formar grietas.

- 15 Un procedimiento sustancialmente como se define en el preámbulo de la reivindicación 1 se revela en el documento US 2012/0175352 A1 El documento JP 02105097 describe un procedimiento para reparar una penetración, es decir, un tubo de guía de monitor de flujo de neutrones usando un tapón en el tubo para evitar que el refrigerante del reactor se filtre fuera de la vasija de presión del reactor y un contenedor externo que está sentado dentro de la vasija a presión y sellado alrededor de la penetración y la parte inferior interior de la vasija a presión con doble juntas tóricas. El contenedor externo no está apalancado contra un elemento estructural, pero parece mantenerse en su lugar por la cabeza del refrigerante del reactor.

- 25 El documento US 5.661.767 enseña un procedimiento para reemplazar un tubo en la parte inferior de un reactor. Se extrae el tubo a reemplazar y se mecaniza una superficie interna del cabezal inferior alrededor de la abertura pasante, se fija una carcasa hueca y se fija en la superficie mecanizada del cabezal inferior alrededor de la abertura pasante mediante soldadura a lo largo de un borde periférico, la carcasa hueca se aburre para producir un orificio de paso a través de su pared, en extensión de la abertura pasante y un bisel de soldadura. Se fija un tubo pasante de reemplazo en la pared de la carcasa hueca depositando un metal de soldadura en el bisel.

- 30 Debido a que las boquillas de instrumentación montadas de forma inferior se encuentran en la parte inferior de la vasija de presión del reactor, la reparación o sustitución de la boquilla de instrumentación montada de forma inferior plantean retos considerables. Estos desafíos incluyen altos niveles de radiación, acceso restringido a la soldadura J (*es decir*, acceso desde el interior de la vasija) y acceso restringido a la instrumentación montada en la parte inferior a la soldadura de instrumentación en el núcleo en el pozo de instrumentación en el núcleo (*es decir*, acceso desde el exterior y debajo de la vasija). Debido a que las reparaciones de la boquilla de instrumentación montadas en la parte inferior deben lograrse con las partes internas del vasija de presión del reactor extraídas, la vasija a presión del reactor debe permanecer lleno de agua durante los esfuerzos de reparación; este nivel de agua sirve para mantener bajo el agua las partes internas del vasija de presión del reactor altamente radiactivo, que se almacenan adyacentes a la vasija a presión del reactor en la piscina de reabastecimiento de combustible. Las boquillas de instrumentación montadas en la parte inferior son típicamente de 30 pies (9,14 m) o más debajo de la superficie del agua. Como resultado, cualquier trabajo desde dentro de la vasija requiere herramientas remotas diseñadas específicamente para este entorno subacuático. Cualquier reparación que viole el límite de presión de la vasija a presión del reactor debe incluir disposiciones para mitigar la pérdida del inventario primario de agua, ya que cualquier pérdida de inventario de refrigerante primario afectará directamente la seguridad de la planta. Las reparaciones soldadas a las boquillas de instrumentación montadas en la parte inferior/soldaduras en J deben proporcionar un código de calidad de soldadura aceptable que no se vea afectado por la presencia de agua. Otros desafíos de soldadura incluyen la necesidad de soldadura con revenido (cuando corresponda) para evitar los requisitos de tratamiento térmico posterior a la soldadura al soldar directamente a la vasija a presión del reactor de acero de baja aleación o soldar el revestimiento dentro de un octavo de pulgada (0,32 cm) de la aleación baja carcasa de la vasija a presión del reactor de acero, la necesidad de soldar a la aleación existente 600 (inmediatamente adyacente a la soldadura J) o la necesidad de soldar al revestimiento (el revestimiento es una soldadura no estructural que requiere evaluaciones/pruebas adicionales para ser considerado estructural). Por lo tanto, existe la necesidad de un procedimiento para retirar la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior existente y la totalidad o partes de la soldadura en J, y la instalación soldada de una boquilla o tapón de instrumentación montado en la parte inferior de una aleación de níquel resistente a las grietas.

Sumario

Estos y otros objetivos se consiguen mediante un procedimiento según la reivindicación 1. El procedimiento incluye las etapas de instalar un tapón dentro o sobre la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de manera que evite que el agua en la vasija del reactor se filtre en gran medida a través de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior y cortando la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior del tubo de instrumentación en el núcleo debajo del tapón. Luego se sella un contenedor externo sobre la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior y contra el lado inferior de la vasija del reactor para crear un cierre sustancialmente hermético entre el recipiente externo y la parte inferior de la vasija del reactor. La soldadura entre la vasija del reactor y la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior se extrae y se aplica una fuerza hacia arriba a la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior para extraer la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de una abertura pasante en la parte inferior de la vasija del reactor. A continuación, se inserta una nueva boquilla de instrumentación montada en la parte inferior o tapón a través de la abertura pasante en la parte inferior de la vasija del reactor y se une de forma estanca a la parte inferior de la vasija del reactor. El tubo del instrumento en el núcleo se vuelve a unir a la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior cuando no se utiliza un tapón.

En una realización, el nuevo soporte de instrumentos de montaje inferior o tapón se construye con un reborde integral que está configurado para ser soldado a una superficie interior superior de la parte inferior de la vasija del reactor. Preferiblemente, la superficie interna superior en la parte inferior de la vasija del reactor que rodea la abertura pasante o el reborde en la nueva boquilla de instrumentación montada en la parte inferior (o ambas) se mecaniza para que coincida con el contorno de la otra.

En otra realización, la etapa de sellado de un recipiente externo sobre el soporte de instrumentos de montaje inferior incluye la etapa de presionar un sello en un reborde superior del recipiente externo contra la parte inferior de la vasija del reactor mediante el aprovechamiento del contenedor fuera de un elemento estructural en la cavidad del reactor en el que la vasija del reactor está soportado o fuera de otras boquillas de instrumentación montadas en la parte inferior adyacentes. Deseablemente, el sello en el labio del contenedor externo comprende uno o más sellos de junta tórica, y puede incorporar una línea de fuga entre juntas de junta tórica para controlar si hay fugas. Preferiblemente, el contenedor externo incluye un drenaje. El contenedor externo también puede incluir un gato mecánico o hidráulico soportado en el interior del contenedor externo y configurado para aplicar la fuerza hacia arriba a la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior. Deseablemente, el gato mecánico o hidráulico es operado a distancia.

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión adicional de la invención se puede obtener a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lee conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección transversal de una porción del extremo hemisférico inferior de una vasija de reactor con una boquilla de instrumentación montada en la parte inferior que se extiende a través de un orificio pasante en la pared inferior de la vasija del reactor;

La figura 2 es la vista en sección transversal mostrada en la figura 1 con un tapón mecánico insertado dentro de la abertura central dentro de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior;

La figura 3 es la vista en sección transversal mostrada en la figura 2 con el tubo de instrumento flexible en el núcleo cortado de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior;

La figura 4 es la vista en sección transversal mostrada en la figura 3 con un sello de lata externo aplicado sobre el extremo inferior de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior y sellada al lado inferior de la vasija del reactor y soportada desde la parte inferior de la cavidad de la vasija del reactor;

La figura 5 es la vista en sección transversal que se muestra en la figura 4 con la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior extraída;

La figura 6 es la vista en sección transversal mostrada en la figura 5 con una nueva boquilla de instrumentación montada en la parte inferior insertada dentro de la abertura pasante en la pared inferior de la vasija del reactor;

La figura 7 muestra una parte de la vista en sección transversal mostrada en la figura 6 con la nueva boquilla de instrumentación montada en la parte inferior soldada en su sitio; y

La figura 8 es una ampliación de la vista en sección transversal que se muestra en la figura 7 con el sello del recipiente externo extraído.

Descripción de la realización preferida

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de una configuración típica para una boquilla de instrumentación montada en la parte inferior existente. El área en círculo constituye la aleación 600 original (soldadura J) 16 utilizada para unir la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior a la vasija 10 a

presión del reactor con la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior extendiéndose a través de una abertura 14 pasante en la parte inferior del vasija a presión del reactor. Esta soldadura, y la misma boquilla de instrumentación montada en la parte inferior, son materiales susceptibles a grietas que requieren reparación o reemplazo. Tenga en cuenta que el área dentro del vasija (es decir, alrededor y encima de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior) está llena de agua, representada por el carácter de referencia 22. También debe observarse que la parte inferior de la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior, externa a la vasija 10 a presión del reactor, puede o no estar unida a un tubo 20 de instrumento en el núcleo de acero inoxidable. Este tubo 20 permite que la instrumentación en el núcleo se inserte en el núcleo del reactor a través de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior, permitiendo mediciones del nivel de radiación desde dentro del núcleo del reactor durante el funcionamiento de la planta.

La figura 2 muestra una vista en sección transversal de la primera etapa de este procedimiento de sustitución de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior en la que se inserta un tapón 24 expandido mecánicamente en la abertura 26 central en la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior para sellar la abertura 26. El orificio 26 de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior constituye un camino de fuga que requiere un cierre para evitar la fuga del sistema de refrigerante del reactor durante la operación de reparación. Alternativamente, se puede instalar una tapa en la parte superior de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior para sellar este pasaje.

La figura 3 muestra la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior después de haber sido cortada del tubo 20 de instrumento en el núcleo (mostrado en la figura 2). Esta operación de corte se lleva a cabo utilizando herramientas que se colocan en el pozo de instrumentación en el núcleo 28 debajo de la vasija 10 de presión del reactor, que tiene niveles de radiación muy altos. Tras cortar el tubo 20 de instrumento en el núcleo, el tapón 24, previamente colocado en la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior, evita la fuga del agua del sistema de refrigeración del reactor al interior del pozo 28 de instrumentación del núcleo. La porción cortada de la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior, y el tubo 20 de instrumento en el núcleo correspondiente (que es un ensamblaje flexible mostrado en la figura 2), se aleja de la ubicación de trabajo, donde el extremo del tubo 20 de instrumentación del núcleo se pueden preparar para volver a soldar más adelante en el proceso de reparación.

La figura 4 muestra el contenedor 30 externo que se emplea en la siguiente etapa del proceso de reparación. Este contenedor 30 externo se coloca fuera y debajo de la parte inferior de la vasija a presión del reactor, y el extremo abierto del recipiente se coloca sobre la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior con el extremo abierto en contacto íntimo con la superficie inferior exterior de la vasija 10 a presión del reactor. El extremo abierto del contenedor 30 externo forma la interfaz de acoplamiento con la vasija a presión del reactor, e incluye una junta de sello integral en la interfaz para evitar fugas. El contenedor se mantiene en su lugar mediante un dispositivo/estructura 38 de soporte que ejerce una fuerza mecánica sobre la interfaz del sello mecánico/vasija. La fuerza puede crearse soportando y aprovechando el contenedor 30 externo desde el suelo 40 de la cavidad del reactor en el que la vasija 10 del reactor está soportado como se muestra, desde otro elemento estructural dentro de la cavidad del reactor o desde boquillas de instrumentación montadas en la parte inferior adyacentes. El contenedor 30 externo incluye un conjunto 34 de drenaje y un dispositivo 32 de elevación integral, preferiblemente un gato mecánico o hidráulico, que está alojado dentro del contenedor 30, pero se opera mediante controles externos, como se ilustra figuradamente por el cable 36 de control (figura 5). El gato 32 está situado entre el extremo inferior de la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior y la superficie interior inferior del recipiente 30 externo. Dado que la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior encaja estrechamente en la penetración 14 de la boquilla de presión del reactor, la fuerza de elevación mecánica se utiliza para empujar la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior a través de la penetración 14, facilitando la extracción.

La figura 5 muestra la configuración resultante después de la retirada de la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior existente. La extracción de la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior se realiza de la siguiente manera: En primer lugar, se elimina el metal, ya sea mediante un proceso mecánico de eliminación de metal como amolado o corte o mediante mecanizado por descarga eléctrica, o mediante una combinación de estos y otros procedimientos de eliminación de metales para cortar el instrumento/soldadura en J existente de la vasija 10 de presión del reactor. La excavación elimina la totalidad o una parte de la soldadura en J existente. El contorno de la excavación está diseñado exclusivamente para aceptar y acomodar la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de repuesto. En una realización, a continuación, se aplica una fuerza mecánica preferiblemente a la parte inferior de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior a través del dispositivo 32 de elevación contenido dentro del recinto 30. Esta fuerza eyecta la boquilla 12 de instrumentación montada en la parte inferior desde el orificio 14 pasante a través de la pared inferior de la vasija 10 del reactor. Sin embargo, también pueden usarse otros medios para aplicar una fuerza suficiente para eliminar la boquilla inferior. La vieja boquilla de instrumentación montada en la parte inferior

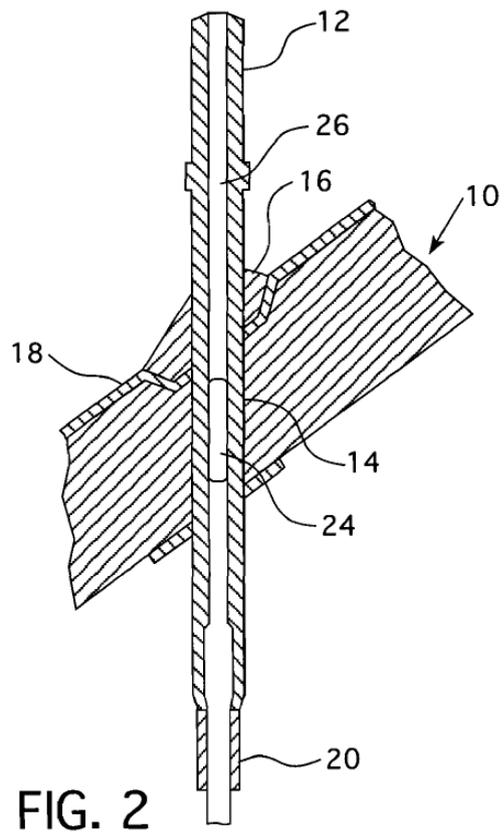
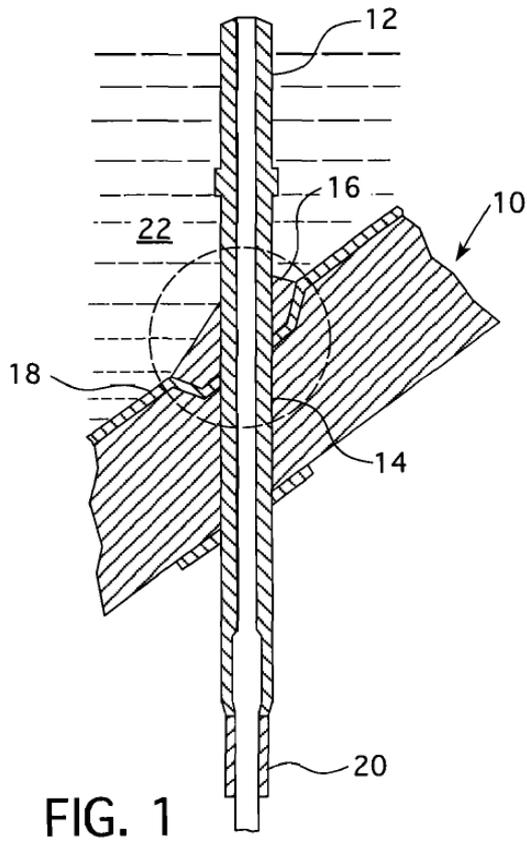
se extrae luego de la vasija a presión del reactor. El dispositivo 32 de elevación está retraído, para permitir la instalación de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de repuesto.

5 Las figuras 6 y 7 muestran la boquilla de reemplazo instalado en la penetración 14. La figura 6 muestra la boquilla 12 lista para soldar, y la figura 7 muestra la boquilla soldada en su lugar con la soldadura 42 mostrada en cada lado. La boquilla 12 de reemplazo incorpora un reborde 44 integral, fabricado a medida para adaptarse al contorno de la excavación en la vasija 10 de presión del reactor. Una vez colocado en esta excavación, la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de repuesto se alinea y suelda en su lugar, utilizando una soldadura diseñada para la aplicación específica. La soldadura puede usar el proceso de soldadura con perlas de temple, u
10 opcionalmente puede evitar el revenimiento al adherirse a cualquiera (o ambos) el mortero de aleación 82/182 existente 46 o al revestimiento 18 del vasija de acero inoxidable. La longitud y la forma del reborde 44 integral pueden variarse para asegurar que la soldadura se instale en la ubicación óptima en el vasija/deposito superficial/revestimiento. La soldadura está diseñada para permitir un examen no destructivo, que incluye un examen no destructivo previo a la soldadura, en proceso, final y en servicio. La boquilla 12 de reemplazo se instala con un tapón o tapa mecánica extraíble (que puede ser similar al tapón/tapa instalado en la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior) que, como en la figura 2, sirve para evitar temporalmente las fugas.
15 Alternativamente, la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior se puede reemplazar con un tapón de instrumentación montado en la parte inferior de configuración similar, pero sin la necesidad de un tapón o tapa interna, y sin la necesidad de volver a colocar la línea de instrumentos en el núcleo.

20 Después de la aceptación final de la soldadura de reemplazo, se retira la carcasa 30 externa. Una vez que se retira la envoltura externa, se expone la parte inferior de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior y se vuelve a unir el tubo 20 de instrumento en el núcleo mediante soldadura. Después de volver a colocar la línea del instrumento en el núcleo, el tapón/tapa interna se retira de la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior de repuesto. En este punto, la operación de reemplazo se completa como se muestra en la figura 8 y el vasija a presión del reactor puede volver a ponerse en servicio. Como resultado de este reemplazo, todos los
25 materiales susceptibles a las grietas han sido retirados del servicio, y la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior o el tapón de instrumentación montado en la parte inferior proporcionarán un servicio aceptable durante toda la vida útil de la planta.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de preparación de una penetración (12) sellada a través de una vasija (10) a presión lleno por encima de la penetración con un líquido (22) que comprende las etapas de:
- 5 instalar un tapón (24) dentro o sobre la penetración de una manera que evite que el líquido (22) en la vasija a presión (10) se filtre en un grado significativo a través de la penetración (12);
sellar una vasija (30) externo sobre la penetración y contra un exterior de la vasija (10) a presión para crear un cierre hermético sustancialmente hermético entre el vasija externo y el exterior del vasija a presión;
retirar al menos una parte de una soldadura (16) entre la vasija (10) a presión y la penetración (12);
10 aplicar una fuerza (32) sobre la penetración (12) para eliminar la penetración desde una abertura (14) pasante en la vasija a presión;
insertar una nueva penetración (12) a través de la abertura (14) pasante en la vasija (10) a presión o un tapón en la abertura pasante en la vasija a presión;
unir de manera estanca la nueva penetración o taponar la vasija a presión; y
caracterizado porque la etapa de sellado comprende presionar un sello en un labio del contenedor externo
15 contra un exterior del vasija a presión alrededor de la penetración apalancando el contenedor externo de un elemento (40) estructural en un alojamiento en el que la vasija (10) a presión es compatible o está fuera de otras penetraciones.
2. El procedimiento de reparación de la penetración (12) sellada según la reivindicación 1, en el que la penetración es una boquilla (12) de instrumentación montada en la parte inferior para una vasija (10) de reactor irradiado que está lleno de agua (22) y tiene las partes internas del reactor retiradas y tubo (20) de instrumento en el núcleo conectado a la boquilla de instrumentación montada en la parte inferior debajo de la vasija del reactor, que comprende la etapa de:
- 20 cortar la boquilla (12) de instrumentación montada en la parte inferior desde el tubo de instrumento en el núcleo (20) debajo del tapón (24) después de que se ha instalado el tapón y antes de sellar el recipiente (30) externo.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de aplicar la fuerza (32) aplica la fuerza sobre una parte de la penetración que se extiende fuera de la vasija a presión que elimina la penetración (12) de la abertura (14) en la vasija (10) a presión.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la nueva penetración (12) o tapón se construye con un reborde (44) integral que está configurado para soldarse a la vasija (10) a presión.
- 30 5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que una superficie de acoplamiento en la vasija (10) a presión que rodea la abertura (14) pasante o una superficie de acoplamiento en el reborde (44) se mecaniza para que coincida con el contorno del otro.
6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el sello comprende un doble sello concéntrico de junta tórica.
- 35 7. El procedimiento de la reivindicación 6, que incluye una fuga desconectada entre juntas tóricas para controlar fugas.
8. El procedimiento de la reivindicación 3, en el que el contenedor (30) externo incluye un gato (32) mecánico o hidráulico soportado dentro del interior del recipiente externo y configurado para aplicar la fuerza a la penetración (12).
- 40



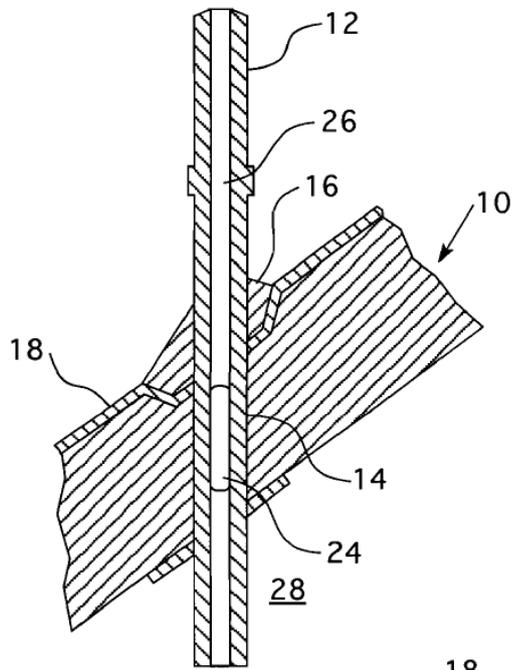


FIG. 3

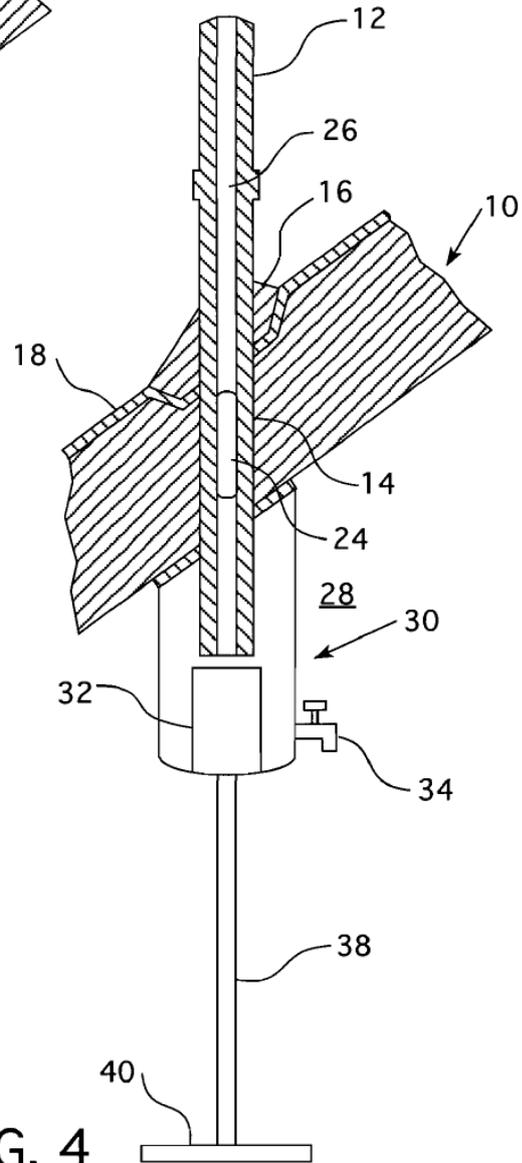


FIG. 4

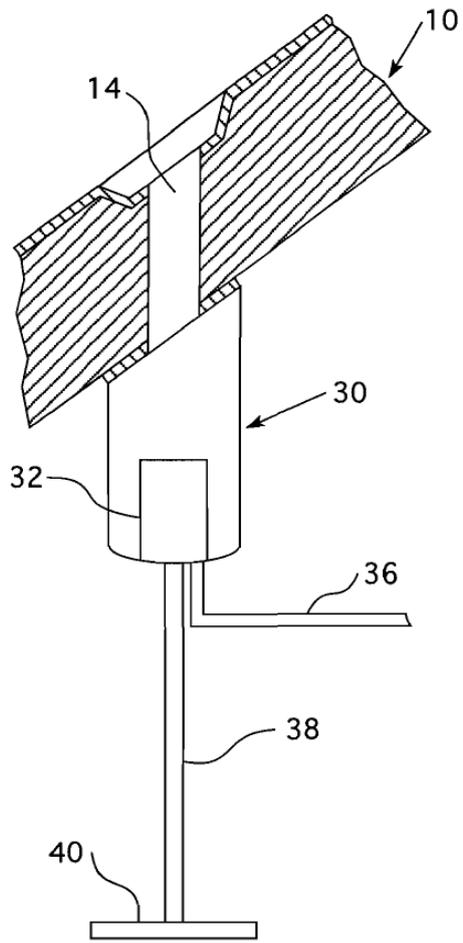


FIG. 5

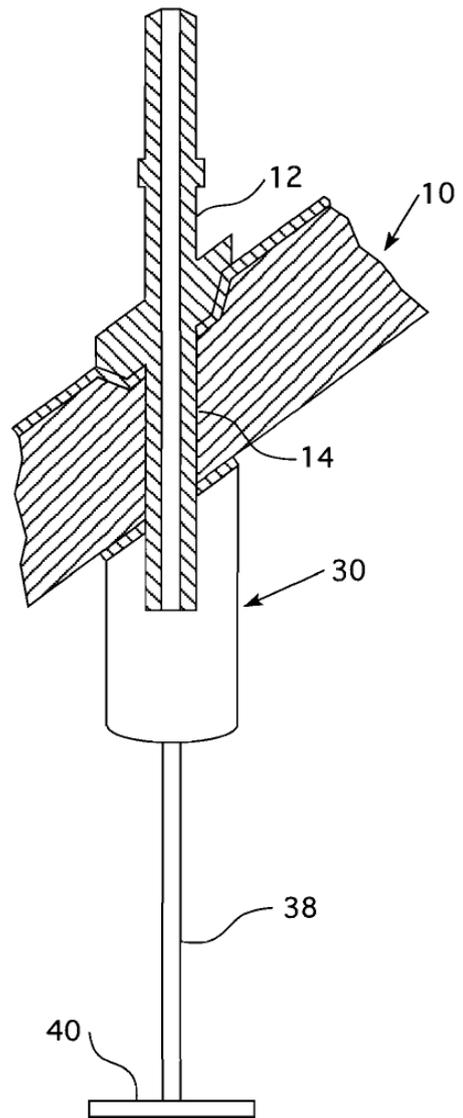


FIG. 6

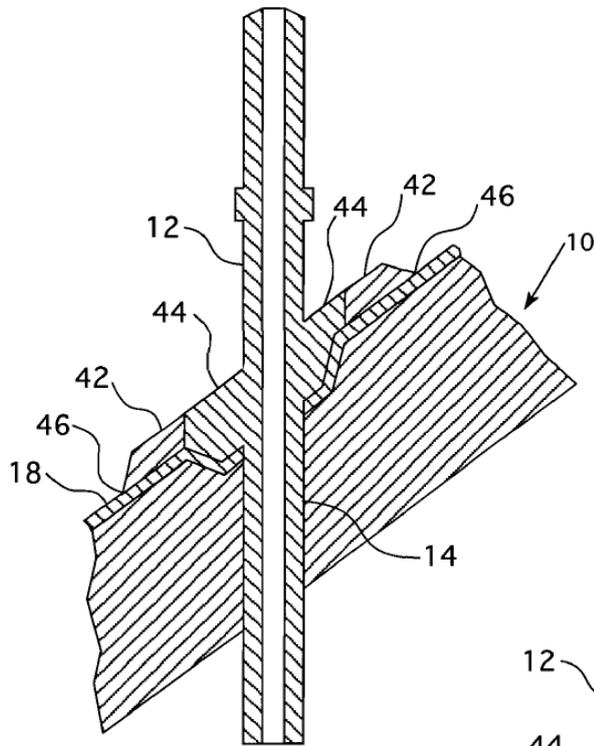


FIG. 7

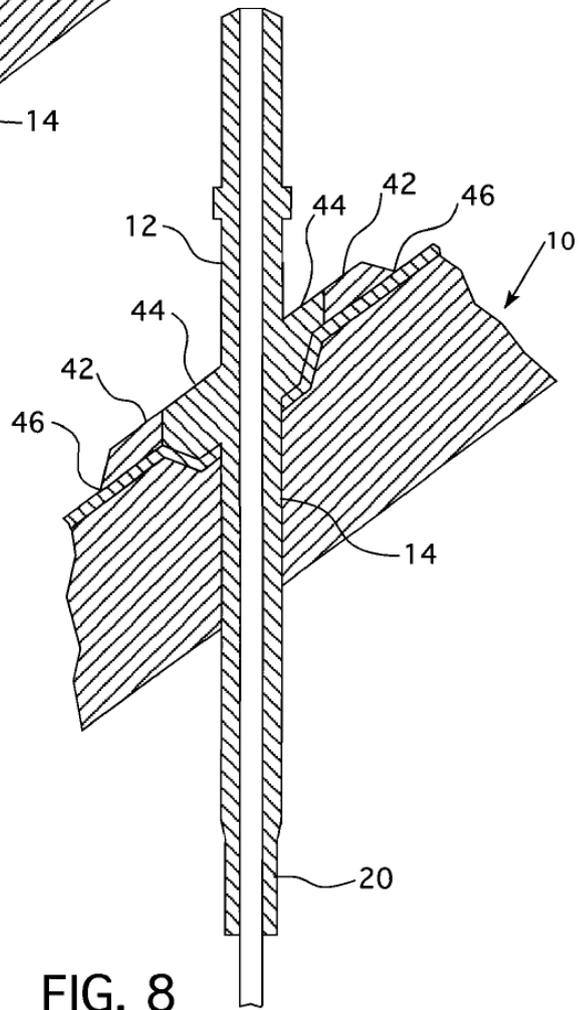


FIG. 8