

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 600 410**

51 Int. Cl.:

B02C 19/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2012 PCT/CH2012/000203**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2014 WO14029034**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2012 E 12766850 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 2888053**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para fragmentar y/o debilitar materiales mediante pulsos de alta tensión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.02.2017

73 Titular/es:
**SELFRAG AG (100.0%)
Biberenzelgli 18
3210 Kerzers, CH**

72 Inventor/es:
**MÜLLER-SIEBERT, REINHARD;
MONTI DI SOPRA, FABRICE;
GIESE, HARALD y
FRIEDLI, URS**

74 Agente/Representante:
AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 600 410 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para fragmentar y/o debilitar materiales mediante pulsos de alta tensión

CAMPO TÉCNICO

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para fragmentar y/o debilitar materiales mediante pulsos de alta tensión, a un electrodo para su uso en el procedimiento, a un dispositivo para fragmentar y/o debilitar materiales mediante pulsos de alta tensión en particular según el procedimiento y al uso del electrodo o del dispositivo para fragmentar y/o debilitar materiales según los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

10 ESTADO ACTUAL DE LA TÉCNICA

Del estado actual de la técnica es conocido cómo desmenuzar o debilitar los más diversos materiales, por ejemplo hormigón o rocas, mediante descargas pulsadas de alta tensión, por ejemplo provocando en ellos fisuras de manera que resulte más fácil desmenuzarlos en un proceso de desmenuzamiento mecánico subsiguiente.

- 15 Para ello se introduce el material a desmenuzar o a debilitar, junto con un líquido de proceso, por ejemplo agua, en una zona donde se generan descargas disruptivas de alta tensión entre dos electrodos. Para generar una descarga disruptiva se alimenta a los electrodos un pulso de alta tensión. Se requiere un tiempo finito para que unos canales de descarga previa puedan puentear el líquido de proceso y los segmentos de material y se forme un canal de plasma continuo que entonces lleve a una descarga disruptiva. Dentro de este tiempo, a través del líquido de proceso, que tiene una conductividad eléctrica determinada que puede aumentar según aumenta el tiempo de servicio, fluye una corriente entre los electrodos, con lo que la tensión entre éstos disminuye de forma continua debido a la descarga del acumulador de energía que proporciona la energía. La corriente que fluye durante el tiempo que transcurre hasta la descarga disruptiva no cumple una labor de fragmentación o debilitación, sino que sólo calienta el líquido de proceso. Por tanto, constituye una pérdida que empeora la eficiencia energética del proceso. Un reemplazo permanente o un costoso tratamiento continuo del líquido de proceso con el fin de mantener o reducir la conductividad eléctrica reduce también la eficacia del proceso. Si la tensión cae ya durante la formación de los canales de descarga previa por debajo de la tensión disruptiva, los canales de descarga previa dejan de crecer y "mueren". En este caso no se produce una descarga disruptiva ni un canal de plasma continuo y se pierde toda la energía alimentada al proceso de fragmentación o debilitación.

Para determinadas aplicaciones también puede desearse no generar descargas disruptivas, sino sólo canales de descarga previa para lograr una debilitación previa cuidadosa del material. Sin embargo, en este caso también es deseable que se utilice la menor parte posible de la energía alimentada para calentar el líquido de proceso y la mayor parte posible para formar canales de descarga previa.

- 35 Del documento WO 2007/093063 A1 se conocen electrodos de trabajo para instalaciones electrodinámicas de fragmentación en los que la punta del electrodo está formada por una pieza cambiante.

Del documento US 4.540.127 A se conoce una instalación electrodinámica de fragmentación para material de roca con contenido en diamante en la que el electrodo de alta tensión, excepto su punta, está rodeado por una envoltura aislante.

40 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Se plantea el objetivo de proporcionar procedimientos y dispositivos para fragmentar o debilitar materiales mediante impulsos de alta tensión que tengan la mejor eficiencia energética posible y sean tolerantes con respecto a un aumento de la conductividad del líquido de proceso.

Este objetivo se logra mediante los objetos de las reivindicaciones independientes.

- 45 Según éstas, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para fragmentar y/o debilitar material, preferentemente material de roca o minerales, mediante pulsos de alta tensión.

Por fragmentación se entiende un desmenuzamiento del material. Por debilitación (denominada también debilitación previa) se entiende producir fisuras internas en el material que facilitan un desmenuzamiento posterior, en particular mecánico, del material.

5 En este procedimiento se dispone el material a fragmentar y/o a debilitar, junto con un líquido de proceso, en una zona de proceso abierta o cerrada conformada entre dos electrodos de manera que toda la zona de proceso quede inundada por el líquido de proceso y, por tanto, los electrodos estén ambos en contacto con el líquido de proceso, y que el material a fragmentar o debilitar dispuesto entre los dos electrodos esté completamente sumergido en el líquido de proceso. En este estado se alimentan pulsos de alta tensión a los electrodos, de manera que entre éstos se producen descargas disruptivas de alta tensión o sólo se formen canales de descarga previa sin descargas disruptivas de alta tensión, por ejemplo si no se desean éstas.

10 Para ello, según la invención se emplea, al menos para uno de los dos electrodos, un primer electrodo según las reivindicaciones, que presenta un conductor metálico que, en el extremo de trabajo del electrodo que está en contacto con el líquido de proceso, está provisto parcial o totalmente de un primer aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones, con una permitividad de como mínimo un 75% de la permitividad del líquido de proceso. Como líquido de proceso se emplea preferentemente agua, normalmente con una permitividad de aproximadamente 80.

15 Sorprendentemente se ha comprobado que utilizando tal electrodo según la invención es posible mejorar ostensiblemente la eficiencia energética de este tipo de procedimientos para fragmentar y/o debilitar materiales mediante pulsos de alta tensión y además lograr una alta tolerancia en relación con un aumento de la conductividad del líquido de proceso.

20 Preferentemente se utiliza un primer electrodo según las reivindicaciones cuyo primer aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones tiene una permitividad superior a 50, con preferencia superior a 80.

También es especialmente preferente que la permitividad del primer aislamiento o revestimiento aislante esté entre 60 y 100, especialmente entre 75 y 85.

La utilización de electrodos con tales primeros aislamientos o revestimientos aislantes resulta particularmente ventajosa en procedimientos donde se emplea agua como líquido de proceso.

25 En una forma de realización preferente del procedimiento, se utiliza un primer electrodo según las reivindicaciones cuyo conductor metálico presenta, en el extremo de trabajo del electrodo que está en contacto con el líquido de proceso, además del primer aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones, un segundo aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones con una permitividad inferior a un 50% de la permitividad del líquido de proceso, en particular una permitividad entre 2
30 y 10. Las zonas del electrodo que están provistas de este segundo aislamiento o revestimiento aislante resultan muy adecuadas para el acoplamiento mecánico del electrodo a una estructura de soporte.

35 Es igualmente preferente la utilización de un primer electrodo según las reivindicaciones en el que el primer aislamiento o revestimiento aislante y el segundo aislamiento o revestimiento aislante sean contiguos entre sí, se conviertan el uno en el otro o penetren uno en el otro, de manera que formen una superficie aislante coherente y preferentemente cerrada. De este modo es posible colocar zonas con campos eléctricos muy intensos selectivamente en las zonas del contorno del electrodo respectivo donde dichas zonas sean deseables con el fin de generar canales de descarga previa y, en caso dado, descargas disruptivas de alta tensión.

40 También es preferible que la permitividad de la superficie aislante formada por el primer aislamiento o revestimiento aislante y el segundo aislamiento o revestimiento aislante disminuya en dirección opuesta al extremo de trabajo, esto es que la superficie aislante tenga la mayor permitividad en la zona más cercana al extremo libre del extremo de trabajo del electrodo y la menor en la zona más alejada de este extremo libre. En este contexto, es preferente que la disminución de la permitividad sea de manera continua, como mínimo por secciones, lo que puede lograrse por ejemplo haciendo que los aislamientos o revestimientos aislantes
45 penetren uno en otro o se conviertan uno en otro a lo largo de una determinada zona. De este modo pueden evitarse variaciones abruptas del campo.

50 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la zona de proceso se conforma entre dos electrodos dispuestos a cierta distancia uno encima de otro, de manera que el material a fragmentar y/o debilitar dispuesto en la zona de proceso se apoye en el electrodo inferior. Al menos mínimo para el electrodo superior se utiliza preferentemente un primer electrodo según las reivindicaciones. Tal disposición de electrodos ha demostrado ser particularmente ventajosa y, si el electrodo superior está configurado como un primer electrodo según las reivindicaciones, ofrece además la ventaja de que su primer y/o segundo aislamiento o revestimiento aislante apenas se ve sometido a esfuerzos mecánicos debidos al material a fragmentar y/o debilitar.

5 En otras formas de realización preferentes, el procedimiento se lleva a cabo en una zona de proceso cerrada, preferentemente en un recipiente de proceso cerrado, o en una zona de proceso abierta. La variante mencionada en primer lugar es especialmente adecuada para una operación por lotes, mientras que la variante mencionada en último lugar es preferible para el funcionamiento en continuo. En este último caso, preferentemente como electrodo inferior se utiliza un electrodo de cinta transportadora, con el que el material a fragmentar y/o a debilitar se lleva a la zona de proceso y, una vez que se ha actuado sobre el mismo, puede retirarse de la zona de proceso.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un electrodo para su uso en el procedimiento según el primer aspecto de la invención.

10 El electrodo comprende un conductor metálico, por ejemplo de cobre o acero inoxidable, que en el extremo de trabajo del electrodo, es decir en el extremo del electrodo que, si éste se utiliza según lo previsto, está en contacto con el líquido de proceso, está provisto parcial o totalmente de un primer aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones. Este aislamiento o revestimiento aislante tiene una permitividad superior a 50, preferentemente superior a 80.

15 Con tales electrodos según la invención puede mejorarse ostensiblemente la eficiencia energética de los procedimientos ya conocidos para fragmentar y/o debilitar material mediante pulsos de alta tensión y además puede lograrse una tolerancia elevada en relación con un aumento de la conductividad del líquido de proceso.

20 El primer aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones preferentemente tiene una permitividad entre 60 y 100 y con mayor preferencia entre 75 y 85. Los electrodos con estos primeros aislamientos o revestimientos aislantes son muy adecuados para el empleo en procedimientos donde se utiliza agua como líquido de proceso.

25 En una forma de realización preferente del electrodo, su conductor metálico presenta en el extremo de trabajo del electrodo, además del primer aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones, un segundo aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones con una permitividad inferior a 50, en particular una permitividad entre 2 y 10. Las zonas que están provistas de este segundo aislamiento o revestimiento aislante resultan muy adecuadas para el acoplamiento mecánico del electrodo a una estructura de soporte.

30 En este contexto se prefiere que el primer aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones y el segundo aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones sean contiguos entre sí, se conviertan uno en otro o penetren uno en otro, de manera que formen una superficie aislante coherente y ventajosamente cerrada. De este modo pueden evitarse posibles zonas de descarga entre los aislamientos o revestimientos aislantes.

35 En esta forma de realización es preferible que la permitividad de la superficie aislante formada por el primer aislamiento o revestimiento aislante y el segundo aislamiento o revestimiento aislante disminuya en dirección opuesta al extremo de trabajo, esto es que esta superficie aislante tenga la mayor permitividad en la zona más cercana al extremo libre del extremo de trabajo del electrodo y la menor permitividad en la zona más alejada de este extremo libre. En este contexto es preferente además que la disminución de la permitividad sea de manera continua, como mínimo por secciones. De este modo pueden evitarse variaciones abruptas del campo.

40 En otra forma de realización preferente más del electrodo, el conductor metálico forma, en el extremo de trabajo del electrodo, una zona anular con un borde redondeado. Durante el funcionamiento conforme a lo previsto del electrodo, esta zona anular sirve como compensación del campo.

45 La zona anular puede estar conectada con conductividad eléctrica al conductor metálico, por ejemplo configurándola en una pieza con éste, o puede estar separada del conductor metálico por el primer aislamiento o revestimiento aislante y, por consiguiente, estar aislada eléctricamente del conductor metálico. Con ello apenas se influye en la función de compensación del campo.

50 Ventajosamente, la zona anular está provista del primer aislamiento o revestimiento aislante como mínimo en sus superficies orientadas en dirección opuesta al extremo de trabajo del electrodo, especialmente cuando está conectada con conductividad eléctrica al conductor metálico. De este modo puede reducirse ostensiblemente la superficie con conductividad eléctrica del electrodo.

En una variante del electrodo arriba descrito, la zona anular constituye el extremo del electrodo situado en el lado del extremo de trabajo. De este modo se obtiene un electrodo como con una superficie frontal grande, por ejemplo en forma de plato.

5 En otra variante del electrodo, a continuación de la zona anular está dispuesta una punta de electrodo que preferentemente tiene forma de casquete esférico o paraboloide de rotación y que constituye el extremo del electrodo situado en el lado del extremo de trabajo. Esta punta de electrodo preferentemente tiene metal desnudo en su extremo libre. De este modo se obtiene un electrodo relativamente agudo con una superficie frontal pequeña.

Dependiendo del campo de aplicación del electrodo es preferible una u otra variante.

10 En otra forma de realización preferente más, el electrodo presenta un cuerpo de aislador compuesto de un material con una permitividad inferior a 20, por ejemplo de PE o PP, del que sobresale en el extremo de trabajo el conductor metálico. Este cuerpo aislador puede formar un segundo aislamiento según las reivindicaciones o también puede estar presente de manera adicional a otro segundo aislamiento o revestimiento aislante según las reivindicaciones. Tales electrodos pueden fijarse fácilmente a una estructura de soporte aislados eléctricamente por medio del cuerpo aislador.

15 En una variante de realización de esta forma de realización del electrodo, en el cuerpo aislador penetran uno o varios elementos anulares que se extienden concéntricamente al conductor metálico que se extiende por su centro y que están compuestos de un material con una permitividad superior a la del material del aislador, por ejemplo un material metálico, por ejemplo acero inoxidable, o de un plástico entremezclado con grafito. De este modo puede influirse selectivamente en el curso de la permitividad promediada mediante el volumen del cuerpo aislador en esta zona.

20 En las formas de realización del electrodo con un cuerpo aislador es preferente además que el conductor metálico esté provisto del primer o del segundo aislamiento o revestimiento aislante en la zona en la que sobresale del cuerpo aislador. Especialmente en el caso de que en este punto esté provisto del segundo aislamiento o revestimiento aislante, se obtiene una transición relativamente suave en relación con las intensidades de campo eléctrico del cuerpo aislador al conductor metálico.

25 Un tercer aspecto de la invención se refiere a un dispositivo para fragmentar y/o debilitar materiales, preferentemente materiales de roca o minerales, mediante pulsos de alta tensión. Ventajosamente, este dispositivo es adecuado para llevar a cabo el procedimiento según el primer aspecto de la invención.

30 El dispositivo comprende dos electrodos, de los cuales uno o ambos está(n) configurado(s) como electrodo(s) según el segundo aspecto de la invención. Entre los dos electrodos está conformada una zona de proceso donde puede disponerse el material a fragmentar y/o a debilitar y un líquido de proceso, de manera que toda la zona de proceso queda inundada por el líquido de proceso. En este estado pueden alimentarse pulsos de alta tensión a los electrodos, de manera que entre ambos electrodos se producen descargas disruptivas de alta tensión y/o se forman canales de descarga previa sin descargas disruptivas.

35 En una forma de realización preferente del dispositivo, los dos electrodos están dispuestos uno encima de otro, de manera que, con la zona de proceso llena, el material a fragmentar y/o a debilitar se apoya en el electrodo inferior. En este contexto, resulta ventajoso que al menos el electrodo superior sea un electrodo según el segundo aspecto de la invención. Tal disposición de los electrodos ha demostrado ser particularmente ventajosa y, si el electrodo superior está configurado como un primer electrodo según las reivindicaciones, ofrece además la ventaja de que su primer y/o segundo aislamiento o revestimiento aislante apenas se ve sometido a esfuerzos mecánicos debidos al material a fragmentar y/o a debilitar.

40 En otras formas de realización preferidas, el dispositivo presenta una zona de proceso cerrada o cerrable, que está formada preferentemente por un recipiente de proceso cerrado, o bien una zona de proceso abierta. La variante mencionada en primer lugar es especialmente para un funcionamiento por lotes, mientras que la variante mencionada en último lugar es preferible para un funcionamiento en continuo. En este último caso, el electrodo inferior preferentemente está configurado como un electrodo de cinta transportadora, con el que el
45 material a fragmentar y/o a debilitar se lleva a la zona de proceso y, una vez que se ha actuado sobre el mismo, puede retirarse de la zona de proceso.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

De las reivindicaciones dependientes y de la descripción que sigue a continuación en referencia a las figuras se desprenden otras configuraciones, ventajas y aplicaciones de la invención. En las figuras:

- 50 Fig. 1: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un primer electrodo según la invención;
Fig. 2: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un segundo electrodo según la invención;

- Fig. 3: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un tercer electrodo según la invención;
- Fig. 4: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un cuarto electrodo según la invención;
- 5 Fig. 5: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un quinto electrodo según la invención;
- Fig. 6: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un sexto electrodo según la invención;
- 10 Fig. 7: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un séptimo electrodo según la invención;
- Fig. 8: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un octavo electrodo según la invención;
- Fig. 9: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un noveno electrodo según la invención;
- 15 Fig. 10: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un décimo electrodo según la invención;
- Fig. 11: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un undécimo electrodo según la invención;
- 20 Fig. 12: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un duodécimo electrodo según la invención;
- Fig. 13: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimotercer electrodo según la invención;
- Fig. 14: sección vertical en dirección transversal a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimocuarto electrodo según la invención;
- 25 Fig. 15: sección vertical en dirección longitudinal a través de una mitad del extremo de trabajo del electrodo de la Fig. 14;
- Fig. 16: sección vertical en dirección longitudinal a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimoquinto electrodo según la invención;
- 30 Fig. 17: sección vertical en dirección transversal a través de una mitad del extremo de trabajo del electrodo de la Fig. 16;
- Fig. 18: sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimosexto electrodo según la invención; y
- Fig. 19: vista de una mitad del extremo de trabajo del electrodo de la Fig. 18.

FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

- 35 La Fig. 1 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un primer electrodo rotacionalmente simétrico según la invención. Como puede verse, el electrodo presenta un conductor metálico 1 que tiene esencialmente forma de barra, por ejemplo compuesto de cobre o acero inoxidable, que en el extremo de trabajo del electrodo mostrado forma una zona anular 5 con un borde redondeado 6 y que, a continuación de la zona anular 5 en dirección al extremo libre del electrodo, acaba en una punta de electrodo
- 40 8 en forma de casquete esférico, que constituye el extremo del electrodo situado en el lado del extremo de trabajo. El conductor metálico 1 está provisto por completo, exceptuando la punta de electrodo 8 propiamente dicha, de un primer revestimiento aislante 2 según las reivindicaciones, compuesto por ejemplo de TiO₂, con una permitividad superior a 50. La zona anular 5 sirve de compensación de campo.
- La Fig. 2 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un segundo electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 1 en que el conductor metálico 1 sobresale de un cuerpo aislador 3 compuesto de un material con una permitividad inferior a 20, por ejemplo de PE o PP.
- La Fig. 3 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un tercer electrodo según la invención, que sólo se diferencia del electrodo mostrado en la Fig. 2 en que el conductor metálico 1 no presenta un revestimiento aislante en la zona en la que está rodeado por el cuerpo aislador 3.
- 50 La Fig. 4 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un cuarto electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 3 en que la punta de electrodo 8 presenta un gollete 9 en el que termina el revestimiento aislante 2.
- La Fig. 5 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un quinto electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 2 en que el conductor metálico 1 presenta,
- 55 en la zona que sigue al lado de la zona anular 5 que mira en sentido opuesto al extremo de trabajo, un segundo revestimiento aislante 4 según las reivindicaciones, por ejemplo de PE, con una permitividad inferior a 50.

- 5 La Fig. 6 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un sexto electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 2 en que en el cuerpo aislador 3 penetran varios elementos anulares 7 que se extienden concéntricamente al conductor metálico 1 que lo atraviesa y que están compuestos de un material con una permitividad mayor que el material del aislador 3, por ejemplo de acero inoxidable o de un plástico entremezclado con grafito.
- 10 La Fig. 7 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un séptimo electrodo según la invención, que sólo se diferencia de los electrodos mostrados en las Fig. 3 y 4 en que a la zona anular 5 no le sigue una punta de electrodo que constituya el extremo del electrodo situado en el lado del extremo de trabajo, sino que la zona anular 5 constituye el extremo del electrodo situado en el lado del extremo de trabajo y su superficie frontal 10 está cubierta por completo con el revestimiento aislante 2.
- La Fig. 8 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un octavo electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 7 en que la superficie frontal 10 presenta metal desnudo, y el revestimiento aislante 2 se extiende un tramo hacia el interior del cuerpo aislador 3.
- 15 La Fig. 9 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un noveno electrodo en forma de barra según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 1 en que no presenta la zona anular existente en aquel.
- La Fig. 10 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un décimo electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 9 en que el conductor metálico 1 sobresale de un cuerpo aislador 3 compuesto de un material con una permitividad inferior a 20, por ejemplo de PE o PP.
- 20 La Fig. 11 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un undécimo electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 9 en que el conductor metálico 1 está provisto del primer revestimiento aislante 2 según las reivindicaciones exclusivamente en la zona de la punta de electrodo 8, presentando la punta de electrodo 8 misma metal desnudo, y en las demás zonas está provisto de un segundo revestimiento aislante 4 según las reivindicaciones, por ejemplo de PE, con una permitividad inferior a 50. Aquí, los dos revestimientos aislantes 2, 4 se convierten uno en otro en una zona de transición 11.
- 25 La Fig. 12 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un duodécimo electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 11 en que el conductor metálico 1 sobresale de un cuerpo aislador 3 compuesto de un material con una permitividad inferior a 20, por ejemplo PE o PP.
- 30 La Fig. 13 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimotercer electrodo según la invención, que sólo se diferencia del electrodo mostrado en la Fig. 10 en que el conductor metálico 1 lleva, entre la punta de electrodo 8 y el cuerpo aislador 3, un abultamiento anular 5 con un borde redondeado 6, compuesto del mismo metal que el conductor metálico 1 o compuesto de otro material metálico, que sirve de compensación de campo y que, mediante el primer revestimiento aislante 2 según las reivindicaciones, está separado del conductor metálico 1 y aislado eléctricamente en relación a éste. Otra diferencia con respecto al electrodo mostrado en la Fig. 10 es que toda la punta de electrodo 8 presenta metal desnudo. El conductor metálico 1 de un electrodo de este tipo puede producirse económicamente a partir de una barra metálica redonda provista de un primer revestimiento aislante según las reivindicaciones, rebajando su extremo para obtener la punta de electrodo 8 desnuda y fijando por contracción sobre la barra metálica revestida un componente 12 que forme el abultamiento anular 5 en la zona revestida que sigue a la punta de electrodo 8.
- 35 La Fig. 14 y 15 muestran secciones verticales, una transversal (Fig. 14) y otra longitudinal (Fig. 15), en cada caso a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimocuarto electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 7 en que, en lugar de la cabeza de electrodo redonda en forma de plato del electrodo mostrado en la Fig. 7, presenta una cabeza de electrodo a modo de viga 13 con un borde redondeado 6.
- 40 La Fig. 16 y 17 muestran secciones verticales, una transversal (Fig. 17) y otra longitudinal (Fig. 16), en cada caso a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimoquinto electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en las Fig. 14 y 15 en que, en lugar de la cabeza de electrodo a modo de viga, presenta una cabeza de electrodo a modo de yugo 14 completamente provista de un primer revestimiento aislante 2 según las reivindicaciones, dentro de la cual está tendido un alambre de electrodo desnudo 15.
- 50 La Fig. 18 muestra una sección vertical a través de una mitad del extremo de trabajo de un decimosexto electrodo según la invención, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 7 en que, en lugar de la cabeza de electrodo redonda en forma de plato con borde redondeado del electrodo de la Fig. 7, presenta una
- 55

5 cabeza de electrodo redonda en forma de plato 16 con un borde 17 que describe un contorno en forma de cono truncado, sobresaliendo hacia abajo del lado inferior de la cabeza de electrodo 16 en la zona del borde, repartidas uniformemente por la periferia de la misma, seis puntas de electrodo a modo de dedo 18 que están ligeramente inclinadas hacia fuera. Las puntas de electrodo 18 presentan unas superficies frontales en forma de casquete esférico. Exceptuando estas superficies frontales, toda la cabeza de electrodo 16 está provista de un primer revestimiento aislante 2 según las reivindicaciones.

La Fig. 19 muestra una vista desde arriba de una mitad del extremo de trabajo del electrodo de la Fig. 18.

10 Mientras que en la presente solicitud se describen formas de realización preferentes de la invención, hay que señalar claramente que la invención no está limitada a éstas y que también puede realizarse de otra manera dentro del alcance de las reivindicaciones que ahora siguen.

Reivindicaciones

1. Procedimiento para fragmentar y/o debilitar materiales, en particular materiales de roca o minerales, mediante pulsos de alta tensión, disponiéndose el material a fragmentar y/o a debilitar y un líquido de proceso en una zona de proceso formada entre dos electrodos, de manera que toda la zona de proceso queda inundada por el líquido de proceso, y alimentándose pulsos de alta tensión a los electrodos, de manera que entre los dos electrodos se producen descargas disruptivas de alta tensión y/o se forman canales de descarga previa sin descargas disruptivas,
5
donde como mínimo un primer electrodo de los dos electrodos se selecciona un electrodo con un conductor metálico (1) que, en el extremo de trabajo del electrodo que está en contacto con el líquido de proceso, está provisto parcial o totalmente de un primer aislamiento, en particular un primer revestimiento aislante (2), que tiene una permitividad de al menos un 75% de la permitividad del líquido de proceso, que en particular es agua.
10
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se elige un primer electrodo cuyo primer aislamiento o revestimiento aislante (2) tiene una permitividad superior a 50, especialmente superior a 80.
15
3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque se elige un primer electrodo cuyo primer aislamiento o revestimiento aislante (2) tiene una permitividad entre 60 y 100, especialmente entre 75 y 85.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se elige un primer electrodo que, en su extremo de trabajo que está en contacto con el líquido de proceso, está parcial o totalmente provisto del primer aislamiento o revestimiento aislante (2) y parcialmente provisto de un segundo aislamiento (3), en particular de un segundo revestimiento aislante (4), que tiene una permitividad inferior a un 50% de la permitividad del líquido de proceso, que en particular es agua, especialmente una permitividad entre 2 y 10.
20
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque se elige un primer electrodo en el cual el primer aislamiento o revestimiento aislante (2) y el segundo aislamiento (3) o revestimiento aislante (4) son contiguos entre sí, se convierten uno en otro o penetran uno en otro, de manera que forman una superficie aislante coherente, especialmente cerrada.
25
6. Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque se elige un primer electrodo en el cual la permitividad de la superficie aislante formada por el primer aislamiento o revestimiento aislante (2) y el segundo aislamiento (3) o revestimiento aislante (4) disminuye en dirección opuesta al extremo de trabajo, en particular disminuye de manera continua, al menos por secciones.
30
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la zona de proceso se forma entre dos electrodos dispuestos a cierta distancia uno encima de otro, de manera que el material a fragmentar y/o a debilitar dispuesto en la zona de proceso se apoya en el electrodo inferior, utilizándose especialmente el primer electrodo como electrodo superior.
35
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se forma una zona de proceso cerrada, especialmente en un recipiente de proceso cerrado.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se forma una zona de proceso abierta, utilizándose como electrodo inferior especialmente un electrodo de cinta transportadora.
40
10. Electrodo para su uso en el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende un conductor metálico (1) que, en el extremo de trabajo del electrodo que, si se utiliza el electrodo según lo previsto, está en contacto con el líquido de proceso, está provisto parcial o totalmente de un primer aislamiento, en particular de un primer revestimiento aislante (2), que tiene una permitividad superior a 50, especialmente superior a 80.
45
11. Electrodo según la reivindicación 10, caracterizado porque la permitividad del primer aislamiento o revestimiento aislante (2) está entre 60 y 100, especialmente entre 75 y 85.
12. Electrodo según una de las reivindicaciones 10 a 11, caracterizado porque el conductor metálico (1) está provisto parcialmente, en el extremo de trabajo del electrodo que, si se utiliza el electrodo según lo previsto, está en contacto con el líquido de proceso, de un segundo aislamiento (3), en particular
50

un segundo revestimiento aislante (4), que tiene una permitividad inferior a 50, especialmente una permitividad entre 2 y 10.

- 5 **13.** Electrodo según la reivindicación 12, caracterizado porque el primer aislamiento o revestimiento aislante (2) y el segundo aislamiento (3) o revestimiento aislante (4) son contiguos entre sí, se convierten uno en otro o penetran uno en otro, de tal manera que forman una superficie aislante coherente, especialmente cerrada.
- 10 **14.** Electrodo según la reivindicación 13, caracterizado porque la permitividad de la superficie aislante formada por el primer aislamiento o revestimiento aislante (2) y el segundo aislamiento (3) o revestimiento aislante (4) disminuye en dirección opuesta al extremo de trabajo, en particular disminuye de manera continua, al menos por secciones.
- 15.** Electrodo según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado porque el conductor metálico (1) del electrodo forma en el extremo de trabajo una zona anular (5) con un borde redondeado (6).
- 16.** Electrodo según la reivindicación 15, caracterizado porque la zona anular (5) está separada del conductor metálico (1) mediante el primer aislamiento o revestimiento aislante (2).
- 15 **17.** Electrodo según una de las reivindicaciones 15 a 16, caracterizado porque la zona anular (5) presenta, como mínimo en sus superficies orientadas en dirección opuesta al extremo de trabajo, el primer aislamiento o revestimiento aislante (2).
- 18.** Electrodo según una de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizado porque la zona anular (5) constituye el extremo del electrodo situado en el lado del extremo de trabajo.
- 20 **19.** Electrodo según una de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizado porque a continuación de la zona anular está dispuesta una punta de electrodo que tiene en particular forma de casquete esférico o paraboloide de rotación y que constituye el extremo del electrodo situado en el lado del extremo de trabajo y presenta metal desnudo, especialmente en su extremo libre.
- 25 **20.** Electrodo según una de las reivindicaciones 10 a 19, caracterizado porque el electrodo presenta un cuerpo aislador (3) compuesto de un material con una permitividad inferior a 20, del que sobresale en el extremo de trabajo el conductor metálico (1).
- 21.** Electrodo según la reivindicación 20, caracterizado porque en el cuerpo aislador (3) penetran uno o varios elementos anulares (7) que se extienden concéntricamente al conductor metálico (1) que lo atraviesa y que están compuestos de un material con una permitividad mayor que el material del aislador (3).
- 30 **22.** Electrodo según una de las reivindicaciones 20 a 21, caracterizado porque el conductor metálico (1) está provisto del primer o del segundo aislamiento o revestimiento aislante en la zona en la que sobresale del cuerpo aislador (3).
- 35 **23.** Dispositivo para fragmentar y/o debilitar materiales, en particular materiales de roca o minerales, mediante pulsos de alta tensión, en particular para llevar a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, con dos electrodos de los cuales como mínimo uno está configurado como un electrodo según una de las reivindicaciones 10 a 22, estando formada entre los dos electrodos una zona de proceso en la que pueden disponerse el material a fragmentar y/o a debilitar y un líquido de proceso, de manera que toda la zona de proceso queda inundada por el líquido de proceso, y pudiendo alimentarse a los electrodos pulsos de alta tensión, de manera que entre los dos electrodos se producen descargas disruptivas de alta tensión y/o se forman canales de descarga previa sin descargas disruptivas.
- 40 **24.** Dispositivo según la reivindicación 23, caracterizado porque cada uno de los dos electrodos está configurado como un electrodo según una de las reivindicaciones 10 a 22.
- 45 **25.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 23 a 24, caracterizado porque los dos electrodos están dispuestos uno encima de otro de manera que, con la zona de proceso llena, el material a fragmentar y/o a debilitar se apoya en el electrodo inferior y particularmente porque al menos el electrodo superior está configurado según una de las reivindicaciones 10 a 22.
- 50 **26.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 23 a 25, caracterizado porque la zona de proceso está formada en un recipiente de proceso, en particular cerrado.

ES 2 600 410 T3

- 27.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 23 a 25, caracterizado porque la zona de proceso está configurada como una zona de proceso abierta y particularmente en el que los dos electrodos están dispuestos uno encima de otro y el electrodo inferior está configurado como un electrodo de cinta transportadora.
- 5 **28.** Utilización del electrodo según una de las reivindicaciones 10 a 22 o del dispositivo según una de las reivindicaciones 23 a 27 para fragmentar y/o debilitar materiales, en particular materiales de roca o minerales, mediante pulsos de alta tensión, especialmente llevando a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9.

Fig.1

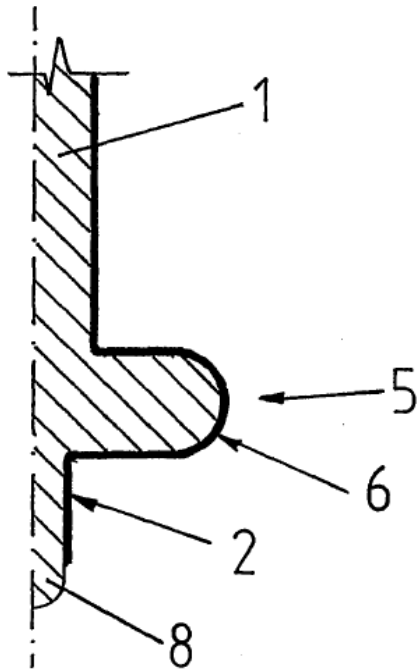


Fig. 2

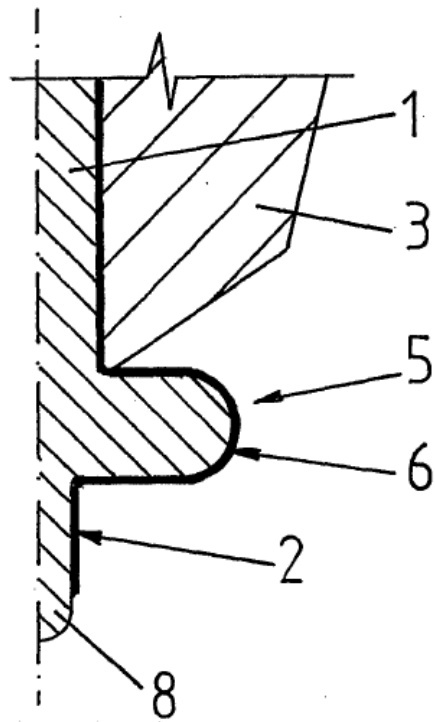


Fig.3

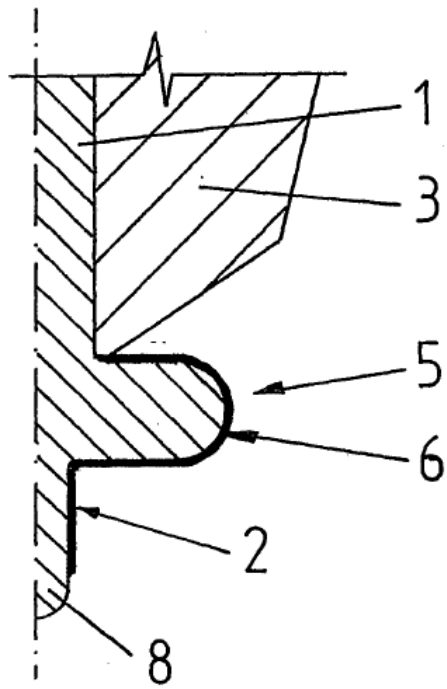


Fig.4

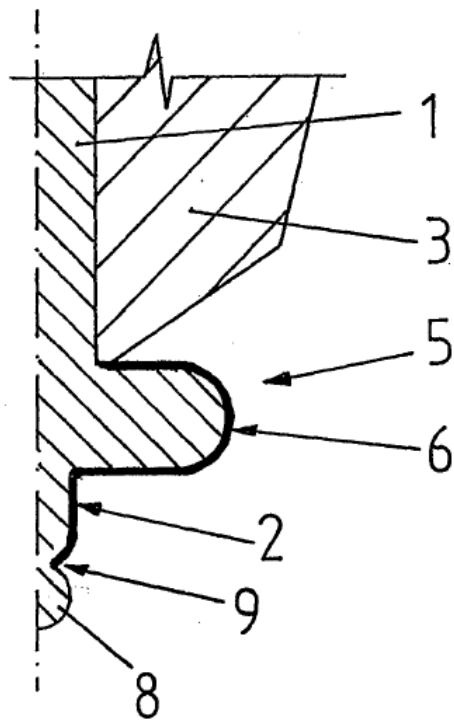


Fig.5

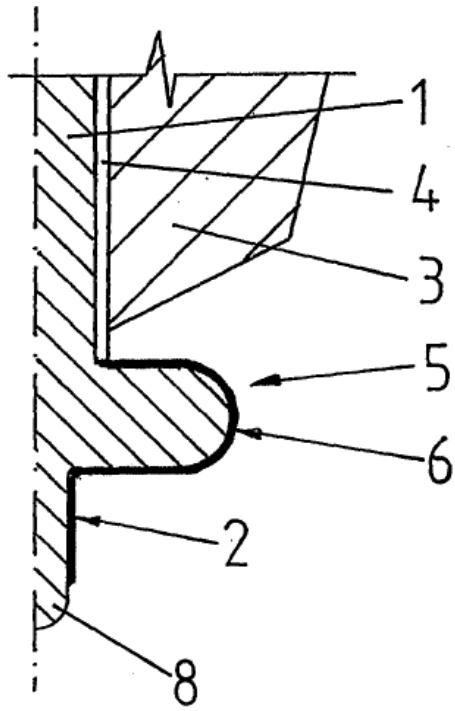


Fig.6

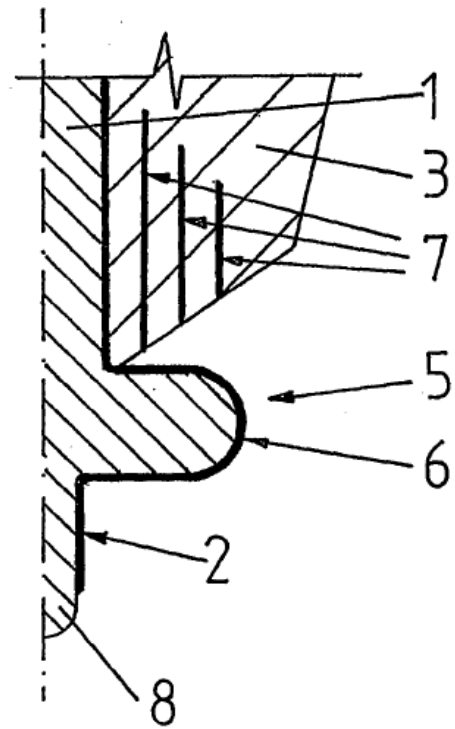


Fig.7

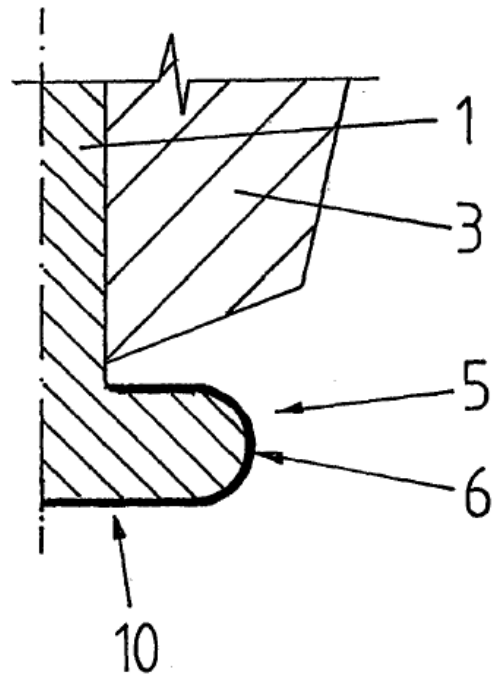


Fig. 8

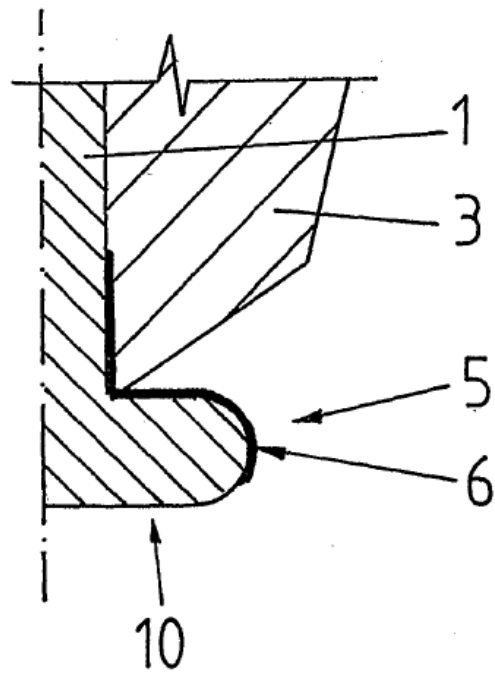


Fig.9

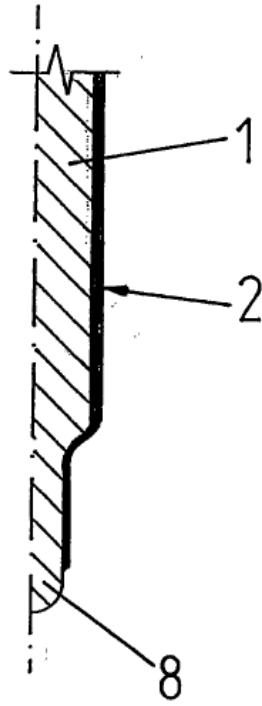


Fig.10

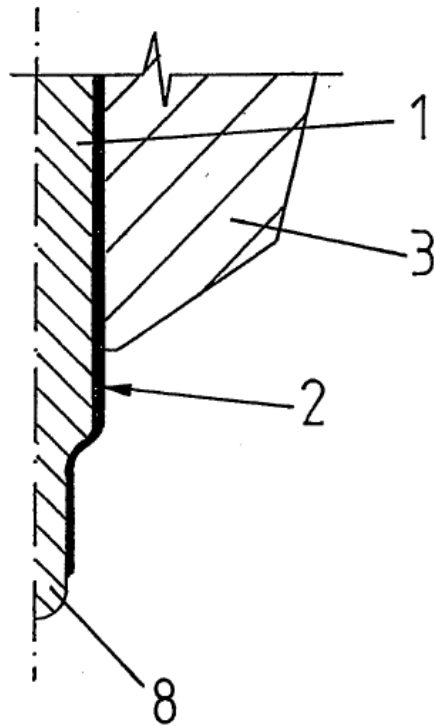


Fig.11

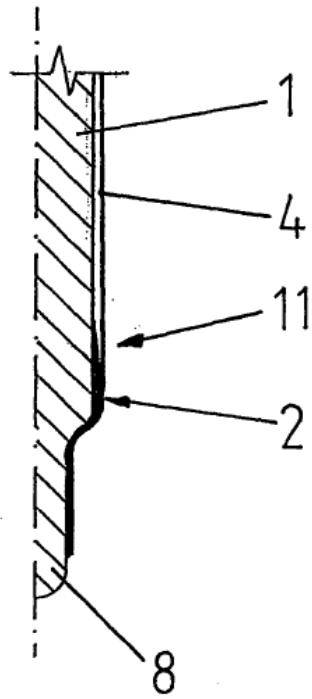


Fig.12

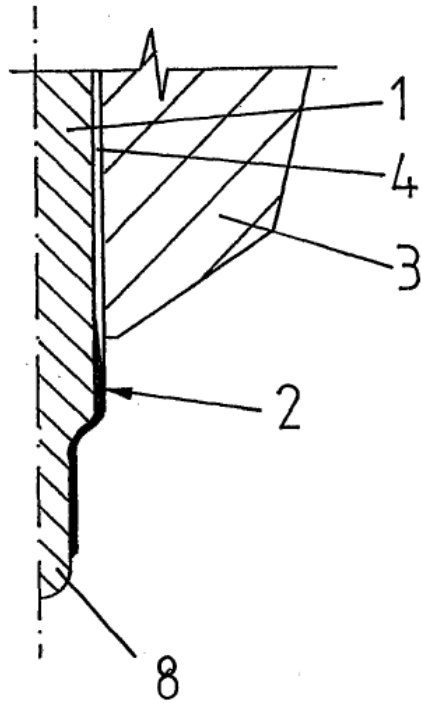


Fig.13

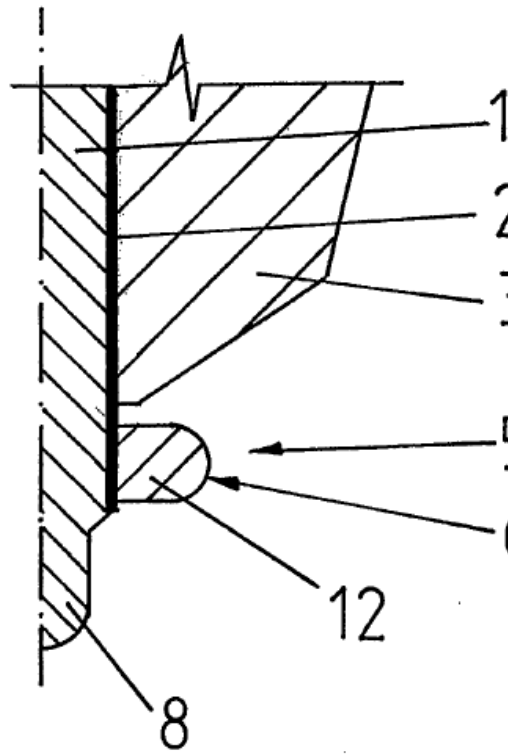


Fig.14

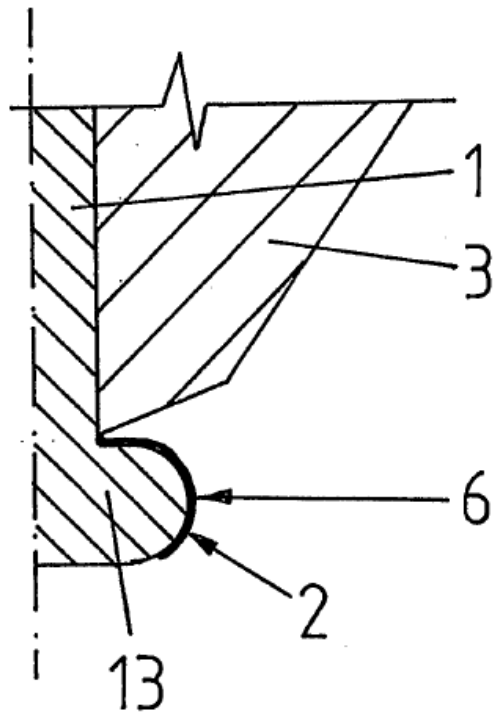


Fig.15

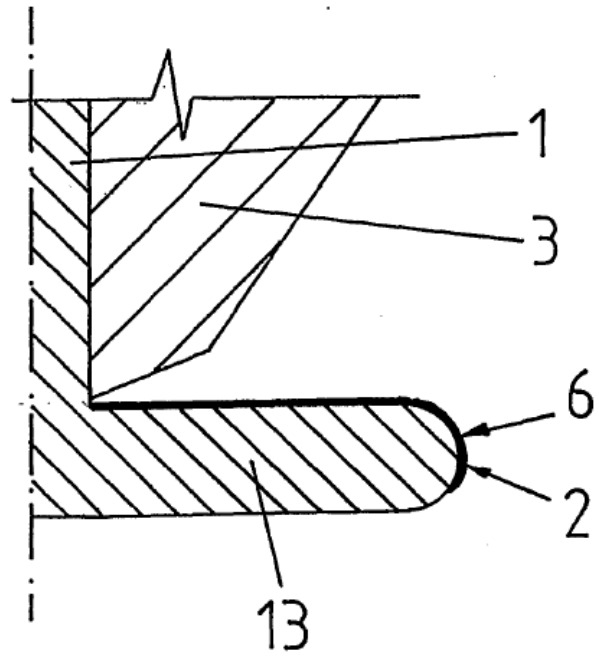
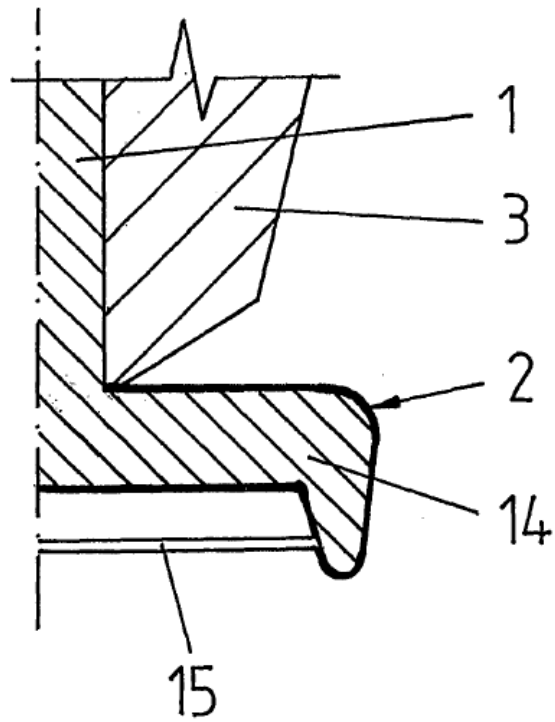


Fig.16



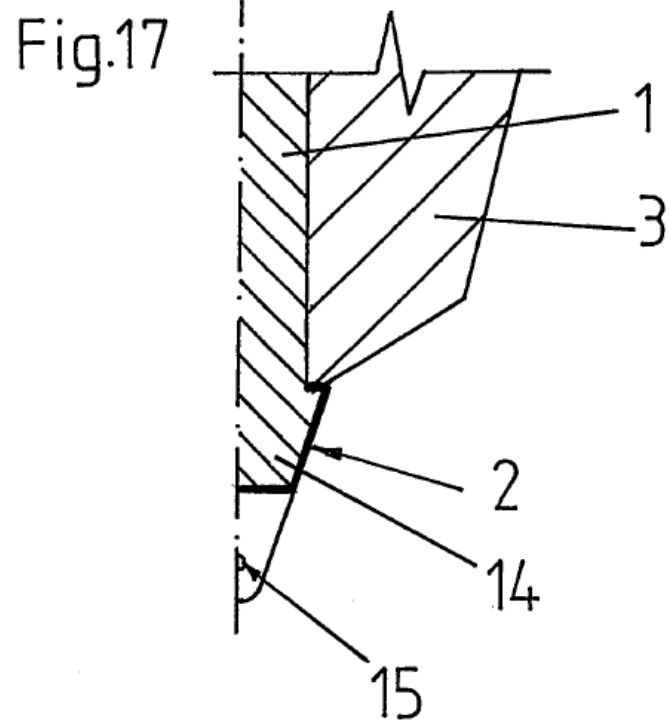


Fig.18

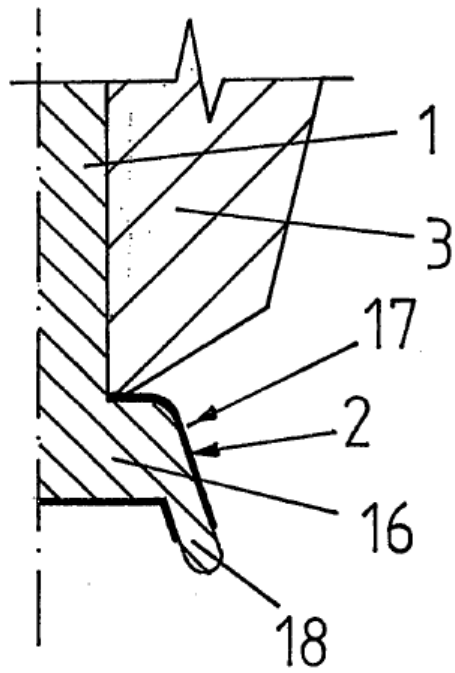


Fig.19

