

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 156**

51 Int. Cl.:

**F28F 11/02** (2006.01)  
**F22B 37/10** (2006.01)  
**F16L 55/18** (2006.01)  
**B21D 39/06** (2006.01)  
**B23P 6/04** (2006.01)  
**B23P 15/26** (2006.01)  
**F22B 37/00** (2006.01)  
**F16L 55/163** (2006.01)  
**F16L 55/165** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2012 E 12008251 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 2604963**

54 Título: **Medio de reparación para un tubo de calefacción de un generador de vapor y procedimiento de reparación**

30 Prioridad:

**16.12.2011 DE 102011121204**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.10.2019**

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC GERMANY GMBH  
(100.0%)  
Dudenstraße 6  
68167 Mannheim , DE**

72 Inventor/es:

**JEANVOINE, NICOLAS y  
BIENTREU, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

**ES 2 728 156 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

Medio de reparación para un tubo de calefacción de un generador de vapor y procedimiento de reparación

5 (0001) La invención hace referencia a un método de reparación para un tubo de calefacción de un generador de vapor montado en un generador de vapor con un extremo del tubo defectuoso, y una multitud de tubos de calefacción de generador de vapor son guiados en sus extremos correspondientes mediante un respectivo fondo de tubo plaqueado y con el plaqueado son soldados, y conforme a la experiencia, se utiliza un manguito de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor. La invención hace referencia también a un generador de vapor reparado conforme a la invención.

10 (0002) Es conocido en general, que los generadores de vapor, entre otros, se usan en centrales eléctricas, especialmente, también en centrales nucleares. Los generadores de vapor son intercambiadores de calor, que en el funcionamiento en un primer circuito son atravesados por un medio primario calentado, y el calor se transfiere entonces a un medio secundario, especialmente agua, que fluye en un segundo circuito separado del anterior. Después de fluir a través del generador de vapor, entonces el agua ha cambiado su estado de agregación a una forma de vapor y está entonces disponible para el accionamiento en una turbina de central eléctrica. Especialmente en centrales nucleares, en las que el medio primario está cargado radioactivamente, hay que tener en cuenta una separación estricta y absolutamente segura entre el primer y el segundo circuito en el generador de vapor.

15 (0003) Los generadores de vapor presentan fundamentalmente un recipiente casi siempre cilíndrico que en sus extremos axiales presenta un respectivo fondo de tubo plaqueado, y el espacio interior así formado es atravesado por una multitud de tubos de calefacción del generador de vapor, que están unidos al plaqueado. De este modo, se forma una superficie de contacto lo más alta posible para el intercambio de calor entre ambos circuitos de refrigeración. Los tubos de calefacción del generador de vapor se sueldan herméticamente con el plaqueado del borde inferior del fondo de tubo. Si esta junta de soldadura se daña, por ejemplo, mediante un cuerpo extraño, la hermeticidad de la junta ya no está garantizada y puede conducir a un escape entre el medio primario y el secundario. Las juntas de soldadura dañadas tienen que ser reparadas para producir la separación entre los medios primarios y secundarios.

20 (0004) Esto ocurre desde entonces mediante la colocación de tapones de soldadura. Así, los tubos de calefacción del generador de vapor que presentan un escape en la junta de soldadura son cerrados de modo estandarizado con la ayuda de tapones de soldadura. Para la colocación de tapones de soldadura se aplica primeramente un contorno específico de fresado. La brida inferior del tapón de soldadura sirve como material adicional y se suelda a través de un proceso WIG (en inglés: "Wolfram Inert Gas": proceso con electrodo de wolframio protegido por un gas inerte) con el plaqueado del fondo de tubo. La junta sirve tanto como junta portante como también como junta de obturación.

25 (0005) Es desventajoso aquí que el tubo de calefacción del generador de vapor no contribuya al intercambio de calor entre el circuito primario y el secundario, lo cual conlleva un empeoramiento del grado de efectividad de la central eléctrica. Habida cuenta que el generador de vapor también tiene una función de seguridad en el caso de averías o accidentes, la parte de los tubos cerrados no deben superar un cierto valor, por ejemplo, un 10%. Si el número de las juntas dañadas en un generador de vapor es muy alto, ya no es adecuada la colocación de tapones de soldadura como medida de reparación.

30 (0006) Otro método del estado de la técnica consiste en la resoldadura. Mediante la nueva fundición del material se pueden cerrar defectos en la junta, como grietas y poros. Al resoldar, sin embargo, se pueden eliminar sólo defectos pequeños y superficiales. Habida cuenta que no se incorpora ningún material adicional, no se puede compensar ninguna falta de material de soldadura. Además, al resoldar, las impurezas de la junta de soldadura original se funden de nuevo, mediante lo cual se puede ver perjudicada la calidad de la nueva junta. La resoldadura de las juntas de soldadura dañadas no representa, por ello, un método de reparación fiable, ni eficiente a largo plazo.

35 (0007) Además, son conocidos también métodos de reparación con manguitos de reparación. De este modo, se manifiesta en el documento de patente US 4592577 un manguito de reparación para insertarlo en un extremo de tubo defectuoso de un generador de vapor, y una ampliación posterior se lleva a cabo mediante un proceso de laminación, de manera que después se da una unión hermética en el extremo del tubo. En el documento de patente DE 10 2005 032118 A1 se manifiesta un transferidor de calor de haz de tubos con un revestimiento de fondo de tubo resistente al desgaste para el empleo en instalaciones de cracking térmicas, y el fondo de tubo del lado de la entrada de gas en uno de sus lados está cubierto, al menos parcialmente, por una capa de material que se compone en el lado frontal de manguitos individuales, dispuestos unos junto a otros y que chocan entre sí en los bordes exteriores, introducidos en los extremos del tubo.

40 (0008) Partiendo de este estado de la técnica es el objetivo de la invención proporcionar un medio de reparación o un método de reparación que, por un lado, evita la soldadura de los tubos de calefacción del generador de vapor afectado y, por otro lado, posibilita una reparación a largo plazo y fiable de los extremos de tubos dañados.

(0009) Este objetivo se cumple mediante un método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según la reivindicación 1ª.

(0010) La idea fundamental de la invención consiste en la instalación de un manguito de tubo corto, o bien, un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor – también llamado “Sleeve”- en el respectivo extremo del tubo dañado. El manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor se fija mediante una laminación mecánica en el tubo de calefacción del generador de vapor y su borde interior se suelda en un contorno fresado con el plaqueado del fondo de tubo. Mediante esto, por un lado, se garantiza la continuación del funcionamiento del tubo de calefacción del generador de vapor reparado, de manera que el respectivo generador de vapor puede continuar funcionando después de una multitud de reparaciones, sin problema. Por otro lado, mediante esto, se posibilita también una reparación de alta calidad y duradera de los extremos del tubo defectuosos.

(0011) La junta de soldadura defectuosa se elimina mediante un fresado cónico anterior del extremo de tubo afectado y mediante el fresado de un hundimiento en el plaqueado alrededor del extremo de tubo defectuoso. Eventuales impurezas que podrían haber llevado al defecto de la junta de soldadura hasta ahora son eliminadas así de modo ventajoso.

(0012) El borde inferior del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor presenta una brida que sirve como material adicional durante el proceso de soldadura. Así, la introducción manual de material adicional durante el proceso de soldadura se evita de modo ventajoso. El material de brida fundido se distribuye ventajosamente en el hundimiento fresado, de manera que la superficie del plaqueado queda prácticamente liso. Mediante esto, se posibilita junto a la calidad necesariamente alta de la junta de soldadura también un proceso de reparación acelerado.

(0013) La zona cónica del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor está ajustada exactamente a la zona fresada cónicamente del extremo del tubo, de manera que mediante esto se posibilita una adaptación exacta. Esto se puede conseguir especialmente mediante la selección de una herramienta de fresado adecuada con el ángulo cónico deseado.

(0014) La zona rectilínea del manguito se ha de elegir en su diámetro exterior de forma que no sea mayor que el diámetro interior mínimo respectivo del extremo de tubo defectuoso, para posibilitar así una introducción sin problema del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor en el extremo del tubo fresado. En un proceso de laminación, la zona rectilínea del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor introducido es ampliado de forma que se da una unión hermética y segura con el fondo de tubo.

(0015) El manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor posibilita además una reparación especialmente rápida de los extremos del tubo defectuosos. Esto es de mucha importancia, especialmente, en generadores de vapor de instalaciones nucleares a causa de la exposición a la radiación dominante para el personal de mantenimiento.

(0016) Según una forma de ejecución preferible del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, el espesor de la pared del manguito se aumenta en la zona cónica frente a la zona rectilínea. La zona cónica, como parte fundamental y crítica de la zona de reparación se aumenta mediante semejante espesor de pared aumentado, de forma ventajosa. La zona cónica no está prevista obligatoriamente para la laminación, sino que es en la zona cónica, a causa de la adaptación del fresado cónico, en la que se da una alta exactitud de ajuste. Sin embargo, mediante se puede aumentar mediante la laminación en las zonas cónicas la estabilidad de la unión de reparación. Un espesor de pared aumentado no representa durante la laminación ningún problema, cuando el material de pared no se somete a ninguna deformación mayor, a causa de la alta exactitud de ajuste del manguito durante la laminación. Un espesor de pared aumentado en esta zona conlleva también una estabilidad aumentada de la unión que ha de crearse del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor con el fondo de tubo. En la zona prevista para la laminación igualmente rectilínea necesariamente, el espesor de la pared del manguito puede ser elegido de forma más fina, porque el tubo de calefacción del generador de vapor en esta zona posterior no presenta ningún punto débil. En cualquier caso, la zona cónica o la zona rectilínea han de ser laminadas, dado el caso, también ambas. Un espesor, como ejemplo, de una pared de manguito en la zona cónica asciende, por ejemplo, a 1 – 2 mm y en la zona rectilínea a <0,5 mm, dependiendo esto en gran medida de las condiciones de borde existentes respectivamente y de la elección del material del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor. La longitud del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor ha de ejecutarse de tal modo que una instalación sea posible también en las posiciones de borde del generador de vapor, y asciende, por ejemplo, a 10 hasta 15 cm.

(0017) Según una ejecución especialmente preferible del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, la longitud de la zona cónica se corresponde, al menos, con el diámetro de manguito interior del lado de la brida, en una vez y media, que a su vez tiene, por ejemplo, 2,5 cm. A través de semejante zona cónica comparativamente larga es posible crear una unión de reparación estable sólo mediante el laminado de la zona cónica. Mediante la elevada exactitud de ajuste del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, ya en el estado no laminado en el agujero cónico se puede laminar también un espesor de

pared aumentado sin problema, y la unión resultante es de especial alta calidad.

(0018) Según otra variante del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, el espesor de la pared del manguito en la zona cónica se reduce hacia la zona rectilínea. De este modo, resulta en la zona cónica sumariamente un espesor de pared constante del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor y un tubo de calefacción del generador de vapor fresado cónicamente con un diámetro interior idealmente constante de la unión de la reparación.

(0019) Según otra forma de ejecución del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, al menos, en zonas parciales de la superficie exterior está prevista una capa delgada áspera. Esta capa, que también se denomina "Microlock", mejora el anclaje del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor en el tubo de calefacción del generador de vapor y evita una rotación del manguito de reparación durante su instalación, especialmente, durante el laminado. Una insignificante elevación parcial del diámetro exterior del manguito de reparación causada por lo anterior no tiene importancia, porque de todas formas está previsto una holgura mínima, para aplicar el manguito de reparación sin problema en el extremo del tubo fresado. La holgura se elimina entonces mediante el laminado sin dejar restos.

(0020) Según una forma de ejecución especialmente preferible, el manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor está fabricado, al menos, en su mayor parte, del material Inconel 690®. Esto se caracteriza por su buena resistencia a la corrosión y por su capacidad de soldadura con el material de plaqueado. Igualmente, a causa de estas propiedades y de su buen comportamiento en el laminado es adecuado el material Incoloy 800®. Mediante esto se puede realizar también un laminado de espesores de pared relativamente altos en el ámbito de 1mm y más sin que se formen grietas. El objetivo se cumple también mediante un método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor para un tubo de calefacción del generador de vapor montado en un generador de vapor con un extremo del tubo defectuoso, y una multitud de tubos de calefacción del generador de vapor en sus extremos respectivos se guían mediante un fondo de tubo plaqueado respectivo y se suelda con el plaqueado, con un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) que presenta en su extremo una brida continua (36, 52, 72), que se convierte en una zona cónica (38, 54, 74, 102) que se estrecha hacia el exterior en dirección del otro extremo de manguito, al cual se une una zona rectilínea (56, 76), y el espesor de pared del manguito aumenta en la zona cónica (38, 54, 74, 102) frente a la zona rectilínea (56, 76), que comprende los siguientes pasos:

- Fresado cónico del extremo de tubo defectuoso y fresado de un hundimiento en el plaqueado alrededor del extremo de tubo defectuoso,
- Colocación de un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor en el extremo de tubo defectuoso fresado cónicamente, y el contorno de manguito exterior, al menos, en la zona cónica está adaptado al contorno interior del extremo del tubo fresado,
- Laminado del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor en su zona rectilínea y/o cónica,
- Soldadura de la zona de brida del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor laminado con el plaqueado, de manera que se forma una junta de obturación.

El extremo de tubo defectuoso se fresa con la ayuda de un fresador cónico. El fresador se centra con su punta en el tubo de calefacción del generador de vapor. El diámetro y el ángulo de la zona cónica del fresador están concebidos de manera que la junta de soldadura antigua, defectuosa se elimina completamente. Surge un nuevo contorno de fresado con un hundimiento para el alojamiento y posterior soldadura del tubo de calefacción del generador de vapor en su zona de brida. Mediante esto, se da una exactitud de ajuste elevada de la zona cónica del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor con el extremo del tubo fresado cónicamente. Aparte de las ventajas ya mencionadas para el manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, este método demuestra ser muy rápido, junto a una necesaria unión de mucha calidad entre el manguito de reparación y el fondo de tubo, lo cual es muy ventajoso respecto a una exposición a la radiación minimizada para el personal de reparaciones.

(0021) Según otra forma de ejecución del método conforme a la invención, la soldadura se lleva a cabo usando un método WIG (en inglés: "Wolfram Inert Gas": proceso con electrodo de wolframio protegido por un gas inerte). Esto ha demostrado ser especialmente adecuado y conlleva juntas de soldaduras de alta calidad.

(0022) Según otra variante del método, la soldadura del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor empleado se lleva a cabo ya antes de su laminado. Mediante esto, se evita una rotación del manguito de reparación durante el laminado.

(0023) Según otra variante del método, el laminado del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor se lleva a cabo en varios pasos de conformación. Especialmente en un diámetro de tubo de calefacción del generador de vapor interior escalonado hacia detrás axialmente puede ser necesario para cada escalonamiento, dado el caso, una herramienta de laminado distinta, mediante lo cual se condiciona otro paso de conformación.

(0024) Según una variante del método especialmente preferible, esto se lleva a cabo en un extremo defectuoso de

un tubo de calefacción del generador de vapor de un generador de vapor cargado radioactivamente de una instalación nuclear. A causa de los requerimientos de seguridad altos que dominan allí, la calidad alta y duración del resultado de reparación conseguido según el método son de mucha importancia. Además, a causa de la necesidad de tiempo mínima para el método conforme a la invención, la exposición a la radiación para el personal de reparaciones se reduce de forma ventajosa. Dado el caso, se puede intercambiar el orden de los pasos mencionados también en cierta medida, siempre que esto no tenga ninguna influencia en el resultado final.

(0025) Las ventajas conforme a la invención se amplían también en el generador de vapor, comprendiendo una multitud de tubos de calefacción del generador de vapor que en sus dos lados se guían mediante un respectivo fondo de tubo plaqueado y con el plaqueado son soldados, y en al menos un extremo del tubo se aplica el método de reparación conforme a la invención. A causa de la continuación del uso de un tubo de calefacción del generador de vapor reparado conforme a la invención no disminuye el grado de efectividad de un generador de vapor reparado muchas veces y éste puede funcionar a causa de la reparación de alta calidad y duradera de forma ventajosa y segura durante un periodo de duración largo.

(0026) Estas ventajas se amplían especialmente en generadores de vapor cargados radioactivamente, cuyo intercambio y deshecho son especialmente complicados con una duración de vida corta. Otras posibilidades de ejecución ventajosas se han de extraer de las demás reivindicaciones dependientes. En base a los ejemplos de ejecución representados en los dibujos se han de describir la invención, otras formas de ejecución y otras ventajas de forma detallada. Se muestran

- Fig. 1 un tubo de calefacción del generador de vapor, como ejemplo, en un fondo de tubo plaqueado,
- Fig. 2 un tubo de calefacción del generador de vapor reparado, como ejemplo,
- Fig. 3 un primer manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, como ejemplo,
- Fig. 4 un segundo manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, como ejemplo,
- Fig. 5 un generador de vapor, como ejemplo, y
- Fig. 6 un segundo tubo de calefacción del generador de vapor reparado, como ejemplo.

La Fig. 1 muestra un tubo de calefacción del generador de vapor (12), como ejemplo, en un fondo de tubo (18) plaqueado (20) en una vista (10). El tubo de calefacción del generador de vapor (12) está fresado en su zona del extremo delantero, como se indica con el número de referencia (14). Además, en la superficie del plaqueado (20) del fondo de tubo (18) hay fresado un hundimiento (16). Mediante esto, se elimina completamente la junta de soldadura anterior defectuosa – no representada – y así también cualquier eventual impureza, que podría haber llevado al defecto de la junta de soldadura. El tubo de calefacción del generador de vapor (12) está mostrado en su zona posterior con un espesor de pared escalonado de forma ascendente o con un diámetro interior escalonado de forma descendente. Un espesor de pared mayor es necesario en la salida del tubo de calefacción del generador de vapor fuera del fondo de tubo, porque entonces se suprime su efecto estabilizador. El tubo de calefacción del generador de vapor (12) representado está así preparado para la colocación de un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor o de un "Sleeves".

(0027) La Fig. 2 muestra un tubo de calefacción del generador de vapor (32) reparado, como ejemplo, que está guiado a través de un fondo de tubo (44) y de un plaqueado (46) dispuesto encima, en una representación (30). En el extremo de tubo preparado según la Fig. 1 se coloca ahora un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (34) que en su zona rectilínea superior (40) está ya laminado, es decir, en su perímetro fue ampliado al diámetro interior respectivo del extremo del tubo. Mediante esto se garantiza una unión hermética entre el tubo de calefacción del generador de vapor (32) y el manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (34). A causa del escalonamiento del tubo de calefacción del generador de vapor (32) han sido necesarios varios pasos de laminación. En una zona cónica (38), la forma exterior cónica del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (34) y la forma interior cónica del extremo de tubo fresado están adaptados entre sí de forma exacta, de manera que resulta una unión con exactitud de ajuste. En una zona de brida (36), una brida que rodea al manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (34) se encuentra en un hundimiento fresado, que está conformado de tal modo que el material de brida llena el hundimiento durante la fusión en el proceso de soldadura siguiente. El manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (34), o bien, el tubo de calefacción del generador de vapor (32) se extienden de forma rotativa-simétrica alrededor de un eje intermedio imaginario (42).

(0028) La Fig. 3 muestra un primer manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50) – aun no laminado –, como ejemplo, en una vista de corte. En la zona de brida (52) inferior está prevista una brida continua, que durante el proceso de soldadura posterior es fundido y se une al plaqueado de un fondo de tubo respectivo. Una zona cónica (54) está ejecutada con un espesor de pared aumentado y esta zona no está prevista para la laminación. Una zona (56) rectilínea que se une está prevista para un laminado y presenta por ello un diámetro exterior que es poco más pequeño que el diámetro interior de un tubo de calefacción del generador de vapor respectivo a ser reparado. En la superficie exterior de la zona (56) rectilínea está prevista, por zonas, una capa delgada áspera (58), una denominada "Microlock", para evitar durante un laminado posterior una rotación del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50). Éste se extiende de forma rotativa-simétrica alrededor de un eje intermedio (60) imaginario, y está fabricado preferiblemente del material Inconel 690, lo cual ha demostrado ser especialmente adecuado para esta aplicación.

(0029) La Fig. 4 muestra igualmente un segundo manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (70), como ejemplo, sin embargo, en una vista tridimensional. En el extremo inferior está prevista una zona de brida (72) a la cual se une en dirección del otro extremo de manguito una zona cónica (74) y después una zona rectilínea (76). La zona rectilínea (76) está rodeada en su superficie exterior por una capa delgada áspera (78), que evita una rotación del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (70) durante el proceso de laminado.

(0030) La Fig. 5 muestra un generador de vapor (80), como ejemplo, en un dibujo esquemático. Las paredes (92) y un fondo de tubo (82) plaqueado (84) forman un espacio interior cerrado a través del cual están guiados varios tubos de calefacción del generador de vapor (86, 88, 90). Éstos están guiados en sus respectivos extremos a través de agujeros en la placa del fondo, o bien, en el plaqueado contiguo (84) y son soldados con el plaqueado. Durante el funcionamiento del generador de vapor, a través de su espacio interior fluye un primer medio, y a través de los tubos de calefacción del generador de vapor (86, 88, 90) fluye un segundo medio. Ambos medios están completamente y de forma segura separados entre sí, se ha de evitar en cualquier caso una mezcla. En el caso de reparación, el método de reparación conforme a la invención se aplica al respectivo extremo de tubo defectuoso.

(0031) La Fig. 6 muestra un segundo tubo de calefacción del generador de vapor reparado, como ejemplo, en una vista cortada (100). Un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (106) presenta una zona cónica (102) que se corresponde con el doble de su diámetro interior del lado de la brida (104). El manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (106) se coloca en un tubo de calefacción del generador de vapor fresado y en use lamina en su zona cónica. Mediante la ejecución larga comparativamente de la zona cónica (102) no es necesario un laminado en la zona rectilínea que se une detrás. El espesor de pared del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (106) disminuye hacia detrás en la medida en que aumenta el espesor de pared del tubo de calefacción del generador de vapor fresado cónicamente, de manera que resulta sumariamente en la zona cónica un espesor de pared más o menos constante del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor y del tubo de calefacción del generador de vapor.

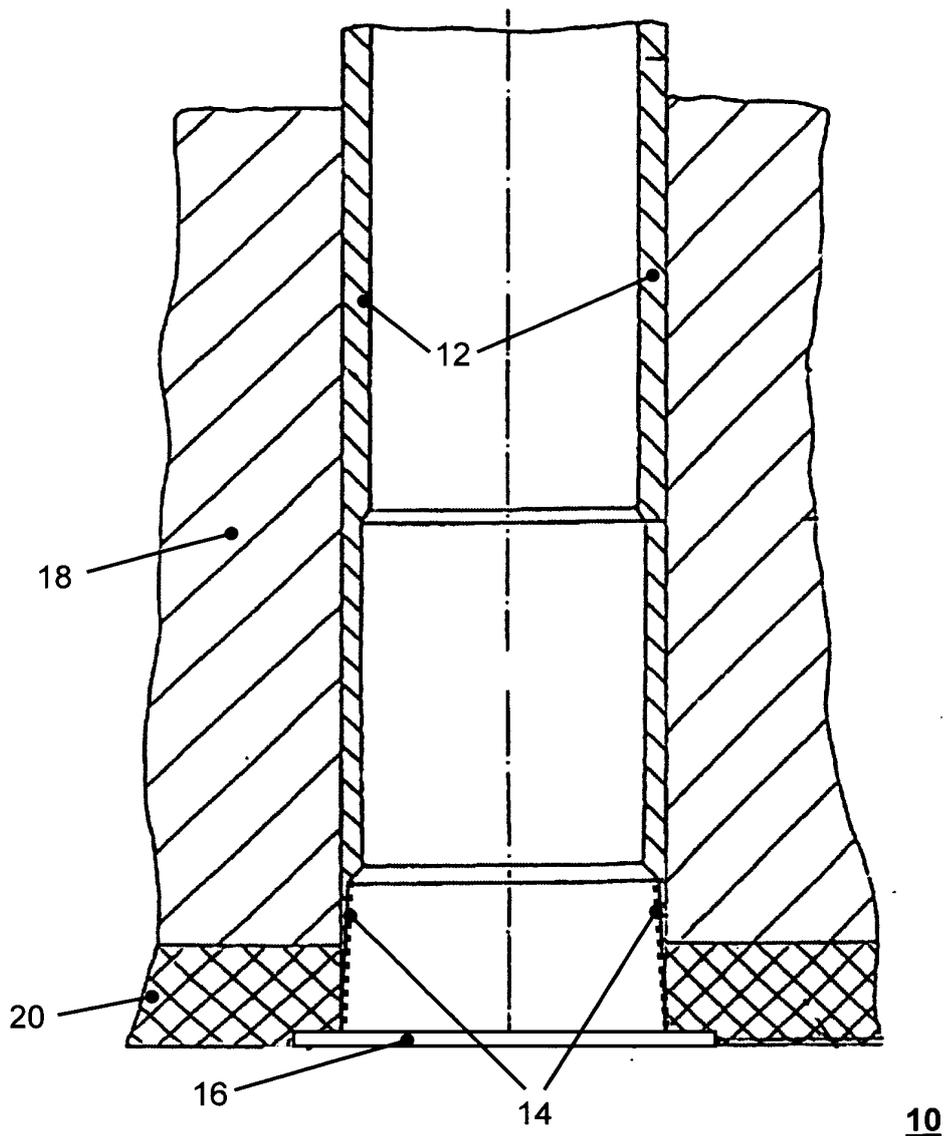
#### Lista de referencias

(0032)

- 10 tubo de calefacción del generador de vapor, como ejemplo, en un fondo de tubo plaqueado
- 12 tubo de calefacción del generador de vapor
- 14 extremo del tubo fresado cónicamente
- 16 hundimiento fresado
- 18 fondo de tubo
- 20 plaqueado
- 30 tubo de calefacción del generador de vapor reparado, como ejemplo
- 32 tubo de calefacción del generador de vapor
- 34 manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor laminado
- 36 zona de brida del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 38 zona cónica del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 40 zona rectilínea del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 42 eje intermedio
- 44 fondo de tubo
- 46 plaqueado
- 50 primer manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, como ejemplo
- 52 zona de brida del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 54 zona cónica del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 56 zona rectilínea del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 58 capa delgada áspera
- 60 eje intermedio
- 70 segundo manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, como ejemplo
- 72 zona de brida del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 74 zona cónica del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 76 zona rectilínea del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 78 capa delgada áspera
- 80 generador de vapor, como ejemplo
- 82 fondo de tubo inferior del generador de vapor
- 84 plaqueado del fondo de tubo inferior
- 86 primer tubo de calefacción del generador de vapor
- 88 segundo tubo de calefacción del generador de vapor
- 90 tercer tubo de calefacción del generador de vapor
- 92 pared
- 100 segundo tubo de calefacción del generador de vapor reparado, como ejemplo
- 102 zona cónica del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor
- 104 diámetro interior del lado de la brida
- 106 tercer manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor, como ejemplo

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor para un tubo de calefacción del generador de vapor (12, 32, 86, 88, 90) montado en un generador de vapor (80) con un extremo de tubo defectuoso, y una multitud de tubos de calefacción del generador de vapor (12, 32, 86, 88, 90) en sus respectivos extremos están guados a través de un respectivo fondo de tubo plaqueado (18, 44, 82) y están soldados con el plaqueado (20, 46, 84), con un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) que en su extremo presenta una brida continua (36, 52, 72) que se convierte en una zona (38, 54, 74, 102) cónica que se estrecha por el exterior en dirección del otro extremo de manguito, y a dicha zona se une una zona rectilínea (56, 76), y el espesor de la pared de manguito en la zona cónica (38, 54, 74, 102) está elevada respecto a la zona rectilínea (56, 76), comprendiendo los siguientes pasos:
- Fresado cónico (14) del extremo del tubo defectuoso y fresado de un hundimiento (16) en el plaqueado (20, 46, 84) alrededor del extremo de tubo defectuoso,
  - Colocación de un manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) en el extremo de tubo defectuoso fresado cónicamente (14) y el contorno de manguito exterior está adaptado, al menos, en la zona cónica (38, 54, 74) al contorno interior del extremo de tubo fresado,
  - Laminado del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) en su zona rectilínea (56, 76) y/o cónica (38, 54, 74, 102),
  - Soldadura de la zona de brida (36, 52, 72) del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor laminado (34) con el plaqueado (20, 46, 84), de manera que se forma una junta de obturación.
- 2ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que la soldadura se lleva a cabo utilizando un método WIG (en inglés: "Wolfram Inert Gas": proceso con electrodo de wolframio protegido por un gas inerte).
- 3ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones 1ª ó 2ª, que se caracteriza por que la soldadura del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) se lleva a cabo ya antes de su laminado.
- 4ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el laminado del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) se lleva a cabo en varios pasos de conformación.
- 5ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que éste se lleva a cabo en un generador de vapor (80) cargado radioactivamente de una instalación nuclear.
- 6ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que la longitud de la zona cónica (38, 54, 74, 102) del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) se corresponde, al menos, con el diámetro de manguito (104) interior del lado de la brida, en una vez y media.
- 7ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el espesor de la pared del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) en la zona cónica (38, 54, 74, 102) está reducido hacia la zona rectilínea (56, 76).
- 8ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que, al menos, en zonas parciales de la superficie exterior del manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) está prevista una capa delgada áspera (58, 78).
- 9ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que el manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) está fabricado, al menos en su mayor parte, del material Inconel 690®.
- 10ª.- Método de reparación de tubo de calefacción del generador de vapor según una de las reivindicaciones 1ª hasta 8ª, que se caracteriza por que el manguito de reparación del tubo de calefacción del generador de vapor (50, 70) está fabricado, al menos en su mayor parte, del material Incoloy 800®.
- 11ª.- Generador de vapor (80), que comprende una multitud de tubos de calefacción del generador de vapor (12, 32, 86, 88, 90), que en sus dos extremos están guiados a través de un respectivo fondo de tubo (18, 44, 82) plaqueado y están soldados con el plaqueado (20, 46, 84), que se caracteriza por que en al menos un extremo del tubo se aplica el método de reparación según una de las reivindicaciones 1ª hasta 10ª.
- 12ª.- Generador de vapor según la reivindicación 11ª, que se caracteriza por que el mismo está cargado radioactivamente.



. 2  
Fig. 1

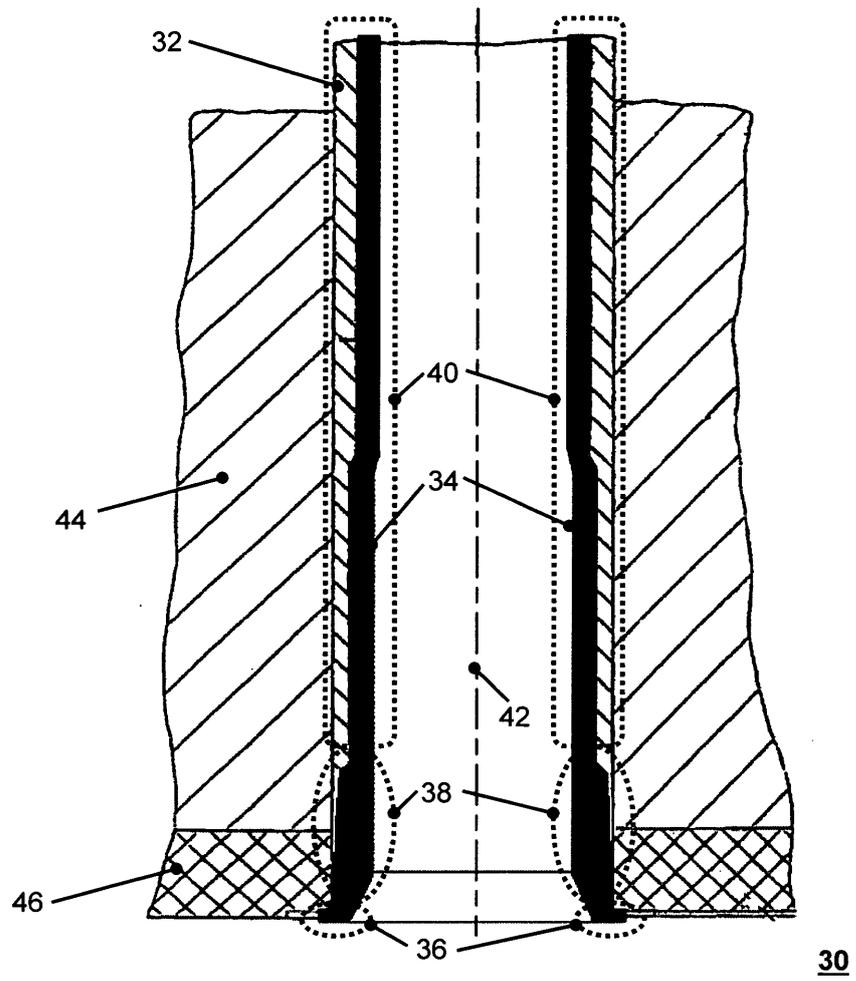


Fig. 2

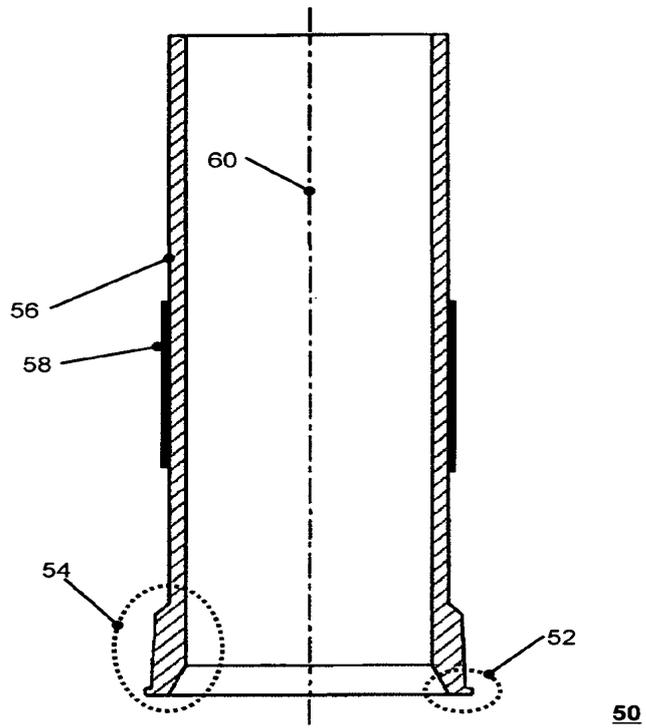


Fig. 3

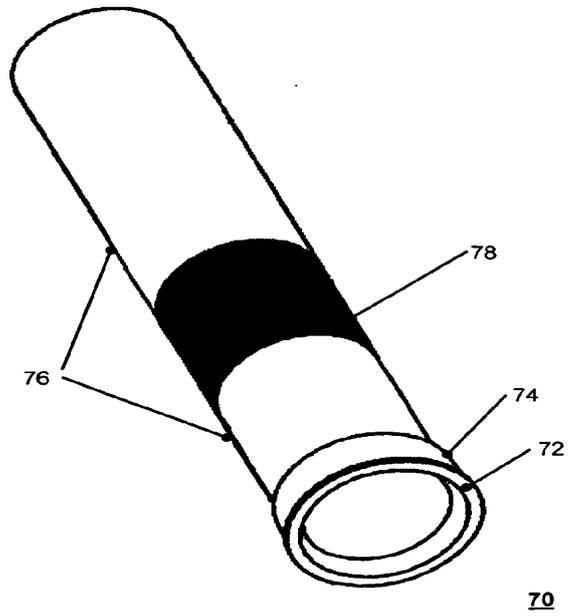


Fig. 4

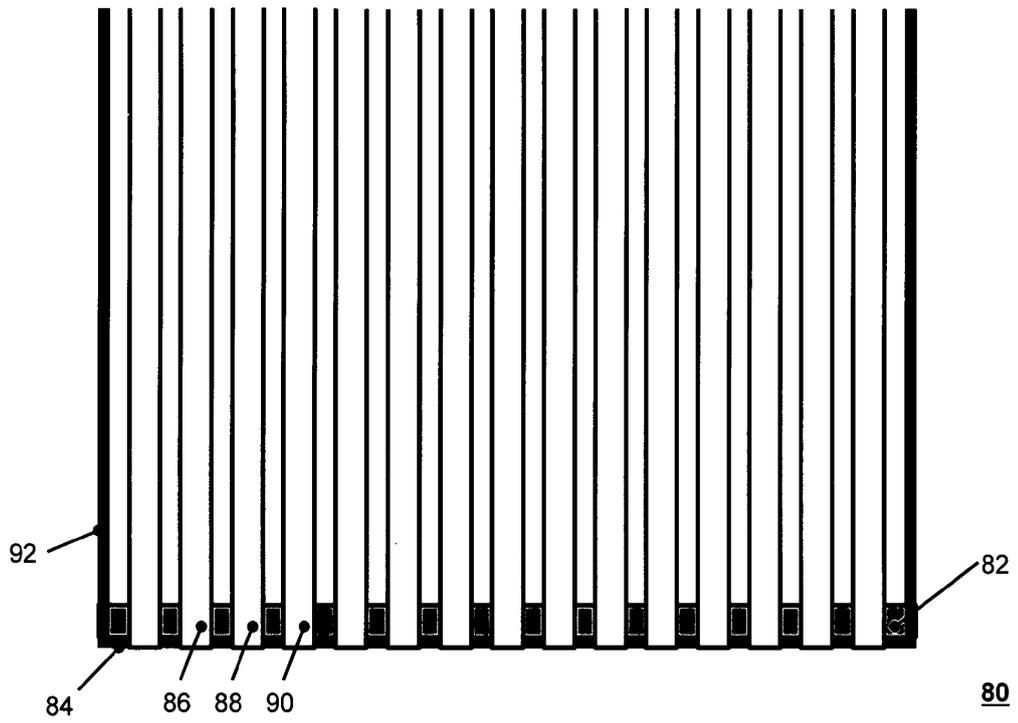


Fig. 5

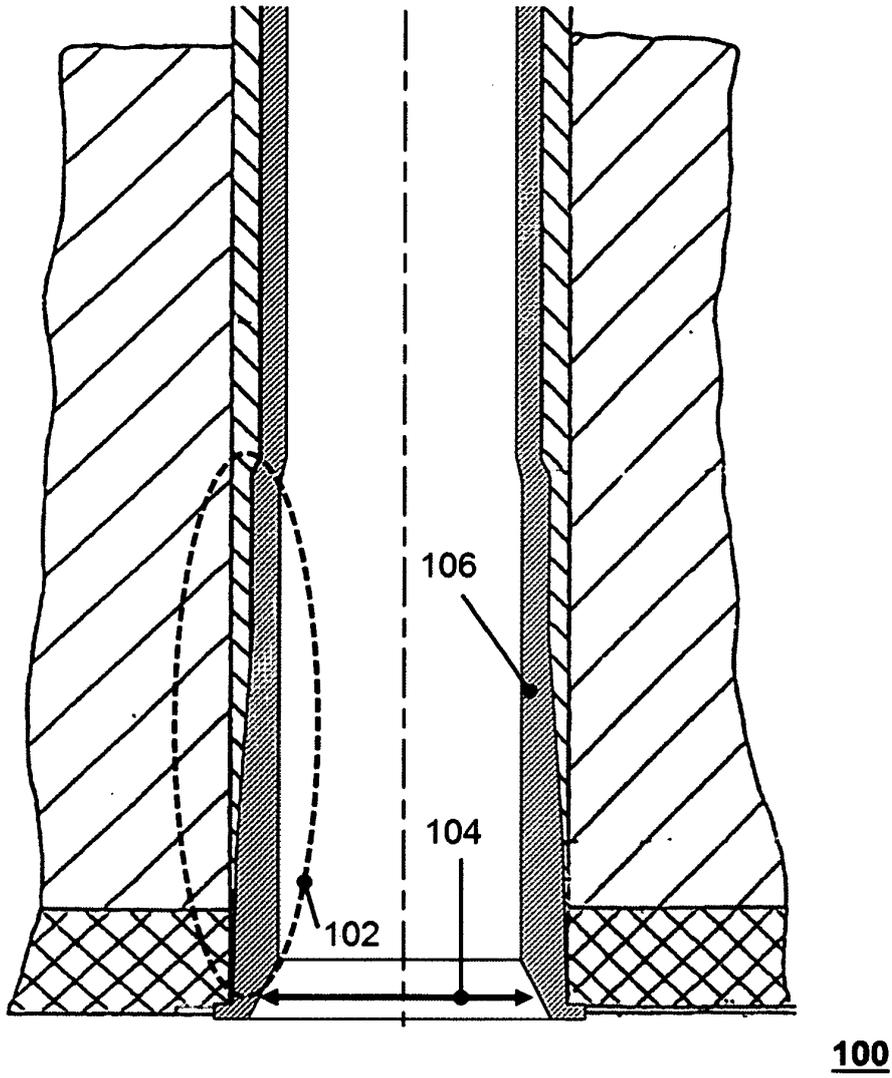


Fig. 6