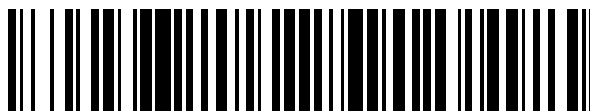


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 271**

51 Int. Cl.:

**B23H 9/00** (2006.01)

**F22B 37/00** (2006.01)

**B23H 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.01.2014** **E 13005851 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017** **EP 2898975**

54 Título: **Dispositivo de erosión y método de erosión para procesar piezas cilíndricas huecas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.11.2017**

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC GERMANY GMBH  
(100.0%)  
Dudenstrasse 44  
68167 Mannheim, DE**

72 Inventor/es:

**ECKERT, MARKO**

74 Agente/Representante:

**COBO DE LA TORRE, María Victoria**

**ES 2 644 271 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

Dispositivo de erosión y método de erosión para procesar piezas cilíndricas huecas

5 (0001) La invención hace referencia a un dispositivo de erosión, así como a un método de erosión para procesar piezas cilíndricas huecas, con cuyas formas geométricas piezas construidas, como por ejemplo, tubos o conductos se introducen, especialmente, en instalaciones nucleares o instalaciones de reactores cilíndricas huecas, o estas piezas pueden ser separadas o bien cortadas o recortadas estando en un estado construido, o bien, montado.

10 (0002) En instalaciones nucleares, y especialmente, en reactores de agua a presión, a causa de la constante utilización de los tubos de calefacción que forman el punto de intersección entre el circuito primario y el circuito secundario, es decir, el circuito de agua-vapor en una central nuclear con reactor de agua a presión (DWR) y llevándose a cabo el intercambio de calor entre ambos circuitos mediante los tubos de calefacción, se producen a menudo daños corrosivos en las paredes de los tubos. En el caso de que los daños continúen durante el funcionamiento del servicio, sin ello ser conocido, se puede producir una penetración de la pared, y dado el caso, se pueden formar fisuras, y a causa de las distintas situaciones de presión existentes en ambos circuitos se puede producir, a causa de los daños en la pared, un traspaso del agente refrigerante primario al circuito de agua vapor, y en consecuencia, también se puede producir una contaminación del circuito secundario. Según esto, este tipo de daños son igualmente daños relevantes a nivel de seguridad técnica que pueden conducir a un caso de avería. Sin embargo, un reconocimiento temprano, y con ello, también a tiempo de los daños del sistema de conductos que podrían producirse – antes de que surja la previamente mencionada fuga – no se puede llevar a cabo ni garantizar suficientemente con los métodos conocidos de los ensayos no destructivos.

25 (0003) Teniendo presente las circunstancias mencionadas, a causa de los problemas que surgen cada vez más a menudo en instalaciones nucleares, se llevan a cabo en los generadores de vapor (intercambiadores de calor primarios), y especialmente, en el correspondiente sistema de conductos, reparaciones y remociones de material de las zonas y lugares dañados, durante periodos más o menos regulares, que han demostrado ser, sin embargo, extremadamente complicados a causa de las circunstancias externas, para investigar y detectar los mecanismos o motivos de la aparición de los problemas de los daños corrosivos. A causa de la comparativamente alta exposición a la radiación, y con ello, al comparativamente alto potencial de peligro para el personal del servicio de la instalación nuclear, las piezas de conductos y tubos correspondientes se han de retirar de forma mecanizada y/o automatizada. A causa de la complejidad de los sistemas de conductos, y con ello, de la limitada accesibilidad sólo se pueden emplear de forma limitada los métodos de separación convencionales, como por ejemplo, una separación mecánica aplicada desde el exterior, similar a un corte de tubos en la construcción de calefacciones, según el cual se trabaja desde el exterior hacia el interior. Además, el procesamiento mecánico requiere que momentos/ fuerzas comparativamente altas se produzcan en el dispositivo, y con ello, en la pieza. La geometría ambiental, especialmente aquí, en el intercambiador de calor de una instalación nuclear, sin embargo, condiciona, en general, que haya largos recorridos, unidos a múltiples curvaturas de los conductos, así como a diámetros interiores pequeños, y con ello, a espacios muy limitados. Esto conduce a menudo a inaccesibilidades y a la fatiga del material, e incluso, a la rotura de los árboles de accionamiento del dispositivo de corte o separación mecánico.

40 (0004) Para el procesamiento del sistema de conductos y para llevar a cabo las medidas de reparación pueden emplearse otros métodos, como por ejemplo, el método MDM para realizar trabajos de separación, que visto desde el punto de vista tecnológico se diferencia del método EDM y con el cual hace la remoción del material mediante la erosión de corriente.

45 (0005) Con el método MDM se trata igualmente de un tipo de método EDM, sólo que aquí no se trabaja sin contacto. El electrodo se gira en el tubo y no está en contacto. Al estar en contacto, se hace la remoción del material mediante una separación por fusión local. A una cierta distancia se estructura un plasma, pero no desconectado por el control EDM, sino interrumpido por una continuación del giro de los electrodos, y con ello, un aumento de la distancia del electrodo/la pieza.

50 (0006) Este método, por ello, no es adecuado para indicar el estado de erosión y/o el desarrollo de la erosión. Este tipo de erosión no se puede controlar, habida cuenta que el retroacoplamiento falta por las dimensiones de control, de manera que este método, por su no-control no es adecuado para hacer la remoción del material gradualmente de forma dirigida y definida.

55 (0007) Según ello, a menudo surgen problemas que tienen que ver con la capacidad de controlar del método, así como con la duración de la ejecución, que en general es demasiado larga, o que comparativamente está sometida a grandes oscilaciones. Además, según el método, sólo se puede garantizar mínimamente, o bien, no se puede garantizar, que los componentes contiguos no sean dañados durante la ejecución.

60 (0008) A menudo, la mejor, y en muchos casos, la única y más sencilla posibilidad de acceso se ofrece, o bien, se abre gracias al sistema de conductos de tubos.

65 (0009) Según esto, se conoce en el documento DE 4421246 C1 un dispositivo para ejecutar un avellanado por electroerosión de piezas que conducen electricidad mediante el método EDM.

- 5 (0010) Con la electroerosión (EDM – “Electrical Discharging Machining”), o bien, con la erosión se trata de un método de procesamiento que se emplea para crear matrices y objetos formados geoméricamente, así como en general, para el procesamiento de piezas electroconductoras, y en la zona de procesamiento cada descarga eléctrica que se produce entre un electrodo y una pieza provoca por el lado de la pieza un cráter (remoción de material) y por el lado del electrodo una erosión eléctrica (desgaste del electrodo de herramienta). El electrodo correspondiente, frecuentemente un cable que se puede conducir posteriormente, puede ser inclinado entre las distintas posiciones de ángulo, de manera que de este modo también se pueden crear y procesar las piezas con formas cónicas, o por ejemplo, con perfiles distintos en un lado superior e inferior de la pieza. El procesamiento de la pieza se lleva a cabo, en general, desde el exterior al interior.
- 10 (0011) Durante el verdadero procesamiento de la correspondiente pieza el electrodo empleado no se encuentra en ningún momento en contacto mecánico con la pieza que ha de ser procesada, y por ello, esto resulta especialmente cuidadoso para la pieza.
- 15 (0012) Como ya se mencionó anteriormente, se añade la dificultad de que en sistemas complejos e instalaciones técnicas, como por ejemplo, en la industria química e instalaciones relacionadas, así como en instalaciones nucleares, muchos lugares sólo son a menudo accesibles y alcanzables a través del mismo sistema de conductos.
- 20 (0013) En el dispositivo conocido según el documento DE 4421246 C1, al menos, se emplea un electrodo de hundimiento desplazable en dirección del movimiento de la erosión mediante un movimiento que se produce verticalmente de un medio de accionamiento.
- 25 (0014) Mediante ello, se posibilita un avellanado por electroerosión también en circunstancias espaciales limitadas, como entre dos placas opuestas entre sí, habida cuenta que el movimiento de erosión que se produce vertical respecto a la superficie se puede trasladar al exterior mediante un movimiento vertical. De este modo, está previsto como medio de accionamiento un vástago de erosión desplazable axialmente que en su unión efectiva con la parte vertical del electrodo de hundimiento está formado cónicamente. El electrodo de hundimiento está almacenado mediante, al menos, una espiga de guía en un cuerpo básico hueco, que acoge el extremo del vástago de erosión provisto de una superficie lateral cónica. Además, hay previstos medios, de forma que al hacer la retirada del vástago de erosión se causa un retroceso del electrodo de hundimiento. En lugar de sólo un electrodo de erosión se pueden prever también dos electrodos de hundimiento opuestos entre sí desplazables en direcciones opuestas entre sí, de forma que en dos superficies opuestas paralelas, al mismo tiempo se avellan por electroerosión formas geométricas o acanaladuras.
- 30 (0015) El dispositivo previamente mencionado presenta una mecánica comparativamente compleja y con ello relativamente complicada, que necesita cuidados intensivos y que es propenso a averías, que además condiciona o posee una estructura y una construcción expandidas espacialmente, de manera que, en general, no es posible el empleo en tubos o conductos con diámetros comparativamente pequeños.
- 35 (0016) De este modo, pueden producirse deformaciones y daños indeseados de la pieza que ha de ser procesada, a la izquierda y derecha de la zona del procesamiento, o bien, delante y detrás del electrodo respectivo, según la distribución de peso de la pieza que ha de ser procesada, especialmente, al cortar piezas cilíndricas huecas, a causa del traspaso de temperatura.
- 40 (0017) Además, en una pieza construida, especialmente, un conducto o un tubo, los mismos, después de haberse puesto en funcionamiento o de su puesta en funcionamiento desde fuera, es decir desde el exterior de la pieza, a menudo no son accesibles o sólo con dificultad, de manera que aquí se puede producir o realizar un procesamiento desde el interior hacia el exterior.
- 45 (0018) Además, especialmente en piezas con un diámetro interior pequeño existe, en general, el problema de que un procesamiento exacto de la pieza en el espacio interior se dificulta enormemente a causa del espacio pequeño, e incluso se hace imposible y el electrodo de erosión no se puede introducir de forma dirigida en la pieza y la pieza se puede mover.
- 50 (0019) El documento de patente JP H07 51947 A puede considerarse como el estado de la técnica más próximo y manifiesta un dispositivo de erosión para el procesamiento de una pieza cilíndrica hueca que está conformada de forma alargada y/o a modo de tubo o cilindro y que se caracteriza por que están previstos, al menos, dos medios de accionamiento que actúan rotatoriamente con un árbol de accionamiento respectivamente, así como un electrodo de erosión conformado a modo de anillo o de disco que actúa junto con el medio de accionamiento, y el medio de accionamiento y el electrodo en dimensión y extensión están adaptados al diámetro interior de la pieza que ha de ser procesada, de forma que el dispositivo se puede introducir en la respectiva pieza cilíndrica hueca y se puede posicionar en el lugar a ser procesado o en la zona a ser procesada en la pieza, y el electrodo de erosión se puede girar u oscilar mediante un movimiento de oscilación o giro acoplado de, al menos, dos medios de accionamiento en el material de la pared de la pieza y se puede mover por un recorrido de procesamiento prefijado, que sigue especialmente el contorno interior y/o exterior de la pieza, a través de la pieza y/o su material de pared y se causa una remoción del material y/o un corte en el material de pared de la pieza.
- 55 (0020) La invención tiene el objetivo de crear una posibilidad mejorada para procesar y separar tubos construidos o
- 60
- 65

montados y conductos de tubos de una instalación nuclear o instalación de reactor, y especialmente, de un reactor de agua a presión.

(0021) El objetivo mencionado previamente se cumple mediante un dispositivo de erosión para procesar piezas cilíndricas huecas, especialmente, a modo de tubos, con las características de la reivindicación 1<sup>a</sup>, y el dispositivo mencionado se puede introducir en el interior de la pieza y posicionarse allí y entonces se procesa y/o se hace la remoción desde el interior hacia el exterior del material de la pieza mediante el método EDM. Configuraciones y otras ejecuciones ventajosas del dispositivo de erosión reivindicado, así como un método correspondiente se indican en las reivindicaciones dependientes y en la siguiente descripción. El dispositivo de erosión conforme a la invención para el procesamiento de una pieza cilíndrica hueca está conformado de forma alargada y/o a modo de tubo o cilindro y se caracteriza por que, al menos, dos medios de accionamiento que actúan rotatoriamente respectivamente con un árbol de accionamiento, así como un electrodo de erosión conformado a modo de anillo o disco que actúa con los medios de accionamiento, y al menos, un primer y un segundo medio de accionamiento y/o sus ejes simétricos o ejes giratorios están dispuestos radialmente, o bien, lateralmente desplazados entre sí y el segundo medio de accionamiento está unido excéntricamente y por unión positiva con el árbol de accionamiento del primer medio de accionamiento y está dispuesto en éste y/o está acoplado con el mismo, y el electrodo de erosión está unido excéntricamente y por unión positiva con el árbol de accionamiento del segundo medio de accionamiento y está dispuesto en éste y/o está acoplado con el mismo, y el medio de accionamiento y el electrodo en dimensión y extensión están adaptados al diámetro interior de la pieza a ser procesada, de manera que el dispositivo se puede introducir en la correspondiente pieza cilíndrica hueca y se puede se puede posicionar en el lugar a ser procesado o en la zona a ser procesada en la pieza, y el electrodo de erosión se puede girar u oscilar mediante un movimiento de oscilación o giro acoplado de, al menos, dos medios de accionamiento en el material de la pared de la pieza y se puede mover a través o a lo largo de un recorrido de procesamiento, que sigue el contorno interior y/o exterior de la pieza, a través de la pieza y/o su material de pared y se puede causar y/o crear una remoción del material y/o corte en el material de pared de la pieza a lo largo del recorrido de procesamiento o del recorrido de movimiento mediante el método EDM.

(0022) En otra configuración está previsto que el eje giratorio del primer árbol de accionamiento se corresponda con el eje de simetría del primer medio de accionamiento y el eje giratorio del segundo árbol de accionamiento se corresponde con el eje de simetría del segundo medio de accionamiento y el segundo medio de accionamiento está dispuesto de tal modo que su eje giratorio y o de simetría se encuentra fuera del eje central de la pieza cilíndrica hueca, y especialmente, del tubo a ser procesado, o bien, está dispuesto y/o dirigido lateralmente o radialmente desplazado respecto a éste.

(0023) De modo ventajoso, el medio de accionamiento y el electrodo actúan de tal modo conjuntamente que el electrodo se puede girar en la pieza a ser procesada y se puede mover, especialmente, se puede mover giratoriamente sobre un recorrido de procesamiento prefijado, especialmente, sobre o en un recorrido circular, en particular, a través de la pieza, y especialmente, de su material de envoltura o material de pared.

(0024) Otra configuración prevé que el diámetro de, al menos, dos medios de accionamiento o dispositivos de accionamiento, así como del electrodo de erosión estén adaptados a la dimensión interior o al diámetro interior de la pieza cilíndrica hueca a ser procesada, especialmente al diámetro interior de un conducto o de un tubo de una instalación de reactor nuclear.

(0025) De forma especialmente ventajosa, se elige el diámetro, o el diámetro exterior del segundo medio de accionamiento o del segundo dispositivo de accionamiento menor que el diámetro del primer medio de accionamiento, o bien, del primer dispositivo de accionamiento, de manera que al darse un desplazamiento radial, el segundo medio de accionamiento se puede cubrir mediante el primer medio de accionamiento y/o el segundo medio de accionamiento se puede oscilar y/o girar a 360° a causa o a pesar de su acoplamiento excéntrico en el primer medio de accionamiento en la pieza cilíndrica hueca.

(0026) En otra configuración, el diámetro del electrodo de erosión está conformado de tamaño menor o igual que el diámetro del primer medio de accionamiento.

(0027) El medio de accionamiento respectivo se puede conformar como accionamiento electromecánico, especialmente, como accionamiento o motor de propulsión paso a paso o servopropulsor y/o accionamiento de giro, o como accionamiento hidráulico o como accionamiento neumático, y se pueden prever adicionalmente engranajes de reducción, para lograr o causar un movimiento adecuado, especialmente, un control del movimiento adecuado. También se puede realizar y prever una combinación de distintos tipos de accionamientos.

(0028) A causa de la disposición y la orientación especial de los medios de accionamiento y de los electrodos, frente a disposiciones conocidas, a causa de las longitudes de los árboles de accionamiento comparativamente pequeñas, con modos de construcción comparativamente pequeños y compactos se pueden conseguir una alta rigidez del conjunto de la disposición, y con ello, se hace posible y se puede causar un procesamiento especialmente cuidadoso y exacto de la respectiva pieza.

(0029) De modo ventajoso, el dispositivo de erosión conforme a la invención hace posible separar o cortar una pieza cilíndrica hueca, especialmente un conducto y/o un tubo, especialmente, con un corte transversal en forma

de círculo o elíptica, desde el interior hacia afuera, y con ello, se pueden procesar también zonas difícilmente accesibles de la respectiva pieza cilíndrica hueca, y especialmente, un tubo o un conducto de una instalación de reactor o instalación nuclear.

5 (0030) El dispositivo de erosión, y especialmente, las dimensiones del medio de accionamiento, o bien, los dispositivos de accionamiento, así como los electrodos, y la respectiva pieza cilíndrica hueca, y especialmente, su diámetro interior o su dimensión interior están adaptados de tal modo unos a otros de forma que el dispositivo de erosión se puede aplicar con facilidad en la pieza cilíndrica hueca, especialmente, un tubo o un conducto, y/o se puede mover dentro, especialmente se puede desplazar y/o posicionar en el lugar a ser procesado.

10 (0031) El posicionamiento del dispositivo de erosión puede efectuarse, por ejemplo, mediante una propulsión hidráulica que actúa en dirección longitudinal, por ejemplo, mediante toberas hidráulicas a través de las cuales se propulsa un chorro de líquido con una alta presión comparativamente y su retroceso hace avanzar el dispositivo.

15 (0032) De forma ventajosa también se puede prever que el dispositivo de erosión se desplace o se lance mediante un chorro de gas o de líquido conducido a través de la pieza al correspondiente lugar de empleo y/ o se posicione allí.

20 (0033) En otra configuración está previsto que el dispositivo de erosión se pueda guiar mediante un cable metálico fijado en el mismo y que se pueda recuperar de la pieza.

25 (0034) Para recorridos de avance menores, y con ello, un movimiento del electrodo en dirección longitudinal o en dirección axial se puede prever otro medio de accionamiento, por ejemplo, un servopropulsor o un motor de propulsión paso a paso con husillo, que está intercalado entre el segundo medio de accionamiento o su árbol y el electrodo de erosión, y con el cual se puede ocasionar un movimiento longitudinal solamente del electrodo, sin que todo el dispositivo de erosión tenga que variar su posición.

30 (0035) Otro problema que ha sido reconocido es la deformación de la pieza a ser procesada mediante el proceso de erosión y el calentamiento de la pieza respectiva habiendo al mismo tiempo una distribución desigual de la carga. Para mantener el proceso de erosión de forma estable hasta el final y para evitar las desventajas y efectos mencionados previamente, el dispositivo de erosión ha de ser tensado en la pieza a ser procesada, y esta tensión ha de llevarse a cabo a ambos lados del lugar de procesamiento o del lugar de erosión o de la ranura de erosión, y especialmente, del electrodo de erosión. Esto supone que, por ejemplo, al separar o dividir un tubo o un conducto se produce una tensión del dispositivo de erosión en el interior del tubo, no sólo en la parte que ha de ser separada, sino también en una parte de la tubuladura o del tubo que aún permanece. Cuando la tensión del dispositivo de erosión se lleva a cabo sólo en un lado del electrodo o del lugar de la erosión, entonces puede producirse, especialmente hacia el final del proceso de separación, un apriete del electrodo, a causa de la remoción del material que ya se ha producido, y dado el caso, se puede producir una deformación de la pieza, mediante lo cual el proceso se alarga innecesariamente y se hace prácticamente imposible un procesamiento exacto. Está previsto que el dispositivo de erosión presente, al menos, dos dispositivos de tensión, que están dispuestos en dirección longitudinal a ambos lados del electrodo de erosión, y con ello, de la verdadera zona de procesamiento o de la ranura de erosión ya creada, y mantienen el dispositivo de erosión, así como, especialmente, los accionamientos, o bien, los medios de accionamiento y el electrodo en dirección longitudinal, o bien en dirección axial de forma fija ante los desplazamientos en la pieza, y los tensa con el mismo, de manera que se evita una deformación de la pieza por el proceso de procesamiento, y con ello, un apriete del electrodo durante el proceso de erosión, y especialmente, en la fase final del proceso de erosión, y con ello, se consigue y/o se garantiza un trabajo, especialmente, una separación exacta y sin fallos. El respectivo dispositivo de tensión presenta tres o más mordazas de sujeción que, por ejemplo, cuando es necesario son presionadas electromecánicamente radialmente hacia fuera hasta que el dispositivo está tensado y mantenido de forma segura en la pieza.

45 (0036) En relación con esto, se pueden prever en otras configuraciones conductos de suministro con los cuales o a través de los cuales el dispositivo de erosión es suministrado tanto de energía eléctrica, como también de gas o líquidos, por ejemplo, para los dispositivos de tensión, y/o con un dieléctrico para un barrido de la ranura de erosión o del lugar de erosión y/o para llevar a cabo el verdadero método EDM.

60 (0037) Un primer dispositivo de tensión está unido al primer medio de accionamiento de forma fija y otro segundo dispositivo de tensión, especialmente a través de un cojinete de pivote y un eje o un árbol o un nervio, se puede mover giratoriamente con el árbol del primer medio de accionamiento y/o con el segundo medio de accionamiento.

(0038) En dirección longitudinal o dirección axial del dispositivo de erosión, ambos dispositivos de tensión, así como el medio de accionamiento y el electrodo de erosión están unidos y/o acoplados entre sí por arrastre de fuerza.

65 (0039) En una configuración ventajosa, el dispositivo de erosión comprende también un dispositivo de control con el cual el proceso EDM se puede dirigir y controlar de forma precisa y efectiva, y el proceso EDM, y el proceso EDM, y con ello, por ejemplo, también el procesamiento y/o la separación de una pieza cilíndrica hueca, y especialmente, de un tubo o un conducto se pueden realizar y/o llevar a cabo desde el interior hacia el exterior.

- 5 (0040) En otra configuración se puede prever que, al menos, se prevea un dispositivo de medición o un dispositivo sensor, con el cual se pueda determinar y/o registrar el desarrollo y/o el transcurso y/o el control del correspondiente proceso de procesamiento o de separación, y especialmente, el corte eficaz, y que se pueda llevar a cabo, o bien, se lleve a cabo el registro y/o la determinación en base a parámetros EDM como, por ejemplo, la corriente, la tensión, el coeficiente de remoción y una parte de los impulsos activos, o desde el punto de vista puramente visual, mediante dispositivos de supervisión ópticos, como por ejemplo, una cámara, y/o mediante la variación de la frecuencia propia de la pieza, especialmente, del tubo o del conducto, y/o mediante el método de corriente en remolino.
- 10 (0041) En el mencionado método de corriente en remolino, mediante una bobina se crea un campo magnético variable que induce corrientes en remolino en el material a ser analizado, que a su vez, crean un campo magnético variable que está dirigido en contra del campo de excitación. Mediante una disposición de sensor con sensor, se detecta con la correspondiente medición el campo total resultante, o bien, la modificación del campo total. A este respecto, mediante otra bobina de medición en la disposición de sensor se registran parámetros como la amplitud y el desplazamiento de fases hacia la señal de excitación. Alternativamente a esto, también se pueden emplear otros sensores de campo magnético convencionales, como por ejemplo, sensores GMR (sensores para determinar la magnetorresistencia gigante) o el SQUIDS (unida de interferencia cuántica superconductora).
- 15 (0042) En el ensayo por corriente de remolino se aprovecha el efecto de que las variaciones de espesores presentan en un material electroconductor también una variación de la conductividad de electricidad o una permeabilidad modificada frente al verdadero espesor de material.
- 20 (0043) Habida cuenta que la señal de medición se determina por los tres parámetros conductividad, permeabilidad así como la distancia entre el detector y la superficie del material, se pueden registrar y determinar mediante el ensayo por corriente de remolino también diferencias en la solidez del material, o bien, en el espesor del material, y con ello, también la remoción del material, o bien, el grado y el desarrollo de la remoción del material mediante el método EDM.
- 25 (0044) Para dirigir y controlar tanto el proceso de erosión y/o el proceso de separación, así como especialmente, el medio de accionamiento respectivamente empleado es ventajoso prever un dispositivo de control, que actúa conjuntamente con distintos dispositivos de medición y disposiciones del sensor y/o que permite o posibilita un control remoto o control a distancia del dispositivo de erosión, así como del verdadero proceso de erosión a través de puntos de intersección y elementos de empleo.
- 30 (0045) El accionamiento de ambos árboles de accionamiento de los dispositivos de accionamiento o de los medios de accionamiento tiene que llevarse a cabo de forma controlada, para poder controlar el proceso de procesamiento de forma controlada y exacta, lo cual se puede realizar por ejemplo, mediante motores paso a paso y correspondientes engranajes de reducción.
- 35 (0046) Además se puede prever que, al menos, un dispositivo de medición y/o un dispositivo de sensor esté previsto, en el que la determinación y la valoración de las posiciones angulares y el control de movimiento de las unidades de accionamiento de los árboles de accionamiento, así como del electrodo se puedan ejecutar mediante dispositivos de medición conocidos y medios de medición como un codificador rotatorio o un transmisor de las posiciones angulares, como por ejemplo, un decodificador, un resolutor, un transmisor incremental, un transmisor de potenciómetro, un transmisor de valor absoluto, un tacómetro y similares o una combinación de los mismos.
- 40 (0047) Además, el objetivo que se propone se cumple mediante un método de erosión, especialmente, un método de avellanado por electroerosión, para el procesamiento de piezas cilíndricas huecas, y especialmente, de tubos o conductos de una instalación nuclear o de una instalación de reactor, y al menos, un dispositivo de erosión del tipo mencionado previamente se lleva o mueve y se posiciona en la zona a ser procesada, especialmente en la zona a ser separada y/o en el lugar de separación prefijado, mediante la correspondiente pieza cilíndrica hueca, especialmente, el tubo o el conducto, de modo que el proceso de procesamiento y/o de separación se puede llevar a cabo mediante el método EDM de forma segura y se minimiza, o al menos, se evita una deformación y/o un daño condicionados por el proceso o el procesamiento de la zona del tubo o del conducto, en tanto que el dispositivo de erosión se tensa mediante dos dispositivos de tensión en, al menos, dos lugares, es decir, respectivamente delante y detrás del respectivo lugar de procesamiento y/o de la respectiva ranura de erosión en la pieza cilíndrica hueca, de forma fija ante los desplazamientos, especialmente, en dirección axial o en dirección longitudinal, y el electrodo de erosión se gira mediante, al menos, dos movimientos giratorios, especialmente, acoplados, en la pared de la pieza y se mueve por un recorrido de procesamiento prefijado que está adaptado y/o sigue, especialmente, al contorno interior o exterior de la pieza, a través del material de pared o a lo largo del material de pared.
- 50 (0048) Según esto se puede prever de forma ventajosa que el dispositivo de erosión esté tensado en, al menos, dos lugares, es decir, respectivamente delante y detrás del lugar de procesamiento o de la ranura de erosión que se produce en la pieza cilíndrica hueca y el electrodo de erosión se gira mediante, al menos, dos movimientos giratorios en la pared de la pieza y se mueve por un recorrido de procesamiento prefijable, especialmente, que sigue el contorno interior o exterior a través del material de pared de la pieza o a lo largo del material de pared.
- 55 (0049) Conforme al método, después de que el dispositivo de erosión se posicionó en el lugar a ser procesado de
- 60
- 65

la respectiva pieza cilíndrica hueca, mediante el dispositivo previamente mencionado se separa o se corta una zona predeterminada de la respectiva pieza cilíndrica hueca, aquí un tubo o un conducto de una instalación nuclear. Antes del verdadero proceso de procesamiento o separación, para evitar o, al menos, minimizar deformaciones y/o daños de la respectiva zona del tubo o zona del conducto condicionados por el proceso o el procesamiento, se tensa en al menos dos lugares en la pieza, especialmente en el tubo o en el conducto, y especialmente, a ambos lados de la zona de procesamiento y/o de la línea de separación o corte.

(0050) En otra configuración está previsto que el electrodo de erosión se pueda hundir o se pueda girar mediante dos movimientos giratorios acoplados a una profundidad predeterminada en el material de pared de una pieza cilíndrica hueca, y que se mueva o se gire por un recorrido de movimiento adaptado, en general, al contorno exterior y/o contorno interior, una o también varias veces a través de la pieza.

(0051) De modo ventajoso además se puede prever que ambos movimientos giratorios acoplados sean independientes entre sí, es decir que se puedan ejecutar con dos medios de accionamiento dirigibles independientemente, mediante lo cual se pueden realizar distintos pasos de procesamiento y cortes y resultan las siguientes posibilidades de corte, en las que

a) se puede realizar una perforación completa a través de la pared de la pieza o de la pared del tubo y entonces se puede llevar a cabo el corte de perímetro axial, o

b) se puede realizar un corte axial con una introducción en dirección radial, y la introducción axial se puede causar o llevar a cabo de forma continua, de manera que la línea de corte es finalmente igual a una espiral, ó

c) se puede realizar un corte axial con una introducción en dirección radial, y la introducción radial se produce según ángulos determinados, y se lleva a cabo siempre un corte de perímetro completo, como especialmente, un corte inclinado de 360°, con igual o idéntico diámetro exterior, y después del corte de perímetro respectivo aumenta o se eleva la profundidad de la perforación, de manera que la remoción se produce, fundamentalmente, por capas, o bien, en varias capas, o

d) se puede llevar a cabo una perforación completa a través de la pared de la pieza o de la pared del tubo y el corte se puede causar primeramente completamente en dirección radial, y entonces se lleva a cabo o se puede realizar u ocasionar una retirada, un giro en dirección axial y entonces de nuevo una perforación como anteriormente, ó

e) se puede realizar u ocasionar una combinación de varias posibilidades de corte indicadas desde a) hasta d), como especialmente una perforación completa y un corte de espiral que se añade al anterior.

(0052) Además se puede prever que el reconocimiento y la detección del corte completo se lleve a cabo por, al menos, uno o una combinación de los tipos indicados a continuación, en los que

a) en la erosión eléctrica conocida, se puede determinar la profundidad de la perforación como función del ángulo giratorio y el tamaño del electrodo, o bien, en el electrodo anular o electrodo en disco se puede determinar el radio de electrodo o el diámetro de electrodo mediante el ángulo giratorio respectivo, que se puede registrar y determinar, especialmente, medir mediante un medio de medida adecuado, especialmente un codificador rotatorio o un transmisor de posición angular, en los respectivos medios de accionamiento,

b) se puede determinar la profundidad de hundimiento y/o el corte también mediante métodos de medición como medición ultrasónica o medición de corriente de remolino,

c) se puede registrar la profundidad de hundimiento y/o el corte mediante la variación de la frecuencia de la pieza, especialmente, cuando se ha logrado el corte,

d) se puede registrar la profundidad de hundimiento y/o el corte a través de un método que produzca fotos, especialmente mediante un endoscopio o una cámara dispuesta en el dispositivo de erosión,

e) la profundidad de hundimiento y el corte se puede determinar y detectar por el análisis de los parámetros de erosión, habida cuenta que especialmente el flujo de corriente se modifica significativamente habiéndose logrado un corte.

(0053) La explicación de la invención, así como configuraciones ventajosas y otras configuraciones se llevan a cabo en base a algunas figuras, así como en base a un ejemplo de ejecución.

(0054) Se muestran

Fig. 1 un dispositivo de erosión conforme a la invención conformado como ejemplo en corte longitudinal y en estado tensado en la pieza,

Fig. 2 el dispositivo de erosión conformado como ejemplo según la Fig. 1 en una vista superior sobre el electrodo de erosión y con el electrodo en la perforación.

(0055) Con el fin de una exposición más detallada de la invención se describe y se explica en detalle en base a los dibujos adjuntos un ejemplo de ejecución, en el cual los elementos idénticos en todas las figuras reciben las mismas cifras de referencia.

(0056) En instalaciones nucleares, como se indicó ya al inicio, a causa de problemas que surgen, especialmente, en los generadores de vapor (intercambiadores de calor primario) que se utilizan como elementos separadores del circuito primario al circuito secundario, son necesarias y se realizan a menudo reparaciones.

5 (0057) Para poder aclarar los mecanismos o causas de la aparición de problemas de los problemas que surgen o aparecen, se tienen que tomarse pruebas, en general, de los daños en estos tubos, y a causa de la alta exposición a la radiación, y con ello, de un potencial de peligro comparativamente alto para el personal del servicio de la instalación nuclear se han de retirar las piezas correspondientes de los conductos y tubos de forma mecanizada y/o automatizada.

10 (0058) Para ello, está previsto y se puede emplear el dispositivo de erosión conforme a la invención conformado como ejemplo, mostrado en las Figuras 1 y 2.

15 (0059) En la Fig. 1 se muestra un dispositivo de erosión conforme a la invención conformado como ejemplo para procesar, y especialmente, separar una pieza cilíndrica hueca en una representación de corte como corte longitudinal, y el dispositivo de erosión mostrado está tensado en un tubo o en un conducto construido o montado de una instalación de reactor, especialmente que se encuentra en funcionamiento.

20 (0060) El dispositivo de erosión está conformado de forma extendida longitudinalmente y/o a modo de tubo o cilindro y presenta dos medios de accionamiento (A1, A2) que actúan rotatoriamente, en el ejemplo mostrado aquí, dos accionamientos giratorios eléctricos del tipo de servomotores, con respectivamente un árbol de accionamiento (AW1, AW2), así como un electrodo de erosión (E) conformado a modo de anillo o de disco que actúa junto con los medios de accionamiento. En este caso, hay que destacar especialmente el hecho de que el primer medio de accionamiento (A1) y el segundo medio de accionamiento (A2) y/o sus ejes de simetría o giratorios (D1 y D2) están dirigidos y dispuestos a una distancia prefijable ( $\Delta$ ) radialmente, o bien, lateralmente desplazados entre sí, y el segundo medio de accionamiento (A2) está unido excéntricamente y por arrastre de fuerza con el árbol de accionamiento (AW1) del primer medio de accionamiento (A1) y está dispuesto en el mismo. De este modo, el segundo medio de accionamiento (A2) está conformado de forma giratoria a, al menos, 360° mediante el primer medio de accionamiento (A1) de forma electromotora y/o electromecánica y automatizada. Ventajosamente, se pueden ejecutar también varios giros de 360°, o bien giros a modo de círculos completos o también sólo movimientos de giro a modo de círculos parciales, y en el empleo de una correspondiente propulsión paso a paso o un servopropulsor, se pueden llevar a cabo o realizar movimientos de giro continuos, así como también movimientos de giro graduales.

35 (0061) Además, para ejecutar el verdadero proceso EDM, el electrodo de erosión (E) previsto está unido por arrastre de fuerza con el árbol de accionamiento (AW 2) del segundo medio de accionamiento (A2) y está dispuesto excéntricamente en el mismo. Según esto, el electrodo de erosión (E) está conformado de forma giratoria a, al menos, 0 hasta 180° mediante el segundo medio de accionamiento (A2) de forma electromotora o electromecánica y automatizada. Ventajosamente, también en el empleo de una correspondiente propulsión paso a paso o un servopropulsor, se pueden llevar a cabo o realizar movimientos de giro continuos, así como también movimientos de giro graduales.

45 (0062) Además, los medios de accionamiento (A1, A2) y el electrodo (E) están adaptados en tamaño y extensión al diámetro interior de la pieza (W) a ser procesada, de manera que el dispositivo de erosión se puede introducir de forma sencilla y sin gran resistencia en la correspondiente pieza (W) cilíndrica hueca y se puede posicionar en el lugar respectivo a ser procesado, o bien, en la zona a ser procesada en la pieza (W). En el ejemplo aquí mostrado, por ello, el diámetro, o bien, la anchura lateral o extensión del segundo medio de accionamiento (A2) es menor que aquél del primer medio de accionamiento (A1) y se elige aquél del electrodo de erosión (E) menor o igual que aquél del primer medio de accionamiento (A1). Esto se puede reconocer claramente, especialmente, en base a la Fig. 2.

55 (0063) De este modo, el electrodo de erosión (E) puede ser oscilado o girado mediante un movimiento de oscilación o giro acoplado de ambos medios de accionamiento (A1 y A2) en el material de la pared de la pieza, y mediante el proceso EDM, como se ve en la Fig. 2, se forma primeramente una ranura de erosión (ES). Además, el electrodo (E) puede ser movido a lo largo de un recorrido prefijado, y especialmente, sobre un recorrido de procesamiento que sigue el contorno interior y/o exterior de la pieza (W) y/o a través de la pared, o bien, del material de la pared de la pieza. La remoción del material y el proceso de formación de la ranura pueden realizarse en varios pasos o etapas, prácticamente capa a capa, especialmente, hasta que se produce una perforación a través de la pared de la pieza.

60 (0064) También está previsto que el eje giratorio del primer árbol de accionamiento (AW 1) se corresponda con el eje de simetría del primer medio de accionamiento (A1) y el eje giratorio del segundo árbol de accionamiento (AW2) se corresponde con el eje de simetría del segundo medio de accionamiento (A2).

65 (0065) Ventajosamente, los medios de accionamiento (A1, A2) y el electrodo (E) actúan de tal modo conjuntamente que el electrodo (E) se puede girar en la pieza (W) a ser procesada y, especialmente, se puede mover, especialmente, se puede mover giratoriamente sobre o en un recorrido circular en el ejemplo aquí mostrado, a través de la pieza (W) cilíndrica hueca, y especialmente, por de su material de envoltura o material de



pared.

(0066) También, cuando los medios de accionamiento (A1, A2) indicados en el ejemplo aquí mostrado, conformados como engranajes de reducción adecuados, accionamientos eléctricos y/o accionamientos giratorios eléctricos o servopropulsores o propulsores paso a paso electromecánicos, éstos o también solamente, al menos, un medio de accionamiento pueden estar conformados fundamentalmente también como accionamiento hidráulico o como accionamiento neumático.

(0067) A causa de la disposición y la orientación especial de los medios de accionamiento (A1, A2) y del electrodo, frente a disposiciones conocidas, a causa de las longitudes comparativamente pequeñas de los árboles de accionamiento (AW1, AW2), con un modo de construcción comparativamente pequeño y compacto, se puede conseguir una alta rigidez del conjunto de la disposición, y con ello, se hace posible y se puede causar un procesamiento especialmente cuidadoso y exacto de la respectiva pieza (W).

(0068) Ventajosamente, el dispositivo de erosión conforme a la invención posibilita, de este modo, separar o cortar una pieza (W) cilíndrica hueca, especialmente, un conducto y/o un tubo, especialmente, con una sección transversal en forma de círculo, desde el interior hacia fuera, y con ello, también se pueden procesar desde el exterior zonas difícilmente accesibles de la pieza (W), y el verdadero procesamiento se puede llevar a cabo en varios pasos y/o etapas. Como se muestra en la Fig. 2, aquí, como ejemplo, está al descubierto, o bien, separada una zona circular parcial de la pieza a ser procesada, y se forma una ranura de erosión (ES), en la cual está hundido el electrodo (E).

(0069) El dispositivo de erosión, y especialmente, las dimensiones de los medios de accionamiento (A1, A2), o bien, los dispositivos de accionamiento, así como el electrodo (E) están adaptados de tal modo unos a otros, así como el diámetro interior de la pieza (W) cilíndrica hueca a ser procesada, de forma que el dispositivo de erosión se puede emplear de forma sencilla en la pieza cilíndrica hueca, especialmente, un tubo o un conducto de una instalación nuclear o de una instalación de producción química y/o se puede mover dentro, especialmente, se puede desplazar y posicionar.

(0070) Para evitar la deformación de la pieza (W) a ser procesada a causa del proceso de erosión o separación, hay previstos dispositivos de tensión (V1, V2) para mantener el proceso de erosión correspondiente estable hasta el final, con los cuales se puede tensar el dispositivo de erosión en la pieza (W) a ser procesada y/o se puede posicionar en el lugar exacto, así como de forma fija ante los desplazamientos. Esta tensión se lleva a cabo a ambos lados del lugar o zona del procesamiento o de la erosión, o bien, de la ranura de erosión (ES) correspondiente, y especialmente del electrodo de erosión (E), de forma que, por ejemplo, al separar o dividir un tubo o conducto se origina o es originada la tensión del dispositivo de erosión en el interior del tubo, no sólo en la parte a ser cortada, sino también en una parte de la tubuladura o del tubo que aún permanece.

(0071) Si en cambio, se lleva a cabo la tensión del dispositivo de erosión, sin embargo sólo sobre un lado del electrodo (E) o del lugar de erosión, entonces se puede producir un apriete del electrodo, especialmente, al final del proceso de separación a causa de la remoción de material que ya se ha producido, y dado el caso, se puede producir una deformación de la pieza, mediante lo cual el proceso se alarga innecesariamente y se hace prácticamente imposible un procesamiento exacto.

(0072) El dispositivo de erosión presenta en el ejemplo aquí mostrado de la Figura 1 dos dispositivos de tensión (V1, V2), que están dispuestos en dirección longitudinal a ambos lados del electrodo de erosión (E), y que mantienen el dispositivo, así como especialmente los accionamientos, o bien los medios de accionamiento (A1, A2) y el electrodo (E) en la pieza axialmente de forma fija ante los desplazamientos y se tensan con la misma, de manera que se evita una deformación de la pieza (W) por el proceso de procesamiento, y con ello, un apriete del electrodo (E) durante el proceso de erosión, y especialmente, en la fase final del proceso de erosión, y con ello, se consigue y/o se garantiza un trabajo, especialmente, una separación exacta y sin fallos.

(0073) El respectivo dispositivo de tensión (V1, V2) está conformado electromecánicamente, y están previstos tres o más mordazas de sujeción que durante el proceso de tensión se expanden en la pieza de tal modo que presionan en la pared de la pieza, hasta que se ocasiona un apriete del dispositivo en la pieza cilíndrica hueca (W), y especialmente, en el tubo o en el conducto de una instalación nuclear o instalación de reactor.

(0074) Como se puede observar en la Fig. 1, un primer dispositivo de tensión (V1) está unido con el primer medio de accionamiento (A1) de forma fija, y otro segundo medio de accionamiento (V2) se puede mover giratoriamente, especialmente, mediante un cojinete de pivote (DL) y un árbol o eje con el árbol (AW1) del primer medio de accionamiento (A1) y/o se puede mover giratoriamente con el primer medio de accionamiento y/o estar unido con el segundo medio de accionamiento.

(0075) En dirección longitudinal o dirección axial del dispositivo de erosión, ambos dispositivos de tensión (V1, V2), así como los medios de accionamiento (A1, A2) y el electrodo de erosión están unidos entre sí o acoplados por arrastre de fuerza.

(0076) El dispositivo de erosión mostrado en la Fig. 2 comprende igualmente, al menos, dos medios de

accionamiento (A1, A2) conformados de forma alargada, y al menos, un primer medio de accionamiento (A1) está en unión efectiva con, al menos, un segundo medio de accionamiento (A2) de forma que se puede girar y/u oscilar mediante un primer árbol de accionamiento (AW1), y está previsto un electrodo de erosión (E) en forma de anillo o disco, que está en unión efectiva a través de un segundo árbol de accionamiento (AW2) con, al menos, un  
 5 segundo medio de accionamiento (A2) de forma que se puede girar u oscilar, y el primer y el segundo medio de accionamiento (A1, A2) están dispuestos radialmente de forma desplazada entre sí y el electrodo de erosión (E) está unido excéntricamente con el segundo árbol de accionamiento (AW2) y/o está dispuesto en el mismo, y los medios de accionamiento (A1, A2) y el electrodo (E) actúan juntos de tal modo que el electrodo (E) se puede girar en la pieza (W) a ser procesada y se puede mover, especialmente se puede mover giratoriamente sobre un  
 10 recorrido aprox. circular, por la pieza, y especialmente, por su material de envoltorio o material de pared.

(0077) Mediante el dispositivo mencionado previamente, la zona correspondiente se separa o se corta de la respectiva pieza (W) cilíndrica hueca, aquí un tubo o un conducto en una instalación nuclear. Para ello, el dispositivo de erosión se lleva o se mueve a la zona correspondiente a ser procesada a través del tubo. Para poder  
 15 llevar a cabo del proceso de procesamiento y/o de separación de forma segura y evitar una deformación y/o un daño de la respectiva zona del tubo o del conducto condicionados por el proceso o el procesamiento, o al menos, poder minimizarlo, el dispositivo de erosión se tensa mediante dos dispositivos de tensión (V1, V2) en, al menos, dos lugares en el tubo o en el conducto.

(0078) Para llevar a cabo el proceso EDM se incorpora un dieléctrico, en este caso, agua totalmente o prácticamente desmineralizada, que al mismo tiempo transporta las partículas de procesamiento, es decir, el material de pared que se suelta de la pared de la pieza y/o que evacua el calor que surge durante el proceso de erosión.

(0079) Conforme al método, mediante el dispositivo de erosión conformado según la invención incorporado en una pieza cilíndrica hueca, mediante un segundo medio de accionamiento (A2) que se encuentra fuera del eje central del tubo, el electrodo (E) se gira en la pieza (W) y mediante un primer medio de accionamiento (A1), cuyo eje giratorio está central respecto al eje de la pieza, especialmente al eje del tubo, se posibilita un movimiento giratorio del electrodo en la pieza a ser procesada a 360°, y con ello, un corte de perímetro completo.

(0080) Para el manejo y control tanto del proceso de erosión y/o del proceso de separación, como especialmente, de los respectivos medios de accionamiento (A1, A2) empleados está previsto un dispositivo de control que actúa junto con distintos dispositivos de medición y disposiciones de sensor y/o se posibilita y se permite un control remoto, o bien, un control a distancia del dispositivo de erosión, así como del verdadero proceso de erosión  
 35 mediante puntos de intersección y elementos de uso previstos para ello.

(0081) El accionamiento de ambos árboles de accionamiento (AW1, AW2) de los dispositivos de accionamiento (A1, A2), o bien, los medios de accionamiento tienen que llevarse a cabo de forma controlada, para poder controlar el proceso de procesamiento y llevarlo a cabo de forma exacta, lo cual se puede realizar, por ejemplo, mediante  
 40 motores paso a paso y correspondientes engranajes de reducción.

(0082) La determinación y la valoración de las posiciones angulares y del control de movimiento de los medios de accionamiento, así como de los árboles de accionamiento, así como del electrodo se llevan a cabo mediante dispositivos de medición conocidos – con medios de medición, como codificadores rotatorios o transmisores de las  
 45 posiciones angulares, como por ejemplo, un descodificador, un resolutor, un transmisor de potenciómetro, un transmisor incremental, un transmisor de valor absoluto, un tacómetro, que están dispuestos en la posición adecuada en los medios de accionamiento.

(0083) Para el procesamiento de las informaciones y datos proporcionados, el dispositivo de control comprende, al menos, un dispositivo de procesamiento de datos con un almacenador de datos. Puede estar previsto de forma ventajosa que las distintas informaciones y datos de medición almacenados se hagan constar en actas y se registren durante la ejecución del método con resolución temporal.

(0084) Conforme al método y al dispositivo, ambas unidades de accionamiento, o bien, los medios de accionamiento (A1, A2) y los arboles (AW1, AW2) pueden dirigirse de forma independiente entre sí y distinta, mediante lo cual se pueden causar pasos de procesamiento y cortes muy distintos. De este modo, resultan las siguientes posibilidades de corte:

1. una perforación completa a través de la pared del tubo y entonces el subsiguiente corte de perímetro axial;
2. un corte axial con una introducción en dirección radial, y la introducción axial se puede causar o llevar a cabo de forma continua, de manera que la línea de corte es finalmente igual a una espiral, en este caso;
3. pero sólo puede ocurrir según ángulos determinados y se lleva a cabo siempre un corte de perímetro completo, como especialmente, un corte inclinado de 360°, con igual diámetro exterior, y sólo entonces aumenta la profundidad de la perforación, de manera que la erosión se produce, fundamentalmente, por  
 65 capas, o bien, en varias capas;
4. se puede llevar a cabo, también como en el punto 1, primeramente completamente en dirección radial, y entonces se lleva a cabo o se realiza una retirada, un giro en dirección axial, y entonces de nuevo, una

perforación como anteriormente.

(0085) También se pueden realizar u ocasionar combinaciones de todas las posibilidades mencionadas. Como por ejemplo, una perforación completa y entonces un subsiguiente corte de espiral.

5 (0086) El reconocimiento y detección del corte completo puede llevarse a cabo o realizarse de los siguientes modos:

10 1. En la erosión eléctrica conocida, se puede determinar la profundidad de la perforación, que representa una función del ángulo giratorio y del tamaño del electrodo, o bien, en el electrodo anular o electrodo en disco, el radio de electrodo o el diámetro de electrodo, mediante el ángulo giratorio, que se puede llevar a cabo mediante un medio de medida adecuado, en los respectivos medios de accionamiento (A1, A2). En el eje giratorio (D2) hay incorporado igualmente un medio de medición, por ejemplo, un codificador rotatorio, con cuya ayuda se puede determinar la posición angular. De este modo, este método de erosión trabaja con los medios de medición en ambos ejes giratorios,

15 2. mediante un método de medición como ultrasonido o corriente de remolino,

3. mediante la variación de la frecuencia de la pieza, cuando se ha llevado a cabo el corte,

4. mediante un método que produzca fotos, como por ejemplo, con ayuda de un endoscopio,

20 5. mediante los parámetros de erosión, habida cuenta que, por ejemplo, el flujo de corriente se modifica al haber un corte logrado.

(0087) Una vez que se ha asegurado la separación lograda del tubo, las tensiones (V1 Y V2) del dispositivo de erosión se disuelven, el suministro de agua, o bien, el suministro de dieléctrico se desconectan y el dispositivo se retira de nuevo del tubo. Esto se lleva a cabo en orden inverso, como la instalación.

25 (0088) La invención presente comprende también cualquier combinación de las formas de ejecución preferibles, así como de las características de configuración individuales u otras configuraciones, siempre que las mismas no se excluyan mutuamente.

## REIVINDICACIONES

1ª.- Dispositivo de erosión para el procesamiento de una pieza cilíndrica hueca, que está conformada de forma alargada y a modo de tubo o cilindro, estando previstos, al menos, dos medios de accionamiento (A1, A2) que actúan rotatoriamente respectivamente con un árbol de accionamiento (AW1, AW2), así como un electrodo de erosión (E) conformado a modo de anillo o disco que actúa junto con los medios de accionamiento (A1, A2), y al menos, respectivamente, un primer (A1) y un segundo (A2) medio de accionamiento y sus ejes de simetría o giratorios (D1, D2) están dispuestos radialmente, o bien, lateralmente desplazados entre sí y el segundo medio de accionamiento (A2) está unido excéntricamente y por arrastre de fuerza con el eje de accionamiento (AW1) de un primer medio de accionamiento (A1) o está dispuesto en el mismo y acoplado al mismo, y el electrodo de erosión (E) está unido excéntricamente y por arrastre de fuerza con el árbol de accionamiento (AW2) del segundo medio de accionamiento (A2) y está dispuesto en el mismo y/o acoplado al mismo, y los medios de accionamiento (A1, A2) y el electrodo de erosión (E) están adaptados en tamaño y extensión al diámetro interior de la pieza (W) a ser procesada, de manera que el dispositivo se puede introducir en la respectiva pieza (W) cilíndrica hueca y se puede posicionar en el lugar respectivo a ser procesado o en la zona a ser procesada dentro de la pieza (W), y el electrodo de erosión (E) se puede girar u oscilar mediante un movimiento de giro u oscilación acoplado de, al menos, dos medios de accionamiento (A1, A2) en el material de pared de la pieza (W) y se puede mover por un recorrido de procesamiento prefijable, que especialmente sigue el contorno interior o exterior de la pieza, a través o a lo largo de la pieza (W) y de su material de pared y se puede causar mediante el método EDM una remoción de material o corte en el material de pared de la pieza (W), que se caracteriza por que hay previstos, al menos, dos dispositivos de tensión (V1, V2) que están dispuestos en dirección longitudinal a ambos lados del electrodo de erosión (E), y con ello, de la verdadera zona de procesamiento y con los cuales el dispositivo, así como, especialmente, los accionamientos o los medios de accionamiento (A1, A2) y el electrodo (E) se pueden mantener en dirección longitudinal o en dirección axial de forma fija ante los desplazamientos en la pieza y se pueden tensar con la misma, de manera que se evita una deformación de la pieza mediante el proceso de procesamiento, y con ello, un apriete del electrodo (E) durante el proceso de erosión, y especialmente, en la fase final del proceso de erosión, y se puede conseguir y garantizar un trabajo, especialmente, una separación exacta y sin fallos, y un dispositivo de tensión respectivo presenta tres o más mordazas de sujeción que se pueden presionar electromecánicamente radialmente hacia el exterior, de forma que el dispositivo se tensa y se mantiene seguro en la pieza.

2ª.- Dispositivo de erosión según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que los diámetros de, al menos, dos medios de accionamiento (A1, A2), así como del electrodo de erosión (E) están adaptados a la dimensión interior y/o el diámetro interior de la pieza (W) cilíndrica hueca a ser procesada.

3ª.- Dispositivo de erosión según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que, al menos, un medio de accionamiento (A1, A2) está conformado como accionamiento electromecánico, especialmente, como servopropulsor y/o como accionamiento giratorio, o como accionamiento hidráulico o como accionamiento neumático.

4ª.- Dispositivo de erosión según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que las dimensiones de los medios de accionamiento (A1, A2), así como del electrodo de erosión (E) están adaptados el uno al otro y la respectiva pieza (W) cilíndrica hueca, y especialmente, su diámetro interior o dimensión interior, de tal modo que el dispositivo de erosión se puede colocar con facilidad en la pieza (W) cilíndrica hueca, especialmente, un tubo o un conducto, y se puede mover dentro, especialmente se puede desplazar, y se puede posicionar en el lugar que ha de ser procesado.

5ª.- Dispositivo de erosión según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que hay previsto un dispositivo de control, con el cual se puede dirigir y controlar el respectivo proceso EDM de forma precisa y efectiva, y el proceso EDM, y con ello, especialmente también el procesamiento o separación de la pieza (W) cilíndrica hueca, y especialmente, de un tubo o de un conducto se pueden realizar o llevar a cabo desde el interior hacia el exterior.

6ª.- Dispositivo de erosión según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que hay prevista, al menos, una disposición de medición o de sensor, con el cual se puede determinar y registrar el desarrollo o transcurso del respectivo proceso de procesamiento o separación, y especialmente, el corte logrado, y el registro y determinación se llevan a cabo en base a los parámetros EDM, como por ejemplo, la corriente, la tensión, el coeficiente de remoción, la asociación de material del electrodo/pieza, la naturaleza del dieléctrico empleado y similares y/o desde el punto de vista puramente óptico, mediante dispositivos de supervisión óptica, tales como una cámara, y/o mediante la modificación de la frecuencia propia de la pieza, especialmente, del tubo o del conducto, y/o mediante el método de corriente de remolino.

7ª.- Dispositivo de erosión según una de las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por que está dispuesto para ejecutar el método según una de las reivindicaciones 8ª hasta 10ª.

8ª.- Método de erosión para el procesamiento de una pieza cilíndrica hueca, y especialmente, de tubos o conductos, en el que al menos un dispositivo de erosión según las reivindicaciones 1ª hasta 7ª se lleva, se mueve y se posiciona en la zona a ser procesada, especialmente, en la zona a ser cortada o en el lugar de separación

prefijado, en el interior a través de la respectiva pieza (W) cilíndrica hueca, especialmente, el tubo o el conducto, y el proceso de procesamiento o de separación se lleva a cabo mediante el proceso EDM de forma segura y se evita una deformación y daño de la respectiva zona del tubo o del conducto condicionados por el proceso o procesamiento, o al menos, se minimiza, siendo tensado el dispositivo de erosión mediante dos dispositivos de tensión (V1, V2) en, al menos, dos lugares, es decir, respectivamente delante y detrás del lugar de procesamiento o de la ranura de erosión (ES) en la pieza (W) cilíndrica hueca de forma fija ante los desplazamientos, y el electrodo de erosión (E) es girado hacia dentro mediante, al menos, dos movimientos de giro acoplados en la pared de la pieza y se mueve por un recorrido de procesamiento prefijable, que sigue especialmente el contorno interior o contorno exterior de la pieza (W), a través del material de pared o a lo largo del material de pared.

9ª.- Método de erosión según la reivindicación 8ª, que se caracteriza por que ambos movimientos giratorios acoplados se pueden ejecutar de forma independiente entre sí, y las unidades de accionamiento o los medios de accionamiento (A1, A2) se pueden dirigir de forma independiente entre sí y distinta, mediante lo cual se ocasionan muy distintos pasos de procesamiento y cortes y resultan las siguientes posibilidades de corte, en las que

- a) se puede realizar una perforación completa a través de la pared de la pieza o de la pared del tubo y entonces se puede llevar a cabo el corte de perímetro axial, o
- b) se puede realizar un corte axial con una introducción en dirección radial, y la introducción axial se puede causar o llevar a cabo de forma continua, de manera que la línea de corte es finalmente igual a una espiral,
- ó
- c) se puede realizar un corte axial con una introducción en dirección radial, y la introducción radial se produce según ángulos determinados, y se lleva a cabo siempre un corte de perímetro completo, como especialmente, un corte inclinado de 360º, con igual o idéntico diámetro exterior, y después del corte de perímetro respectivo aumenta o se eleva la profundidad de la perforación, de manera que la remoción se produce, fundamentalmente, por capas, o bien, en varias capas, o
- d) se puede llevar a cabo una perforación completa a través de la pared de la pieza o de la pared del tubo y el corte se puede causar primeramente completamente en dirección radial, y entonces se lleva a cabo o se puede realizar u ocasionar una retirada, un giro en dirección axial y entonces de nuevo una perforación como anteriormente, ó
- e) se puede realizar u ocasionar una combinación de varias posibilidades de corte indicadas desde a) hasta d), como especialmente, una perforación completa y un corte de espiral que se añade al anterior.

10ª.- Método de erosión según una de las reivindicaciones 8ª o 9ª, que se caracteriza por que el reconocimiento y detección del corte completo se lleva a cabo del modo indicado o según una combinación de los tipos indicados a continuación, en el que

- a) en la erosión eléctrica conocida, se puede determinar la profundidad de la perforación como función del ángulo giratorio y el tamaño del electrodo, o bien, se puede determinar el radio del electrodo o el diámetro del electrodo mediante el ángulo giratorio respectivo, que se puede registrar y determinar, especialmente, medir mediante un medio de medida adecuado, especialmente, un codificador rotatorio o un transmisor de posición angular, en los respectivos medios de accionamiento (A1, A2),
- b) se puede determinar la profundidad de hundimiento y/o el corte también mediante métodos de medición como la medición ultrasónica o medición de corriente de remolino,
- c) se puede registrar la profundidad de hundimiento y/o el corte mediante la variación de la frecuencia de la pieza, especialmente, cuando se ha logrado el corte,
- d) se puede registrar la profundidad de hundimiento y/o el corte a través de un método que produzca fotos, especialmente mediante un endoscopio o una cámara dispuesta en el dispositivo de erosión,
- e) la profundidad de hundimiento y/o el corte se puede determinar y detectar por el análisis de los parámetros de erosión, habida cuenta que especialmente el flujo de corriente se modifica significativamente habiéndose logrado un corte.

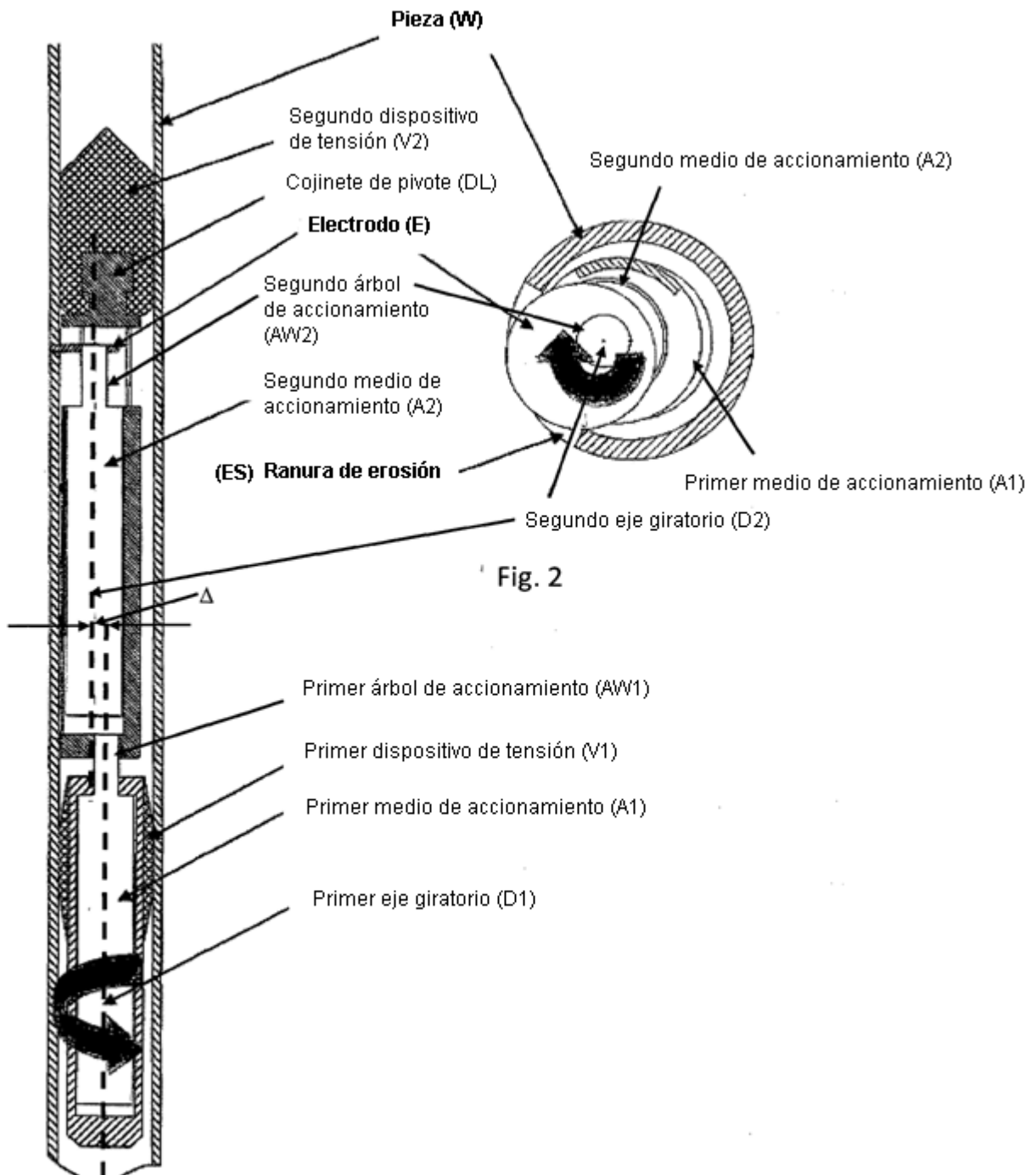


Fig. 1

Fig. 2