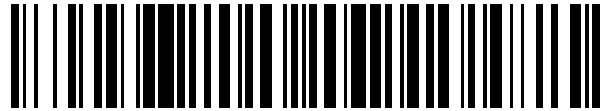


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 123**

51 Int. Cl.:

B02C 19/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2011 E 11773167 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.09.2015 EP 2766123**

54 Título: **Procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material mediante descargas de alto voltaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.01.2016

73 Titular/es:

**SELFRAG AG (100.0%)
Biberenzgli 18
3210 Kerzers, CH**

72 Inventor/es:

**AHLQVIST JEANNERET, HELENA;
MÜLLER-SIEBERT, REINHARD;
FEITKENHAUER, HEIKO;
WEH, ALEXANDER;
MONTI DI SOPRA, FABRICE;
HOPPÉ, PETER;
SINGER, JOSEF;
GIESE, HARALD y
LEBER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 556 123 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 para fragmentar y/o predebilitar material mediante descargas de alto voltaje.

CAMPO TÉCNICO

5 La invención se refiere a un procedimiento para fragmentar y/o predebilitar un material mediante descargas de alto voltaje, a un electrodo de alta tensión para un espacio de proceso con el fin de llevar a cabo el procedimiento, a un espacio de proceso con un electrodo de alta tensión de este tipo para la realización del procedimiento, a un recipiente de proceso que configura un espacio de proceso de este tipo y a una instalación para fragmentar y/o predebilitar un material mediante descargas de alto voltaje con un recipiente de proceso de este tipo según los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

10 ESTADO ACTUAL DE LA TÉCNICA

En el estado actual de la técnica es conocido el procedimiento de utilizar descargas de alta tensión pulsadas para triturar piezas de material, por ejemplo hormigón o rocas, o para predebilitarlas, es decir para producir grietas en las mismas de modo que, en un proceso de trituración mecánico posterior, se puedan triturar más fácilmente.

15 Para ello, el material a triturar o predebilitar se introduce junto con un líquido de procesado, por ejemplo agua, en un espacio de proceso donde se generan descargas de alta tensión entre dos electrodos. En este contexto se distinguen fundamentalmente dos mecanismos de acción.

20 En la llamada acción electrohidráulica sobre el material a triturar o predebilitar, el recorrido de descarga se extiende exclusivamente a través del líquido de procesado, provocándose ondas de choque en el líquido de procesado que actúan sobre el material a triturar o predebilitar. Sin embargo, este mecanismo de acción tiene la desventaja de que únicamente una pequeña parte de la energía necesaria para generar las descargas de alta tensión sirve para triturar o predebilitar el material. Correspondientemente, para lograr rendimientos de trituración o debilitamiento relativamente modestos con la acción electrohidráulica se requieren grandes cantidades de energía, cuyo suministro implica además un gasto elevado en aparatos técnicos. Además, la fragmentación o el debilitamiento de materiales relativamente duros son prácticamente imposibles con una acción electrohidráulica.

25 En la llamada acción electrodinámica, el recorrido de descarga se extiende al menos en parte a través del material a triturar o predebilitar, de modo que se produce una onda de choque en el propio material. Con este mecanismo de acción se puede aprovechar una parte considerablemente mayor de la energía utilizada para la fragmentación o el debilitamiento del material que en el caso de la acción electrohidráulica, y además se pueden fragmentar o predebilitar materiales considerablemente más duros.

30 Los siguientes documentos describen procedimientos y dispositivos pertenecientes a este campo o a campos afines:

35 El documento WO 99/03588 describe instalaciones de fragmentación por alta tensión donde el material fragmentado sale de la zona de procesado a través de las aberturas de un electrodo configurado en forma de tamiz. Esto tiene lugar mediante transporte por gravedad o mediante una corriente intensa de líquido de procesado generada en la zona de proceso. En este último caso, el líquido de procesado sirve para evacuar el material fragmentado y circula en circuito.

El documento EP 1 243 339 A2 describe un procedimiento de fragmentación electrodinámico donde el material fragmentado al tamaño previsto es aspirado del recipiente de procesado junto con el líquido de procesado a través de una cesta de aspiración y a continuación se separa en una cubeta de sedimentación. El líquido de procesado libre de la carga de partículas se lleva después de vuelta al recipiente de procesado.

40 El documento DE 103 46 650 A1 describe un recipiente de procesado para la fragmentación electrodinámica de material que presenta en el fondo varias aberturas para introducir y extraer el líquido de procesado y una abertura central para evacuar el material fragmentado.

45 El documento RU 2 347 619 C1 describe una disposición de electrodos para generar impulsos electrohidráulicos, donde el electrodo de alta tensión central en su extremo de trabajo tiene un reborde anular circunferencial y delante de este reborde varios taladros radiales sobre los que se puede aplicar un líquido de procesado desde un taladro central en el electrodo de alta tensión.

El documento SU 874 183 A1 describe un "Colloid Powder Dispenser" (distribuidor de polvo coloidal) que incluye una disposición de electrodos.

50 El documento JP 10 057832 A describe una disposición para fragmentar rocas mediante descargas de alta tensión, donde se introduce un líquido de procesado a través de un taladro central en el electrodo de alta tensión.

El documento WO 2007/093063 A1 describe disposiciones de electrodos para la fragmentación electrodinámica de material, con una punta de electrodo intercambiable.

5 El documento DE 103 02 867 B3 describe un procedimiento para el control de proceso asistido por ordenador de una instalación de fragmentación, donde se determina la resistencia de descarga y el tiempo de retardo de encendido y estos valores se utilizan para controlar la instalación ajustando la distancia entre los electrodos y la carga de material en función de los mismos.

10 El documento GB 1 284 426 A describe un dispositivo para la trituración electrohidráulica de material con varias disposiciones de electrodos que están dispuestas una detrás de otra en un canal de procesado tubular inclinado. A través de unas toberas laterales se inyecta agua de procesado directamente en cada espacio entre electrodos. El agua de procesado excedente abandona el espacio de procesado a través de un rebosadero. En el extremo inferior del canal de procesado, el material fragmentado se extrae del canal mediante un dispositivo de transporte y a continuación se tamiza. El material grueso que queda sobre el tamiz se alimenta de nuevo al proceso por el extremo superior del canal para continuar su trituración.

15 El documento SU 888 355 A1 describe un dispositivo para fragmentar material mediante descargas de alta tensión, donde, a través de varias aberturas del fondo del recipiente de procesado, se inyecta un líquido de procesado que arrastra el material fragmentado hacia arriba. La corriente del líquido saca del dispositivo el material suficientemente fino, mientras que el material todavía poco triturado se deposita en un tamiz inclinado situado por encima de la zona de procesado y a continuación se alimenta de nuevo al proceso para continuar su trituración.

20 El documento JP 46 026574 B1 describe un dispositivo para el tratamiento de material con una zona de proceso inundada con un líquido de procesado donde se tritura el material.

El documento SU 697 188 A1 describe un dispositivo para la fragmentación electrohidráulica de material mediante descargas de alta tensión, donde una corriente de líquido de procesado arrastra el material fragmentado hacia arriba y lo saca del espacio de procesado. La corriente de líquido libre de la carga de partículas se conduce de vuelta al espacio de procesado.

25 El documento FR 1 341 851 describe dispositivos para la fragmentación electrohidráulica de material donde se introduce un líquido de proceso en el espacio de procesado por medio de una bomba.

30 Sin embargo, incluso con los procedimientos electrodinámicos actualmente conocidos, el rendimiento energético y la capacidad de trituración o debilitamiento de materiales más duros y más frágiles no pueden ser considerados como satisfactorios. Además se ha comprobado que, en los procedimientos actualmente conocidos para fragmentar o predebilitar materiales mediante descargas de alta tensión, en el caso de ciertos materiales, por ejemplo hormigón, después de una acción inicial predominantemente electrodinámica sobre el material se produce rápidamente un cambio a una acción esencialmente electrohidráulica, disminuyendo rápidamente el rendimiento del proceso de trituración o predebilitamiento o, en el peor de los casos, las descargas de alta tensión ni siquiera producen ya trituración o predebilitamiento del material. Debido a este fenómeno, este tipo de procedimientos son actualmente
35 antieconómicos o incluso inútiles para determinados materiales.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Así, existe el objetivo de proporcionar procedimientos y dispositivos para fragmentar o predebilitar materiales mediante descargas de alta tensión que no presenten o al menos que eviten en parte las desventajas del estado actual de la técnica.

40 Este objetivo se resuelve mediante los objetos de las reivindicaciones independientes.

De acuerdo con éstos, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para fragmentar y/o debilitar material, preferentemente materiales rocosos o minerales, mediante descargas de alta tensión. Por el concepto "fragmentación" se entiende una trituración del material y por el concepto "debilitamiento" (también denominado predebilitamiento) se entiende una generación de grietas internas en el material que facilitan una trituración
45 posterior, principalmente mecánica, del material. De acuerdo con este procedimiento, el material a fragmentar o debilitar se introduce junto con un líquido de procesado en un espacio de procesado donde existen dos electrodos enfrentados con una separación, definiendo así un recorrido de descarga de alta tensión dentro del espacio de procesado. El material a fragmentar o debilitar y el líquido de procesado se disponen de tal modo en el espacio que la zona entre los dos electrodos está llena del material a fragmentar o debilitar y de líquido de procesado. Entre los
50 dos electrodos se generan descargas de alta tensión para fragmentar y/o debilitar el material introducido en dicho. Durante la fragmentación o el debilitamiento del material se extrae y se introduce líquido de procesado en espacio de procesado, presentando el líquido de procesado introducido una menor conductancia eléctrica que el extraído. Preferentemente, la conductancia del líquido de procesado introducido oscila entre 0,2 microsiemens por cm y 5.000 microsiemens por cm.

Se ha comprobado que esta medida permite mejorar notablemente el rendimiento energético y la capacidad de trituración de materiales más duros y más frágiles y, en caso de materiales problemáticos, también permite evitar o al menos ralentizar el cambio de una acción electrodinámica a una acción electrohidráulica.

5 De acuerdo con la invención se determinan la conductancia eléctrica del líquido de procesado que se encuentra en el espacio de proceso, la conductancia eléctrica del líquido de procesado extraído del espacio de proceso y/o la resistencia de descarga entre los dos electrodos y, en función de los valores determinados, se modifica, preferentemente se regula, la introducción de líquido de procesado en el espacio de proceso y/o, en su caso, el acondicionamiento del líquido de procesado. De este modo se puede automatizar un control de proceso estable.

10 Preferentemente, la extracción y la introducción del líquido de procesado tienen lugar simultáneamente, ya que esto posibilita la formación de una corriente de enjuague que permite abarcar selectivamente determinadas áreas del espacio de proceso.

Cuando los volúmenes del líquido de proceso introducido y extraído son esencialmente idénticos, lo que también es preferible, se puede evitar, o al menos mantener dentro de unos márgenes estrechos, una fluctuación del nivel de líquido de procesado en el espacio de proceso, lo que es deseable especialmente para procedimientos continuos.

15 La introducción y extracción de líquido de procesado puede realizarse de forma continua o a intervalos, dependiendo del control de proceso. Una introducción y extracción continua simultánea de líquido de procesado tiene la ventaja de posibilitar una corriente de enjuague continua, con estados de conductancia prácticamente estacionarios en la zona del espacio de proceso abarcada por la corriente de enjuague. Si la introducción y extracción simultánea de líquido de procesado se produce a intervalos, también se puede realizar un buen enjuague de determinadas zonas
20 del espacio de proceso con un paso intenso y breve de la corriente y con pequeñas cantidades de sustitución.

No obstante, también está previsto realizar la extracción y la introducción del líquido de procesado desfasadas en el tiempo, produciéndose una notable fluctuación del nivel de líquido en el espacio de proceso. Dependiendo de la configuración geométrica de dicho espacio, esto puede resultar ventajoso para un buen efecto de enjuague. Si en este contexto los volúmenes del líquido de proceso introducido y el líquido de proceso extraído son esencialmente
25 idénticos, lo que también es preferible, el nivel de líquido de procesado en el espacio de proceso fluctúa entre dos niveles de líquido estables.

También está previsto como caso especial extraer primero prácticamente todo el líquido de procesado del espacio de proceso y a continuación introducir en el espacio de proceso preferentemente la misma cantidad de líquido de procesado, interrumpiéndose para ello convenientemente la generación de descargas de alta tensión entre ambos
30 electrodos.

Evidentemente también están previstas variantes en las que la introducción o extracción de líquido de proceso tiene lugar de forma continua y la extracción o introducción tiene lugar a intervalos, con lo que también se produce una fluctuación del nivel de líquido de procesado en el espacio de proceso que, si la cantidad de líquido introducida y la extraída en cada intervalo son idénticas, también oscila entre dos niveles de líquido estables. Dependiendo de la geometría del espacio de proceso y del control de proceso deseado, esto puede tener efectos ventajosos en la mezcla del líquido de procesado presente y del líquido de procesado introducido posteriormente.

En otra forma de realización preferente del procedimiento, el líquido de procesado extraído se somete a un proceso de acondicionamiento donde se reduce su conductancia eléctrica. A continuación, se conduce total o parcialmente de vuelta al espacio de proceso. De este modo, el líquido de procesado extraído del espacio de proceso se puede utilizar de nuevo total o parcialmente como líquido de procesado para el proceso de fragmentación o predebilitamiento en el espacio de proceso.

El acondicionamiento del líquido de proceso se realiza preferentemente mediante eliminación de iones, dilución con líquido de proceso de menor conductancia, retirada de material fino, modificación del pH del líquido de procesado y/o por adición de agentes complejantes. Los especialistas están familiarizados con estas medidas individuales y por tanto aquí no es necesaria una explicación más detallada de las mismas.

Además, en las dos formas de realización del procedimiento anteriormente mencionadas resulta ventajoso que, para producir un circuito de líquido de procesado, el espacio de proceso esté conectado con la entrada y salida de una instalación de preparación de líquido de procesado para reducir la conductancia eléctrica del líquido, y que el líquido de proceso circule en este circuito. En este caso, en un primer lugar del espacio de proceso se extrae líquido de proceso del espacio de proceso y se lleva a la instalación de preparación de líquido. Después se reduce su conductancia eléctrica en la instalación de preparación de líquido de proceso, por ejemplo con las medidas anteriormente mencionadas, y a continuación se lleva de vuelta total o parcialmente al espacio de proceso, en un segundo lugar del espacio de proceso. Este tipo de procedimientos tienen la ventaja de que permiten mantener un consumo muy bajo de líquido de proceso y al mismo tiempo también permiten mantener en un nivel muy bajo la cantidad de residuos que deben evacuarse.

- 5 Preferentemente, en el procedimiento según la invención, la introducción de líquido de procesado en el espacio de proceso tiene lugar de tal modo que resulta una incorporación selectiva del líquido de proceso en la zona de reacción entre los dos electrodos. Por el concepto "zona de reacción" se entiende la zona del espacio de proceso donde tienen lugar normalmente las descargas de alta tensión. De este modo es posible influir de forma determinante en el proceso de fragmentación o debilitamiento incluso con pequeñas cantidades de líquido de procesado introducido. A menudo, la calidad de líquido de procesado en las otras zonas del espacio de proceso es irrelevante o tiene una importancia secundaria, de modo que un enjuague intenso de las mismas no sería de utilidad y únicamente aumentaría el gasto técnico de la instalación.
- 10 También es preferible que la introducción y la extracción del líquido de procesado tenga lugar de modo que el líquido introducido pase a través de la zona de reacción entre los dos electrodos, en particular de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, o desde el centro de la zona de reacción en dirección radial hacia afuera. Un patrón de corriente de este tipo tiene la ventaja de que el líquido de procesado antiguo y las partículas finas contenidas en el mismo son sacados por enjuague de la zona de reacción, y en la zona de reacción queda esencialmente líquido de procesado recién introducido.
- 15 Ventajosamente, la introducción del líquido de procesado en el espacio de proceso tiene lugar a través de uno de los electrodos o a través de los dos electrodos. De este modo se puede prescindir de disposiciones de alimentación independientes.
- 20 En este contexto es preferible que la introducción del líquido de procesado se produzca a través de una o más aberturas de alimentación situadas en la cara frontal de los respectivos electrodos, ventajosamente a través de una abertura de alimentación central y/o a través de varias aberturas de alimentación situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo. Esto tiene la ventaja de que, prácticamente de forma forzosa, se produce una introducción ventajosa del líquido de procesado en el área de la zona de reacción del espacio de proceso.
- 25 Si en este contexto se utilizan uno o dos electrodos en forma de barra y la introducción de líquido de procesado se produce a través de una o más aberturas de alimentación situadas en el perímetro del electrodo correspondiente, en particular a través de varias aberturas de alimentación distribuidas uniformemente en el perímetro del electrodo, lo que es preferible, se obtiene la ventaja consistente en la posibilidad de una introducción muy selectiva del líquido de procesado en la zona de reacción.
- 30 En cualquier caso resulta ventajoso que el suministro de líquido de procesado a las aberturas de alimentación sea a través de un taladro de alimentación central en el electrodo correspondiente, dado que así se pueden utilizar electrodos económicos de construcción sencilla, y además un taladro longitudinal central en un electrodo de alta tensión tiene la menor influencia posible en la conductividad de corriente durante el servicio previsto.
- 35 En otra forma de realización preferente del procedimiento se utilizan uno o dos electrodos rodeados por un aislante. La introducción del líquido de procesado se produce a través del aislante de uno o de los dos electrodos. Esto tiene la ventaja de posibilitar una alimentación cercana al electrodo a través de componentes resistentes al desgaste y no conductores de corriente, de modo que el electrodo de alta tensión propiamente dicho, que debe ser considerado como material fungible, se puede configurar con una construcción sencilla y por ello económica.
- 40 En este contexto también es preferible que la introducción del líquido de procesado sea a través de una o más aberturas de alimentación situadas en la cara frontal del aislante correspondiente, preferentemente a través de varias aberturas de alimentación situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo en el aislante correspondiente, dado que así se posibilita una introducción uniforme en la zona de reacción.
- 45 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la introducción del líquido de procesado tiene lugar a través de una disposición de toberas de alimentación o a través de una ranura anular, que rodean respectivamente el electrodo correspondiente o su aislante.
- 50 En otra forma de realización preferente del procedimiento, se prepara un espacio de proceso en el que los dos electrodos están dispuestos uno por encima del otro, vistos en la dirección de la fuerza de la gravedad, y donde el electrodo inferior está conformado en el fondo del espacio de proceso. Este tipo de espacios de proceso han demostrado ser especialmente adecuados, ya que con una configuración correspondiente se posibilita un transporte por gravedad del material a fragmentar o a debilitar hasta la zona de reacción, y también una extracción por gravedad del material fragmentado o predebilitado de la zona de reacción y del espacio de proceso y, por ello, se puede prescindir de medios de transporte independientes para este fin.
- 55 En este contexto es preferible que la introducción y/o la extracción del líquido de procesado tengan lugar a través de una o más aberturas de extracción en el fondo del espacio de proceso. Esto tiene la ventaja de posibilitar la generación de una corriente de enjuague en el área del fondo que permite extraer del espacio de proceso las partículas finas depositadas en dicha área del fondo. De este modo también es posible extraer del espacio de proceso por gravedad todo el líquido de procesado que se encuentra dentro de dicho espacio de proceso.

- En otra forma de realización preferente del procedimiento, se prepara un espacio de proceso en el que los dos electrodos están dispuestos uno al lado del otro, vistos en la dirección de la fuerza de la gravedad, presentando preferentemente los dos electrodos un aislante y aplicándose a los mismos un potencial diferente al potencial de masa. De este modo se pueden generar descargas de alta tensión esencialmente horizontales entre los electrodos,
- 5 lo que ofrece la posibilidad de aplicar descargas de alta tensión a una corriente de material que atraviesa el espacio de proceso en dirección vertical mediante transporte por gravedad, y a continuación sacar dicha corriente de material de la zona de reacción sin desviarla.
- Preferentemente, para extraer el líquido de proceso del espacio de proceso y para retirar el material fraccionado o debilitado del espacio de proceso se utilizan aberturas diferentes. De este modo se dispone de más libertad en
- 10 cuanto a la configuración del espacio de proceso y a la posible generación de una corriente de enjuague en áreas determinadas.
- También resulta ventajoso que el material fragmentado o debilitado sea retirado a través de una abertura, en particular una abertura central, o a través de varias aberturas de extracción en el fondo del espacio de proceso. Esto tiene la ventaja de que la retirada se realiza por gravedad, sin medios de transporte adicionales.
- 15 En otras configuraciones ventajosas del procedimiento, el material a fragmentar o a debilitar se introduce en el espacio de proceso de forma continua o por lotes, y el material fragmentado o debilitado se extrae del espacio de proceso de forma continua o por lotes. Por ejemplo, está previsto introducir por lotes el material a fragmentar o a debilitar y extraer de forma continua el material fragmentado o debilitado, o a la inversa. Evidentemente también está previsto llevar a cabo de forma continua tanto la introducción como la extracción (servicio continuo puro) o llevar a
- 20 cabo ambas por lotes (servicio por lotes puro). Una o la otra variante pueden resultar ventajosas, dependiendo de la configuración de la instalación y del material a tratar.
- Un segundo aspecto de la invención se refiere a un procedimiento, preferentemente conforme al primer aspecto de la invención, para fragmentar y/o debilitar material, preferentemente materiales rocosos o minerales, mediante descargas de alta tensión. Por el concepto "fragmentación" se entiende una trituración del material y por el concepto
- 25 "debilitamiento" (también denominado predebilitamiento) se entiende una generación de grietas internas en el material que facilitan una trituración posterior, principalmente mecánica, del material. De acuerdo con este procedimiento, el material a fragmentar o debilitar se introduce junto con un líquido de procesado en un espacio de proceso donde hay dos electrodos enfrentados con una separación, formando así un recorrido de descarga de alta tensión dentro del espacio de proceso. El material a fragmentar o debilitar y el líquido de procesado se disponen en
- 30 el espacio de proceso de modo que el área entre los dos electrodos está llena de material a fragmentar o debilitar y líquido de procesado. Entre los dos electrodos se generan descargas de alta tensión para fragmentar y/o debilitar el material introducido en el espacio de proceso. El material a fragmentar o debilitar se introduce en el espacio de proceso de forma continua o por lotes y también se extrae material del espacio de proceso de forma continua o por lotes, y al menos una parte del material extraído del espacio de proceso se introduce de nuevo en el espacio de
- 35 proceso después de haber pasado por un paso de proceso adicional fuera de este espacio de proceso, que incluye un enjuague del material a introducir de nuevo en el espacio de proceso con un primer líquido de enjuague, preferentemente con un primer líquido de enjuague de menor conductancia que el líquido de procesado que se encuentra en el espacio de proceso.
- Se ha comprobado que esta medida permite mejorar notablemente el rendimiento energético y la capacidad de trituración de materiales más duros y más frágiles y, en caso de materiales problemáticos, también permite evitar o
- 40 al menos ralentizar el cambio de una acción electrodinámica a una acción electrohidráulica.
- Aquí, por el concepto "enjuague" se entiende la puesta en contacto del material con el primer líquido de enjuague en el sentido más amplio. Por ejemplo, está previsto introducir el material en una cubeta llena del primer líquido de enjuague o enjuagar el material con el primer líquido de enjuague.
- 45 De acuerdo con la invención se determina la conductancia eléctrica del primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague y a continuación, en función de los valores determinados, se modifica, preferentemente se regula, la introducción del primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague y/o, en su caso, el acondicionamiento del primer líquido de enjuague. De este modo se puede automatizar un control de proceso estable.
- En una realización preferente del procedimiento, en la que el paso de proceso adicional incluye un enjuague del material a introducir de nuevo en el espacio de proceso con un primer líquido de enjuague, preferentemente con un
- 50 primer líquido de enjuague con una conductancia menor que la del líquido de procesado que se encuentra en el espacio de proceso, entre el final del enjuague del material con el primer líquido de enjuague y la reintroducción subsiguiente del material en el espacio de proceso o, de forma especialmente preferente, la aplicación de descargas de alta tensión al material en el espacio de proceso, transcurren menos de 5 minutos, preferiblemente menos de 3
- 55 minutos.
- Principalmente si el primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague es del mismo tipo que el líquido de procesado introducido en el espacio de proceso, preferentemente si es idéntico al mismo, en caso de materiales que

en contacto con el líquido eliminan iones de dicho líquido se logra la ventaja de poder reducir notablemente la carga iónica del líquido de procesado en el espacio de proceso, lo que permite lograr un mejor efecto de fragmentación o debilitamiento.

5 Para ello, en otra forma de realización preferente del procedimiento, el primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague circula en un circuito y se acondiciona de forma continua o temporalmente por eliminación de iones, dilución con líquido de enjuague de menor conductancia, retirada de material fino, modificación de su pH y/o por adición de agentes complejantes.

10 En otra forma de realización preferente del procedimiento, el material extraído del espacio de proceso se divide en material grueso y material fino, preferentemente por tamizado. El material grueso se introduce de nuevo en el espacio de proceso después de haber pasado por el paso de proceso adicional fuera del espacio de proceso. De este modo, especialmente en caso de procedimientos donde se produce una fragmentación del material, la extracción del material fragmentado al tamaño previsto y del material circulante se agrupa y así se simplifica. Preferentemente, la división en material grueso y material fino tiene lugar antes de llevar a cabo el paso de proceso adicional. Esto tiene la ventaja de que únicamente el material que se debe conducir de vuelta al espacio de proceso
15 pasa por el paso de proceso adicional.

20 En este contexto además es preferible que la cantidad de material grueso obtenida mediante la división en material grueso y material fino sea mayor que la cantidad obtenida de material fino, es decir, que la cantidad de material recirculado sea mayor que la cantidad triturada al tamaño previsto. Sobre todo cuando el paso de proceso adicional incluye un enjuague del material que se ha de introducir de nuevo en el espacio de proceso con un líquido de enjuague que es del mismo tipo que el líquido de procesado introducido en el espacio de proceso, preferentemente que es idéntico al mismo, y si se tratan materiales que en contacto con el líquido de proceso eliminan iones de éste, se logra la ventaja de poder reducir adicionalmente la carga iónica del líquido de proceso en el espacio de proceso, ya que así, en un proceso continuo, es posible introducir en el espacio de proceso más material de recirculación "lavado" que material nuevo "no lavado".

25 Un tercer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento, preferentemente conforme al primer o el segundo aspecto de la invención, para fragmentar y/o debilitar material, preferentemente materiales rocosos o minerales, mediante descargas de alta tensión. Por el concepto "fragmentación" se entiende una trituración del material y por el concepto "debilitamiento" (también denominado predebilitamiento) se entiende una generación de grietas internas en el material que facilitan una trituración posterior, principalmente mecánica, del material. De acuerdo con este
30 procedimiento, el material a fragmentar o debilitar se introduce junto con un líquido de procesado en un espacio de proceso donde hay dos electrodos enfrentados con una separación, formando así un recorrido de descarga de alta tensión dentro del espacio de proceso. El material a fragmentar o debilitar y el líquido de procesado se disponen de tal modo en el espacio de proceso que el área entre los dos electrodos está llena de material a fragmentar o debilitar y líquido de procesado. Entre los dos electrodos se generan descargas de alta tensión para fragmentar y/o debilitar
35 el material introducido en el espacio de proceso. Antes de la fragmentación o el predebilitamiento, el material introducido en el espacio de proceso se enjuaga con un segundo líquido de enjuague, preferentemente con un segundo líquido de enjuague con una menor conductancia que la del líquido de procesado que se encuentra en el espacio de proceso durante la fragmentación o debilitamiento.

40 Se ha comprobado que, sobre todo cuando el segundo líquido de enjuague es del mismo tipo que el líquido de procesado introducido en el espacio de proceso, preferentemente cuando es idéntico al mismo, lo que es preferible, y cuando se tratan materiales que en contacto con el líquido eliminan iones de dicho líquido, esta medida permite mejorar notablemente el rendimiento energético y, en caso de materiales problemáticos, también permite evitar o al menos ralentizar el cambio de una acción electrodinámica a una acción electrohidráulica.

45 De acuerdo con la invención se determina la conductancia eléctrica del segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague y, en función de los valores determinados, se modifica, preferentemente se regula, la introducción del segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague y/o, en su caso, el acondicionamiento del segundo líquido de enjuague. De este modo se puede automatizar un control de proceso estable.

50 En una forma de realización preferente, el enjuague con el segundo líquido de enjuague se realiza dentro del espacio de proceso, y en otra realización preferente fuera del espacio de proceso. Aquí, por el concepto "enjuague" se entiende la puesta en contacto del material con el segundo líquido de enjuague en el sentido más amplio. Por ejemplo, está previsto introducir el material en una cubeta llena del segundo líquido de enjuague antes de introducirlo en el espacio de proceso, o enjuagar el material con el segundo líquido de enjuague. También está previsto inundar el espacio de proceso lleno del material a tratar durante un tiempo determinado con el segundo líquido de enjuague antes de generar las descargas de alta tensión y sustituir éste por líquido de procesado antes de
55 la generar las descargas de alta tensión, o alternativamente enjuagar el material introducido en el espacio de proceso con el segundo líquido de proceso antes de introducir el líquido de procesado en el espacio de proceso y de generar las descargas de alta tensión. Evidentemente también están previstas combinaciones así como una carga, inundación y/o enjuague múltiple, por ejemplo también a intervalos entre una aplicación de descargas de alta tensión al material.

- 5 Preferentemente, entre el final del enjuague del material con el segundo líquido de enjuague o, de forma especialmente preferente, la aplicación de descargas de alta tensión al material en el espacio de proceso, transcurren menos de 5 minutos, en particular menos de 3 minutos. Sobre todo si el segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague es del mismo tipo que el líquido de procesado introducido en el espacio de proceso, preferentemente si es idéntico al mismo, en caso de materiales que en contacto con el líquido eliminan iones de dicho líquido, se logra la ventaja de poder reducir adicionalmente la carga iónica del líquido de procesado en el espacio de proceso, ya que se puede evitar esencialmente una nueva concentración de iones en la superficie del material, lo que permite un rendimiento de fragmentación o debilitamiento todavía mejor.
- 10 En otra forma de realización preferente del procedimiento, el segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague circula en un circuito y se acondiciona de forma continua o temporalmente mediante la retirada de iones, dilución con líquido de enjuague de menor conductancia, retirada de material fino, modificación de su pH y/o por adición de agentes complejantes. Los especialistas están familiarizados con estas medidas de acondicionamiento individuales y por tanto aquí no es necesaria una explicación más detallada de las mismas. De este modo se logra la ventaja de poder mantener un consumo muy bajo de segundo líquido de enjuague y al mismo tiempo también es posible mantener en un nivel muy bajo la cantidad de residuos que deben evacuarse.
- 15 Preferentemente, en los procedimientos según el primer, el segundo y el tercer aspecto de la invención se utiliza agua como líquido de procesado. El agua es barata y ha demostrado en la práctica ser muy adecuada para este tipo de procedimientos.
- 20 En los procedimientos según el primer, el segundo y el tercer aspecto de la invención también es preferible utilizar como material a fragmentar y/o a debilitar un mineral de metal precioso o semiprecioso, preferentemente un mineral de cobre o de cobre/oro. Las ventajas de la invención se manifiestan de forma especialmente evidente con este tipo de materiales.
- 25 Además, en los procedimientos según el primer, el segundo y el tercer aspecto de la invención es preferible llevar a cabo una trituración, preferentemente mecánica, del material fragmentado y/o debilitado procedente del procedimiento. Esto es aplicable en particular en caso de procedimientos menos adecuados para la fragmentación que para el debilitamiento del material.
- 30 Un cuarto aspecto de la invención se refiere a un electrodo de alta tensión para un espacio de proceso para llevar a cabo uno de los procedimientos según el primer, el segundo o el tercer aspecto de la invención. El electrodo de alta tensión incluye un cuerpo aislante con un conductor central, preferentemente metálico, en particular de cobre, una aleación de cobre o un acero fino, en cuyo extremo de trabajo, que sobresale en dirección axial del cuerpo aislante, está dispuesta una punta de electrodo que, ventajosamente, tiene forma de casquete esférico o de paraboloide de rotación. En el extremo de trabajo, el conductor central y/o el aislante presentan una o más aberturas de alimentación para introducir líquido de procesado en el espacio de proceso conformado con este electrodo de alta tensión, que desembocan en uno o más canales de alimentación en el electrodo de alta tensión, a través de los cuales dichas aberturas de alimentación pueden ser alimentadas con líquido de procesado, preferentemente agua, desde un lugar alejado del extremo de trabajo, preferentemente desde el extremo opuesto al extremo de trabajo del electrodo de alta tensión. Un electrodo de alta tensión de este tipo tiene la ventaja de que, con su uso, se puede prescindir de disposiciones de alimentación independientes para el líquido de procesado, y de que se produce de forma prácticamente forzosa una introducción del líquido de procesado en el área de la zona de reacción del espacio de proceso, lo que es deseable.
- 35 40 De acuerdo con la invención, el cuerpo aislante está rodeado por otro componente que por sí mismo o junto con el cuerpo aislante constituye una ranura anular frontal. Ésta puede ser alimentada con líquido de procesado, preferentemente agua, desde un lugar alejado del extremo de trabajo, preferentemente desde el extremo opuesto al extremo de trabajo del electrodo de alta tensión. De este modo también es posible una introducción relativamente selectiva del líquido de procesado en la zona de reacción.
- 45 En una forma de realización preferente del electrodo de alta tensión, en su extremo de trabajo el conductor central presenta una o más aberturas de alimentación situadas en la cara frontal para introducir líquido de procesado en el espacio de proceso, en concreto preferentemente una abertura de alimentación central y/o varias aberturas de alimentación situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo. De este modo se posibilita una introducción muy selectiva del líquido de procesado en la zona de reacción.
- 50 También son preferibles formas de realización del electrodo de alta tensión en las que el conductor central presenta, en su extremo de trabajo, una o más aberturas de alimentación situadas en su perímetro, que preferentemente están distribuidas uniformemente en dicho perímetro. De este modo se posibilita una introducción algo más difusa del líquido de procesado en la zona de reacción.
- 55 Dependiendo de la geometría del espacio de proceso que se haya de equipar con el electrodo de alta tensión, puede resultar más ventajosa una u otra variante, o también una combinación de éstas.

Preferentemente, en la zona de salida del cuerpo aislante orientada hacia el extremo de trabajo, en su perímetro exterior el conductor central presenta un reborde radial circunferencial que sirve como descarga de campo. En este contexto es especialmente preferente que la cara frontal de este reborde presente aberturas de alimentación.

5 Si el conductor central presenta un canal de alimentación central para llevar el líquido de procesado a las aberturas de alimentación, lo que es preferible, se obtiene la ventaja de que es posible una construcción económica y sencilla del electrodo de alta tensión. Otra ventaja es que un taladro central en un electrodo de alta tensión tiene la menor influencia posible en la conductividad de corriente durante el servicio previsto.

10 Alternativa o complementariamente, también es preferible que el cuerpo aislante del electrodo de alta tensión, en su superficie frontal orientada hacia el extremo de trabajo, presente una o varias aberturas de alimentación, en concreto preferentemente varias aberturas de alimentación situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo, o que el cuerpo aislante esté rodeado por otro componente que constituya una disposición de toberas de alimentación. Estas aberturas de alimentación y/o toberas pueden ser alimentadas con líquido de procesado, preferentemente agua, desde un lugar alejado del extremo de trabajo, preferentemente desde el extremo opuesto al extremo de trabajo del electrodo de alta tensión. De este modo también es posible una introducción relativamente selectiva del líquido de procesado en la zona de reacción.

15 Un quinto aspecto de la invención se refiere a un espacio de proceso con un electrodo de alta tensión según el cuarto aspecto de la invención para llevar a cabo un procedimiento según el primer, el segundo o el tercer aspecto de la invención.

20 Un sexto aspecto de la invención se refiere a un recipiente de proceso que conforma un espacio de proceso preferentemente cerrado según el quinto aspecto de la invención.

25 Un séptimo aspecto de la invención se refiere a una instalación para la fragmentación y/o el debilitamiento de material, preferentemente materiales rocosos o minerales, mediante descargas de alta tensión. La instalación incluye un recipiente de proceso según el sexto aspecto de la invención y un generador de impulsos de alta tensión para aplicar al electrodo de alta tensión según el cuarto aspecto de la invención con el fin de generar descargas de alta tensión en el espacio de proceso conformado por el recipiente de proceso.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Otras configuraciones, ventajas y aplicaciones de la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción con referencia a las figuras. En este contexto:

- 30 Fig. 1: muestra una sección vertical a través de una parte de un primer recipiente de proceso durante la realización del procedimiento según la invención;
 Fig. 2: muestra una sección vertical a través de una parte de un primer electrodo de alta tensión;
 Fig. 3: muestra una sección vertical a través de una parte de un segundo electrodo de alta tensión;
 Fig. 4: muestra una sección vertical a través de una parte de un tercer electrodo de alta tensión;
 Fig. 5: muestra una sección vertical a través de una parte de un cuarto electrodo de alta tensión;
 35 Fig. 6: muestra una sección vertical a través de una parte de un quinto electrodo de alta tensión según la invención;
 Fig. 7: muestra una sección vertical a través de una parte de un segundo recipiente de proceso;
 Fig. 8: muestra una sección vertical a través de una parte de un tercer recipiente de proceso;
 Fig. 9: muestra una sección vertical a través de un cuarto recipiente de proceso;
 40 Fig. 10: muestra una sección vertical a través de un quinto recipiente de proceso; y
 Fig. 11: muestra una sección vertical a través de un espacio de proceso con dos zonas de reacción.

FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

La Fig. 1 muestra la parte inferior de un primer recipiente de proceso en sección vertical durante la realización de un procedimiento según la invención.

45 Como se puede ver, el recipiente de proceso conforma un espacio de proceso cerrado 2, en cuyo fondo está dispuesto un electrodo 4 conectado a tierra. El espacio de proceso 2 está lleno aproximadamente hasta la mitad (véase el nivel de líquido S) de un líquido de procesado 5, en este caso agua. El fondo en forma de embudo del espacio de proceso 2 está cubierto con una pila de material 1 a fragmentar, en este caso trozos de roca. Un electrodo de alta tensión 3 penetra desde arriba en el espacio de proceso 2.

50 Tal como se puede ver también en la Fig. 2, que muestra la parte delantera del electrodo de alta tensión 3 en una representación en sección detallada, la parte aquí visible del electrodo de alta tensión 3 está formada por un cuerpo aislante 8 con un conductor central 14, en cuyo extremo de trabajo, que sobresale del cuerpo aislante 8 en dirección axial, está dispuesta una punta de electrodo 15 en forma de barra. El conductor central 14, o la punta de electrodo 15 que constituye su extremo de trabajo, presenta en su perímetro exterior, en la zona directamente adyacente a la cara frontal del cuerpo aislante 8 orientada hacia el extremo de trabajo, un reborde radial circunferencial 16 que sirve

- como descarga de campo. La punta de electrodo 15 y el reborde 16 están configurados juntos como una parte intercambiable de una sola pieza de acero fino que está roscada con una rosca interior 19, formada en el extremo de un manguito de dilatación 20, sobre una rosca exterior 21 de un tirante de anclaje 22 que se extiende dentro del conductor central 14, de modo que la cara frontal del reborde 16 orientada hacia el cuerpo aislante 8 se apoya bajo una tensión de presión previa en la cara frontal del conductor central 14 orientada hacia el extremo de trabajo.
- 5 El electrodo de alta tensión 3 entra con su punta de electrodo 15 en la pila de trozos de roca 1 que se encuentra en el fondo del espacio de proceso 2, de modo que entre la cara frontal de la punta 15 del electrodo de alta tensión 3 y la cara frontal del electrodo de fondo 4 queda un espacio (zona de reacción) que está lleno de trozos de roca 1 y líquido de procesado 5.
- 10 En su cara frontal orientada en sentido opuesto al cuerpo aislante 8, el reborde 16 presenta varias aberturas de alimentación 6 para el líquido de procesado 5 situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo, en una división angular uniforme, que son alimentadas de forma continua con líquido de procesado 5 desde el extremo opuesto al extremo de trabajo del electrodo de alta tensión 3 a través de un canal de alimentación central 7, que se extiende por el centro del tirante de anclaje 22 y a través del manguito de dilatación 20 (véanse las flechas). De este modo se introduce de forma continua líquido de procesado fresco en la zona de reacción R, donde se generan las descargas de alta tensión entre el electrodo de fondo y el electrodo de alta tensión 3 aplicando impulsos de alta tensión al electrodo de alta tensión 3, con lo que el líquido de procesado 5 antiguo y las partículas finas son expulsados de la zona de reacción R. Al mismo tiempo se extrae la misma cantidad de líquido de procesado del espacio de proceso 2 a través de aberturas de extracción radiales 12 por encima de la zona de reacción R (véanse las flechas), que es llevada a una instalación de preparación de líquido de procesado (no mostrada) donde se retira la carga de partículas y se reduce la conductancia eléctrica del líquido de procesado 5. El líquido de procesado 5 así preparado se lleva de vuelta al espacio de proceso 2 a través de las aberturas de alimentación 6 del electrodo de alta tensión 3. De este modo se forma un circuito de líquido de procesado que enjuaga continuamente la zona de reacción con líquido de procesado 5 preparado.
- 15 20
- 25 La Fig. 3 muestra una sección vertical a través del extremo de trabajo de un segundo electrodo de alta tensión 3, que sólo se diferencia del mostrado en la Fig. 2 en que las aberturas de alimentación 6 para el líquido de procesado 5 no están situadas en la cara frontal del reborde 16, sino en el perímetro de la punta de electrodo en forma de barra 15.
- 30 La Fig. 4 muestra una sección vertical a través del extremo de trabajo de un tercer electrodo de alta tensión 3, que se diferencia del mostrado en la Fig. 2 en que no hay varias aberturas de alimentación 6 para el líquido de procesado 5 en la cara frontal del reborde 16, sino únicamente una abertura de alimentación central 6 en la cara frontal de la punta de electrodo en forma de barra 15.
- 35 La Figura 5 muestra una sección vertical a través del extremo de trabajo de un cuarto electrodo de alta tensión 3, que se diferencia de los electrodos de alta tensión 3 mostrados en las Fig. 2, 3 y 4 fundamentalmente en que las aberturas de alimentación 6 no están formadas por el conductor central 14 o la punta de electrodo 15, sino por el cuerpo aislante 8, en cuya cara frontal del extremo de trabajo salen varios canales de alimentación 7 formando las aberturas de alimentación 6. En este caso, el conductor central 14 está configurado como una barra metálica maciza y presenta en su perímetro exterior, en el área en la que sale del cuerpo aislante 8 orientada hacia el extremo de trabajo, un reborde radial circunferencial 16 que también actúa aquí como descarga de campo. La punta de electrodo 15 está de nuevo configurada como una parte intercambiable, pero aquí en forma de un perno de dilatación 23 que está roscado con una rosca exterior de extremo 21 en una rosca interior 19 del conductor central 14 y que se apoya en la cara frontal del conductor central 14 bajo una tensión de presión previa mediante una tuerca 24 roscada en su extremo que constituye la punta de electrodo 15.
- 40
- 45 La Fig. 6 muestra una sección vertical a través del extremo de trabajo de un quinto electrodo de alta tensión 3, que se diferencia del mostrado en la Fig. 5 en que el cuerpo aislante 8 del electrodo 3 está rodeado por un componente en forma de casquillo 17 que cubre una parte de su superficie frontal orientada hacia el extremo de trabajo y que constituye, junto con el cuerpo aislante 8, una ranura anular frontal 10 que puede ser alimentada con líquido de procesado desde el extremo opuesto al extremo de trabajo del electrodo de alta tensión 3 a través de los canales de alimentación 7.
- 50 En este caso, la punta de electrodo 15 está formada por una tuerca ciega 25, que está fijada mediante un perno de dilatación 23 roscado en la misma, en un agujero ciego roscado de la cara frontal del conductor central 14, y que está apoyada en esta cara frontal del conductor central 14 bajo una tensión de presión previa. Como se puede observar, otra diferencia con respecto al electrodo de alta tensión mostrado en la Fig. 5 es que el conductor central 14 no presenta aquí ningún reborde en el área en la que sale del cuerpo aislante 8.
- 55 La Fig. 7 muestra la parte inferior de un segundo recipiente de proceso en sección vertical. El recipiente de proceso aquí mostrado sólo se diferencia del recipiente de proceso mostrado en la Fig. 1 en que no incluye un electrodo de alta tensión con aberturas de alimentación para introducir el líquido de procesado, sino una disposición de toberas de alimentación 9 que están dispuestas distribuidas uniformemente por encima de la zona de reacción en las

paredes delimitadoras del recipiente de proceso y que, durante el servicio previsto, generan en cada caso un chorro de líquido de procesado dirigido al electrodo de fondo 4 (véanse las flechas). La extracción del líquido de procesado durante el servicio previsto tiene lugar, como en el recipiente de proceso de la Fig. 1, a través de aberturas de extracción radiales 12 por encima de la zona de reacción R (véanse las flechas).

5 La Fig. 8 muestra la parte inferior de un tercer recipiente de proceso en sección vertical. En el recipiente de proceso aquí mostrado, la introducción de líquido de procesado durante el servicio previsto tiene lugar desde arriba, a través de aberturas de alimentación (no mostradas). El electrodo de fondo 4 está soportado por un suelo perforado 26 a través del cual, durante el servicio previsto, se lleva líquido de procesado al fondo de recipiente de proceso 27 propiamente dicho, siendo extraído dicho líquido a través de una abertura de extracción central 12. El electrodo de alta tensión 3 es esencialmente idéntico al del recipiente de proceso de la Fig. 7.

10 La Fig. 9 muestra un cuarto recipiente de proceso en sección vertical. Como se puede observar, en este caso el recipiente de proceso configura un espacio de proceso 2 abierto hacia arriba, en cuyo fondo configurado en forma de embudo está dispuesto un electrodo de fondo 4 que presenta un taladro de extracción central 13 para el material triturado al tamaño previsto. Un electrodo de alta tensión 3 en forma de barra, que consiste en un cuerpo aislante 8 con un conductor central 14 en cuyo extremo de trabajo, que sobresale del cuerpo aislante en dirección axial, está dispuesta una punta de electrodo en forma de barra, entra en el espacio de proceso 2 desde arriba. El conductor central 14, o la punta de electrodo 15 que constituye el extremo de trabajo de éste, presenta en su perímetro exterior, en la zona directamente adyacente a la cara frontal del cuerpo aislante 8 orientada hacia el extremo de trabajo, un reborde radial circunferencial 16 que sirve como descarga de campo. En un lugar cercano a electrodo de fondo 4, el fondo del recipiente de proceso presenta una tobera 11 para la introducción de líquido de procesado, con el que, durante el servicio previsto, se genera una corriente de líquido de procesado dirigida a la zona de reacción (véase la flecha). En una posición opuesta, el fondo del recipiente de proceso presenta una abertura de extracción 12 para líquido de procesado (véase la flecha).

15 La Fig. 10 muestra un quinto recipiente de proceso en sección vertical, que sólo se diferencia del recipiente de proceso mostrado en la Fig. 9 en que no incluye una tobera de fondo para introducir el líquido de procesado, sino un electrodo de alta tensión 3 con aberturas de alimentación 6 (véanse las flechas). En lo que respecta a la disposición de las aberturas de alimentación 6, este electrodo de alta tensión 3 es idéntico al electrodo de alta tensión mostrado en las Fig. 1 y 2.

20 La Fig. 11 muestra una sección vertical muy esquematizada a través de un espacio de proceso 2 con dos zonas de reacción R independientes de una instalación para debilitar trozos de minerales. En el espacio de proceso 2 está dispuesto un platillo de tamiz oscilante 28 que presenta dos superficies de electrodo 4 conectadas a tierra. Por encima de cada una de las superficies de electrodo 4 está dispuesto un electrodo de alta tensión 3 en forma de barra a una distancia vertical en cada caso, cuya construcción es similar a la del mostrado en las Fig. 7 y 8. El espacio de proceso 2 está lleno de líquido de procesado 5 hasta media altura (véase el nivel de líquido S).

25 Durante el servicio previsto, los trozos de mineral a debilitar son transportados por debajo de los electrodos de alta tensión 3 mediante un movimiento de oscilación del platillo de tamiz oscilante 28 de derecha a izquierda, mientras entre los electrodos de alta tensión 3 y las respectivas superficies de electrodos 4 dispuestas debajo de los mismos se generan descargas de alta tensión. En cada caso, el área en la que se producen las descargas de alta tensión (zona de reacción R) se alimenta con el líquido de procesado 5 a través de toberas de enjuague 18 (véanse las flechas). Al mismo tiempo se extrae la misma cantidad de líquido de procesado 5 a través de una abertura de extracción 12 del espacio de proceso 2 (véanse las flechas), que es llevada a una instalación de preparación de líquido de procesado (no mostrada) donde se prepara dicho líquido y se reduce su conductancia eléctrica. El líquido de procesado 5 así preparado se introduce en el espacio de proceso 2 a través de las toberas de enjuague 18. De ese modo, aquí también se forma un circuito de líquido de procesado con el que se enjuagan continuamente las zonas de reacción R con líquido de procesado 5 preparado.

30 Si bien en la presente solicitud se describen realizaciones preferentes de la invención, se ha de señalar claramente que la invención no se limita a las mismas y que también se puede realizar de otro modo dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material (1), en particular material rocoso (1) o minerales, mediante descargas de alta tensión, que incluye los siguientes pasos:
 - 5 a) preparar un espacio de proceso (2) con un recorrido de descarga de alta tensión configurado entre dos electrodos (3, 4) opuestos entre sí con una distancia entre electrodos;
 - b) introducir el material (1) a fragmentar o a predebilitar y un líquido de procesado (5) en el espacio de proceso (2) de modo que, durante la operación de fragmentación o predebilitamiento prevista, el área entre los dos electrodos está llena de material (1) a fragmentar o predebilitar y líquido de procesado (5); y
 - 10 c) fragmentar o predebilitar el material (1) en el espacio de proceso (2) de generando descargas de alta tensión entre los dos electrodos (3, 4),
y donde, durante la fragmentación o el predebilitamiento del material (1), se extrae líquido de procesado (5) del espacio de proceso (2) y se introduce líquido de procesado (5) en el espacio de proceso (2), presentando el líquido de procesado (5) introducido una menor conductancia eléctrica que el líquido de procesado (5) extraído,
 - 15 caracterizado porque se determina la conductancia eléctrica del líquido de procesado (5) que se encuentra en el espacio de proceso, la conductancia eléctrica del líquido de procesado (5) extraído del espacio de proceso (2) y/o la resistencia de descarga entre los dos electrodos (3, 4) y, en función de los valores determinados, se modifica, en particular se regula, la introducción de líquido de procesado (5) en el espacio de proceso y/o, en su caso, el acondicionamiento del líquido de procesado (5).
 - 20
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que la conductancia del líquido de procesado (5) introducido oscila entre 0,2 microsiemens por cm y 5.000 microsiemens por cm.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la extracción y la introducción del líquido de procesado (5) tienen lugar de forma simultánea.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que los volúmenes del líquido de procesado introducido y extraído son esencialmente idénticos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la introducción y/o extracción de líquido de procesado (5) tiene lugar de forma continua o a intervalos.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el líquido de procesado (5) extraído se somete a un proceso de acondicionamiento donde se reduce su conductancia eléctrica, y a continuación se conduce total o parcialmente de vuelta al espacio de proceso (2).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que el líquido de proceso (5) se acondiciona mediante la retirada de iones, dilución con líquido de procesado de menor conductancia, retirada de material fino, modificación del pH del líquido de procesado y/o por adición de agentes complejantes.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado por que, para producir un circuito de líquido de procesado, el espacio de proceso (2) está conectado con la entrada y la salida de una instalación de preparación de líquido de procesado, para reducir la conductancia eléctrica del líquido de procesado (5), y el líquido de proceso circula en este circuito, ya que en un primer lugar del espacio de proceso (2) se extrae líquido de procesado (5) del espacio de proceso y se lleva a la instalación de preparación de líquido de procesado, después se reduce su conductancia eléctrica en la instalación de preparación de líquido de procesado y a continuación se lleva de vuelta total o parcialmente al espacio de proceso (2) en un segundo lugar del espacio de proceso (2).
- 40
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la introducción de líquido de procesado (5) tiene lugar de modo que resulta una incorporación selectiva del líquido de procesado (5) en la zona de reacción (R) entre los dos electrodos (3, 4).
- 45
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la introducción y la extracción de líquido de procesado (5) tiene lugar de modo que el líquido de procesado (5) introducido pasa a través de la zona de reacción entre los dos electrodos (3, 4), en particular de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, o desde el centro de la zona de reacción (R) en dirección radial hacia afuera.
- 50 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que se produce una introducción de líquido de procesado (5) a través de uno de los electrodos (3, 4) o a través de los dos electrodos (3, 4).

12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado porquese produce una introducción de líquido de procesado (5) a través de una o más aberturas de alimentación (6, 9, 10, 11) situadas en la cara frontal del electrodo correspondiente, en particular a través de una abertura de alimentación central y/o a través de varias aberturas de alimentación situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo.
- 5 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado porquese utilizan uno o dos electrodos (3) en forma de barra y porque tiene lugar una introducción de líquido de procesado (5) a través de una o más aberturas de alimentación (6, 9, 10, 11) situadas en el perímetro del electrodo (3) correspondiente, en particular a través de varias aberturas de alimentación distribuidas uniformemente en el perímetro del electrodo.
- 10 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 13, caracterizado porquese el suministro de líquido de procesado (5) a las aberturas de alimentación (6, 9, 10, 11) se produce a través de un taladro de alimentación central (7) en el electrodo (3) correspondiente.
- 15 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se utilizan uno o dos electrodos (3) rodeados por un aislante (8) y en porque una introducción de líquido de procesado (5) se produce a través del aislante (8) de uno o de los dos electrodos (3).
16. Procedimiento según la reivindicación 15, caracterizado porqueuna introducción de líquido de procesado (5) tiene lugar a través de una o más aberturas de alimentación (6, 9, 10, 11) situadas en la cara frontal del aislante (8) correspondiente, en particular a través de varias aberturas de alimentación (6, 9, 10, 11) situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo en el aislante (8) correspondiente.
- 20 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porquese produce una introducción de líquido de procesado (5) a través de una disposición de toberas de alimentación (9) que rodean el electrodo correspondiente (3, 4) o el aislante (8) del mismo.
18. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porquetiene lugar una introducción de líquido de proceso (5) a través de una ranura anular (10) que rodea el electrodo correspondiente (3) o el aislante (8) del mismo.
- 25 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porquese prepara un espacio de proceso (2) donde los dos electrodos (3, 4) están dispuestos uno por encima del otro, vistos en la dirección de la fuerza de la gravedad, y porque el electrodo inferior (4) está formado en el fondo del espacio de proceso (2).
- 30 20. Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porquela introducción de líquido de procesado (5) tiene lugar a través de una o más aberturas de alimentación (11) en el fondo del espacio de proceso (2).
21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 19 a 20, caracterizado porquela extracción de líquido de procesado (5) tiene lugar a través de una o más aberturas de extracción (12) en el fondo del espacio de proceso (2).
- 35 22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 18, caracterizado porquese prepara un espacio de proceso donde los dos electrodos están dispuestos uno al lado del otro, vistos en la dirección de la fuerza de la gravedad, y porque los dos electrodos presentan un aislante y sobre los mismos se aplica un potencial diferente al potencial de masa.
- 40 23. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porquepara extraer líquido de procesado (5) del espacio de proceso (2) y para retirar material (1) fraccionado o predebilitado del espacio de proceso (2) se utilizan aberturas (12; 13) diferentes.
24. Procedimiento según una de las reivindicaciones 19 a 23, caracterizado porqueel material fragmentado o predebilitado se retira a través de una abertura, en particular una abertura de extracción central, o a través de varias aberturas de extracción (13) en el fondo del espacio de proceso (2).
- 45 25. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porqueel material (1) a fragmentar o a predebilitar se introduce en el espacio de proceso (2) de forma continua o por lotes, y el material fragmentado o predebilitado se extrae del espacio de proceso (2) de forma continua o por lotes.
- 50 26. Procedimiento, en particular según una de las reivindicaciones anteriores, para fragmentar y/o predebilitar material (1), en particular materiales rocosos o minerales, mediante descargas de alta tensión, que incluye los pasos de:

- 5
- a) preparar un espacio de proceso (2) con un recorrido de descarga de alta tensión configurado entre dos electrodos (3, 4) opuestos entre sí con una distancia entre electrodos;
 - b) introducir el material (1) a fragmentar o a predebilitar y un líquido de procesado (5) en el espacio de proceso (2) de modo que, durante la operación de fragmentación o predebilitamiento prevista, el área entre los dos electrodos (3, 4) está llena de material (1) a fragmentar o predebilitar y líquido de procesado (5); y
 - c) fragmentar o predebilitar el material (1) en el espacio de proceso (2) generando descargas de alta tensión entre los dos electrodos (3, 4),
- 10 donde el material (1) a fragmentar o a predebilitar se introduce en el espacio de proceso (2) de forma continua o por lotes, y también se extrae material del espacio de proceso (2) de forma continua o por lotes, y donde al menos una parte del material (1) extraído del espacio de proceso (2) se introduce de nuevo en el espacio de proceso (2) después de haber pasado por un paso de proceso adicional fuera del espacio de proceso (2), incluyendo el paso de proceso adicional un enjuague del material a introducir de nuevo en el espacio de proceso (2) con un primer líquido de enjuague, en particular con un primer líquido de enjuague que presenta una menor conductancia que el líquido de procesado que se encuentra en el espacio de proceso,

15 caracterizado porque se determina la conductancia eléctrica del primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague y, en función de los valores determinados, se modifica, en particular se regula, la introducción del primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague y/o, en su caso, el acondicionamiento del primer líquido de enjuague.

20 **27.** Procedimiento según la reivindicación 26, caracterizado porque entre el final del enjuague del material con el primer líquido de enjuague y la reintroducción subsiguiente del material en el espacio de proceso (2), o la aplicación de descargas de alta tensión al material en el espacio de proceso (2), transcurren menos de 5 minutos, en particular menos de 3 minutos.

25 **28.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 26 a 27, caracterizado porque el primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague es del mismo tipo que el líquido de procesado (5) introducido en el espacio de proceso (2), en particular es idéntico al mismo.

30 **29.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 26 a 28, caracterizado porque el primer líquido de enjuague utilizado para el enjuague circula en un circuito y se acondiciona de forma continua o temporalmente mediante la retirada de iones, dilución con líquido de enjuague de menor conductancia, retirada de material fino, modificación de su pH y/o por adición de agentes complejantes.

35 **30.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 26 a 29, caracterizado porque el material extraído del espacio de proceso (2) se divide en material grueso y material fino, en particular por tamizado, y únicamente el material grueso se introduce de nuevo en el espacio de proceso (2).

40 **31.** Procedimiento según la reivindicación 30, caracterizado porque la cantidad de material grueso obtenida mediante la división en material grueso y material fino es mayor que la cantidad obtenida de material fino.

32. Procedimiento, en particular según una de las reivindicaciones anteriores, para fragmentar y/o predebilitar material (1), en particular materiales rocosos o minerales, mediante descargas de alta tensión, que incluye los pasos de:

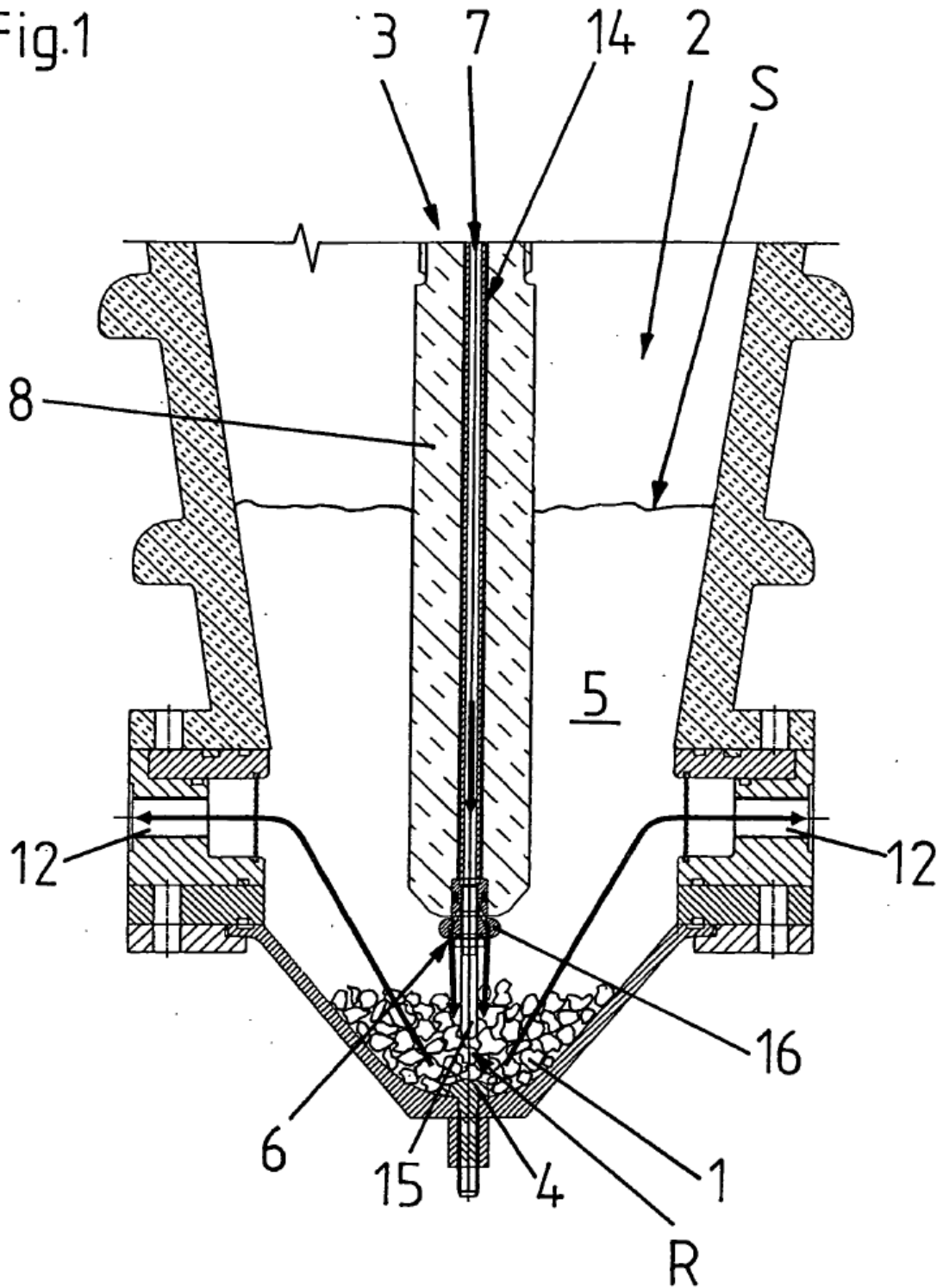
- 45
- a) preparar un espacio de proceso (2) con un recorrido de descarga de alta tensión configurado entre dos electrodos (3, 4) opuestos entre sí con una distancia entre electrodos;
 - b) introducir el material (1) a fragmentar o a predebilitar y un líquido de procesado (5) en el espacio de proceso (2) de modo que, durante la operación de fragmentación o predebilitamiento prevista, el área entre los dos electrodos (3, 4) está llena de material (1) a fragmentar o predebilitar y líquido de procesado (5); y
 - c) fragmentar o predebilitar el material (1) en el espacio de proceso (2) generando descargas de alta tensión entre los dos electrodos (3, 4),
- 50 donde, antes de la fragmentación o el predebilitamiento, el material (1) introducido en el espacio de proceso (2) se enjuaga con un segundo líquido de enjuague, en particular con un segundo líquido de enjuague con una menor conductancia que la del líquido de procesado (5) que se encuentra en el espacio de proceso (2) durante la fragmentación o el predebilitamiento,

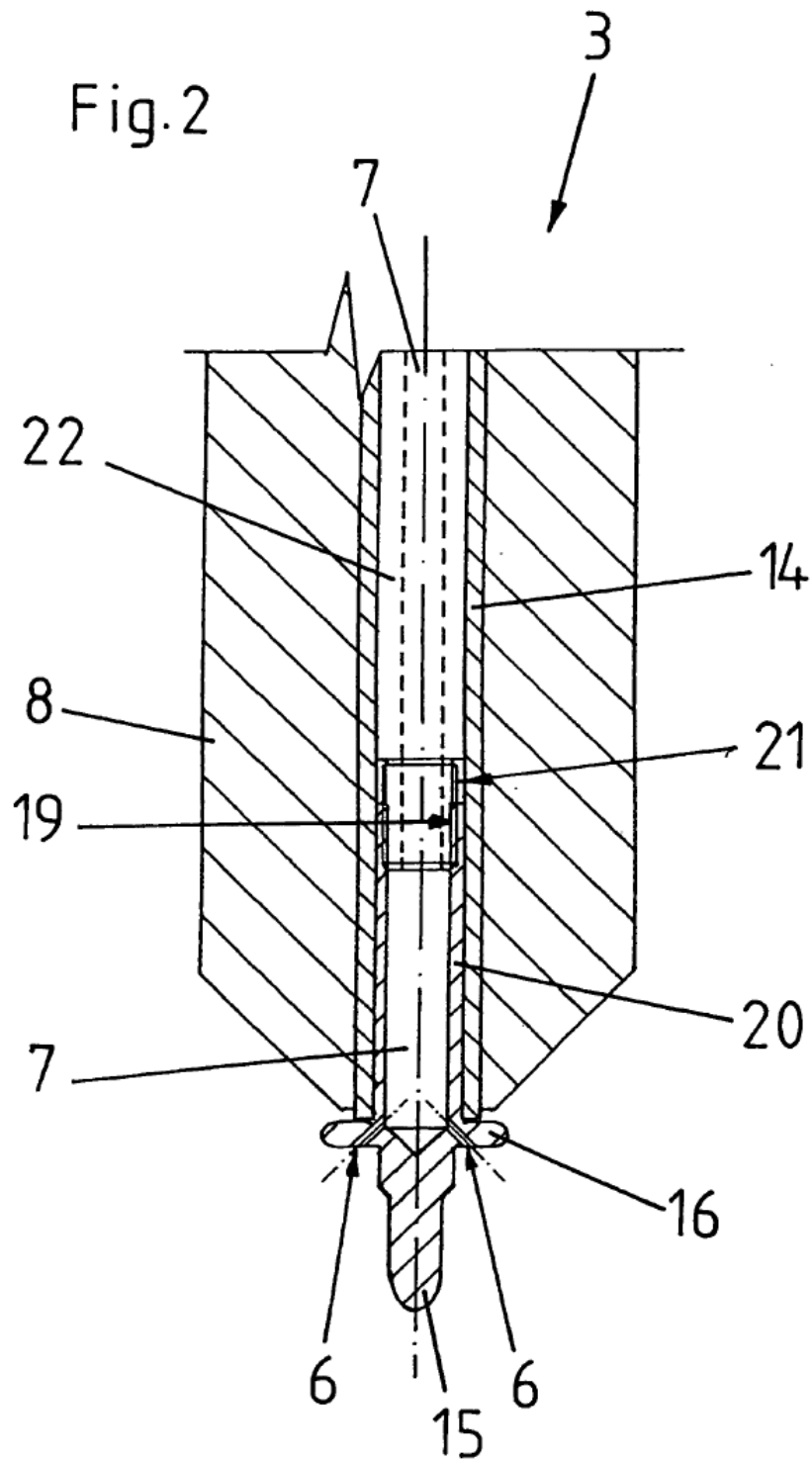
55 caracterizado porque se determina la conductancia eléctrica del segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague y, en función de los valores determinados, se modifica, en particular se regula, la introducción del segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague y/o, en su caso, el acondicionamiento del segundo líquido de enjuague.

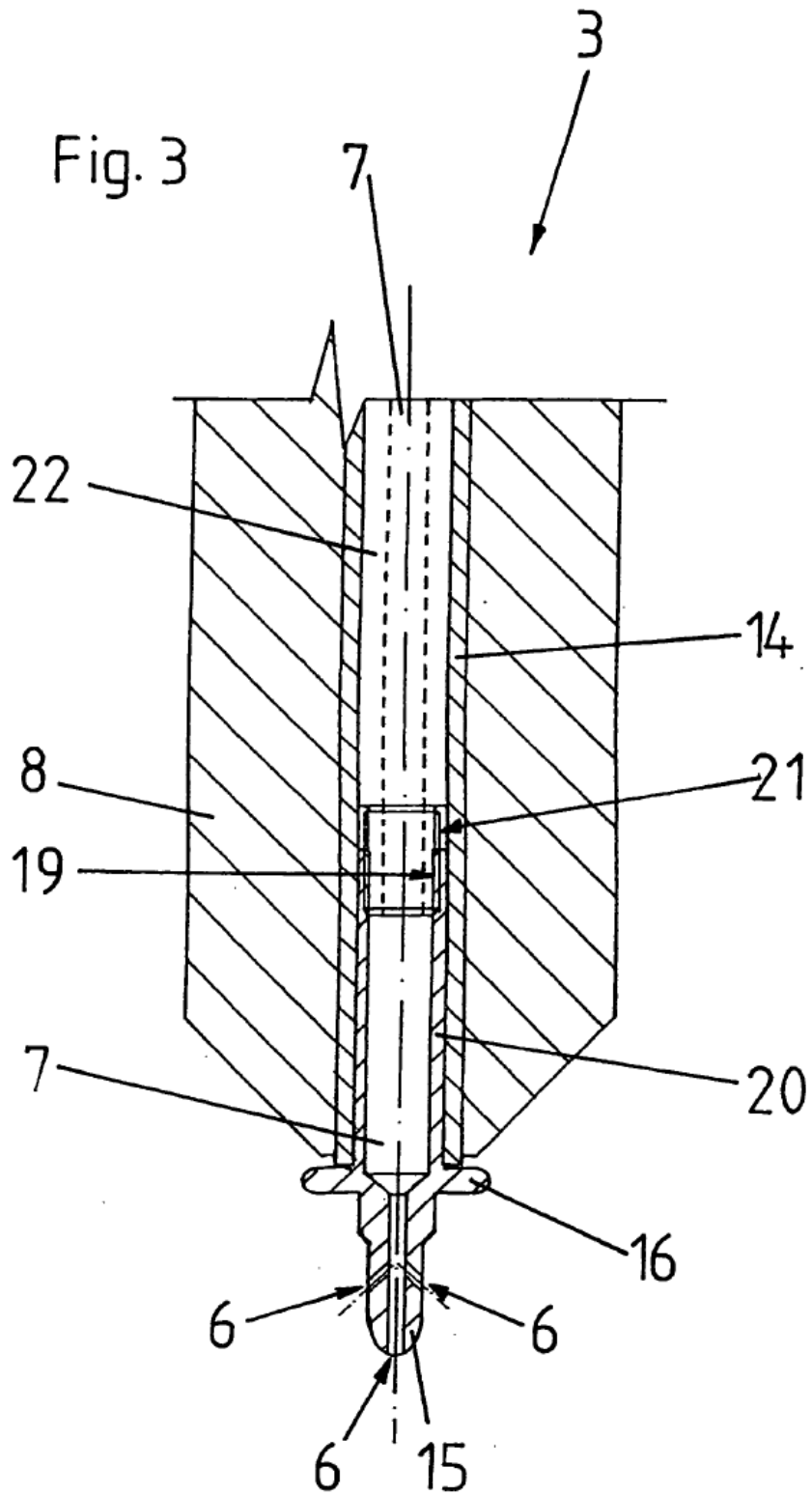
33. Procedimiento según la reivindicación 32, caracterizado porque el enjuague con el segundo líquido de enjuague tiene lugar dentro o fuera del espacio de proceso (2).
- 5 34. Procedimiento según la reivindicación 33, caracterizado porque el enjuague con el segundo líquido de enjuague tiene lugar dentro o fuera del espacio de proceso (2) y porque, entre el final del enjuague del material con el segundo líquido de enjuague y la introducción del material en el espacio de proceso (2) o la aplicación de descargas de alta tensión al material en el espacio de proceso, transcurren menos de 5 minutos, en particular menos de 3 minutos.
- 10 35. Procedimiento según una de las reivindicaciones 32 a 34, caracterizado porque, en el que el segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague es del mismo tipo que el líquido de procesado (5) que se encuentra en el espacio de proceso (2) durante la fragmentación o el predebilitamiento, en particular es idéntico al mismo.
- 15 36. Procedimiento según una de las reivindicaciones 32 a 35, caracterizado porque el segundo líquido de enjuague utilizado para el enjuague circula en un circuito y se acondiciona de forma continua o temporalmente mediante la retirada de iones, dilución con líquido de enjuague de menor conductancia, retirada de material fino, modificación de su pH y/o por adición de agentes complejantes.
- 20 37. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se utiliza agua como líquido de procesado.
38. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, como material (1) a fragmentar y/o a debilitar, se utiliza un mineral de metal precioso o semiprecioso, en particular un mineral de cobre o un mineral de cobre/oro.
- 25 39. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se lleva a cabo una trituración, en particular mecánica, del material fragmentado y/o debilitado procedente del procedimiento.
- 30 40. Electrodo de alta tensión (3) para un espacio de proceso (2) para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que incluye un cuerpo aislante (8) con un conductor central (14) en cuyo extremo de trabajo, que sobresale en dirección axial del cuerpo aislante (8), está dispuesta una punta de electrodo (15), y en el que el conductor central (14) y/o el aislante (8) presentan en el extremo de trabajo una o más aberturas de alimentación (6, 9, 10, 11) que desembocan en uno o más canales de alimentación (7), a través de los cuales dichas aberturas de alimentación pueden ser alimentadas con líquido de procesado (5), en particular agua, desde un lugar alejado del extremo de trabajo, en particular desde el extremo opuesto al extremo de trabajo del electrodo de alta tensión (3),
- caracterizado porque el cuerpo aislante (8) está rodeado por otro componente (17) que por sí mismo o junto con el cuerpo aislante (8) constituye una ranura anular frontal (10), que puede ser alimentada con líquido de procesado (5), en particular agua, desde un lugar alejado del extremo de trabajo, en particular desde el extremo opuesto al extremo de trabajo.
- 35 41. Electrodo de alta tensión (3) según la reivindicación 40, caracterizado porque el conductor central (14) presenta en su extremo de trabajo una o más aberturas de alimentación (6) situadas en la cara frontal, en particular una abertura de alimentación central (6) y/o varias aberturas de alimentación (6) situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo.
- 40 42. Electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 41, caracterizado porque el conductor central presenta en su perímetro exterior, en la zona de salida del cuerpo aislante (8) orientada hacia el extremo de trabajo, un reborde radial circunferencial (16), presentando en particular la cara frontal de este reborde (16) aberturas de alimentación (6).
- 45 43. Electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 42, caracterizado porque el conductor central presenta en el extremo de trabajo una o varias aberturas de alimentación situadas en su perímetro, que están distribuidas en particular de modo uniforme en dicho perímetro.
44. Electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 43, caracterizado porque el conductor central (14) presenta un canal de alimentación central (7) para llevar el líquido de procesado (5) a las aberturas de alimentación (6).
- 50 45. Electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 44, caracterizado porque el cuerpo aislante (8) presenta en su superficie frontal orientada hacia el extremo de trabajo una o varias aberturas de alimentación (6), en particular varias aberturas de alimentación (6) situadas concéntricamente alrededor del centro del electrodo.

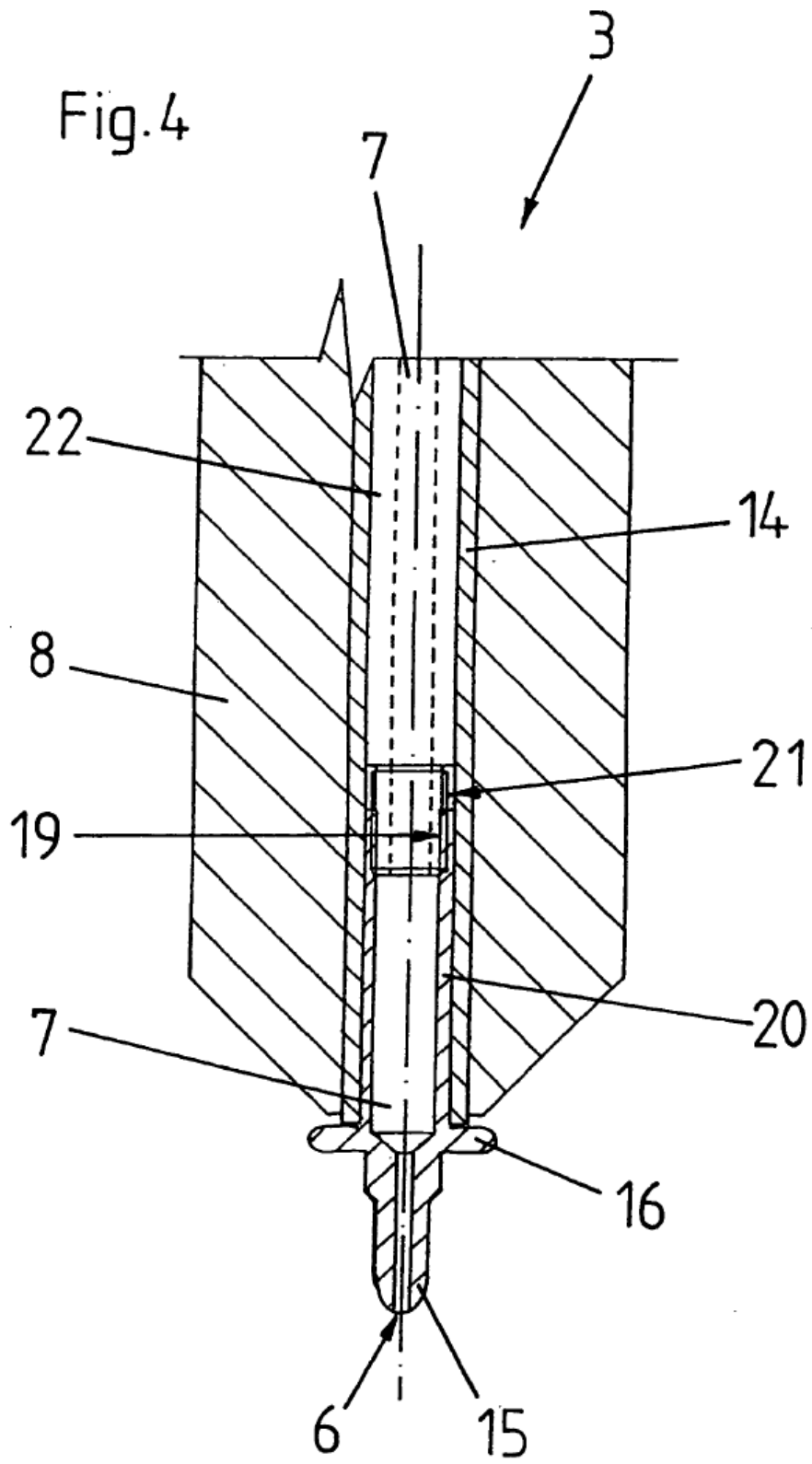
46. Electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 45, caracterizado porque el cuerpo aislante (8) está rodeado por otro componente que constituye una disposición de toberas de alimentación, que pueden ser alimentadas con líquido de procesado, en particular agua, desde un lugar alejado del extremo de trabajo, en particular desde el extremo opuesto al extremo de trabajo.
- 5 47. Electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 46, caracterizado porque la punta de electrodo (15) tiene forma de casquete esférico o de paraboloides de rotación.
48. Electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 47, caracterizado porque el conductor central (14) es metálico, en particular de cobre, una aleación de cobre o un acero fino.
- 10 49. Espacio de proceso (2) con un electrodo de alta tensión (3) según una de las reivindicaciones 40 a 48 para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 39.
50. Recipiente de proceso que conforma un espacio de proceso, en particular cerrado, según la reivindicación 49.
- 15 51. Instalación para la fragmentación y/o el debilitamiento de material (1), en particular materiales rocosos o minerales, mediante descargas de alta tensión, que incluye un recipiente de proceso según la reivindicación 50 y un generador de impulsos de alta tensión para generar descargas de alta tensión en el espacio de proceso (2) conformado por el recipiente de proceso.

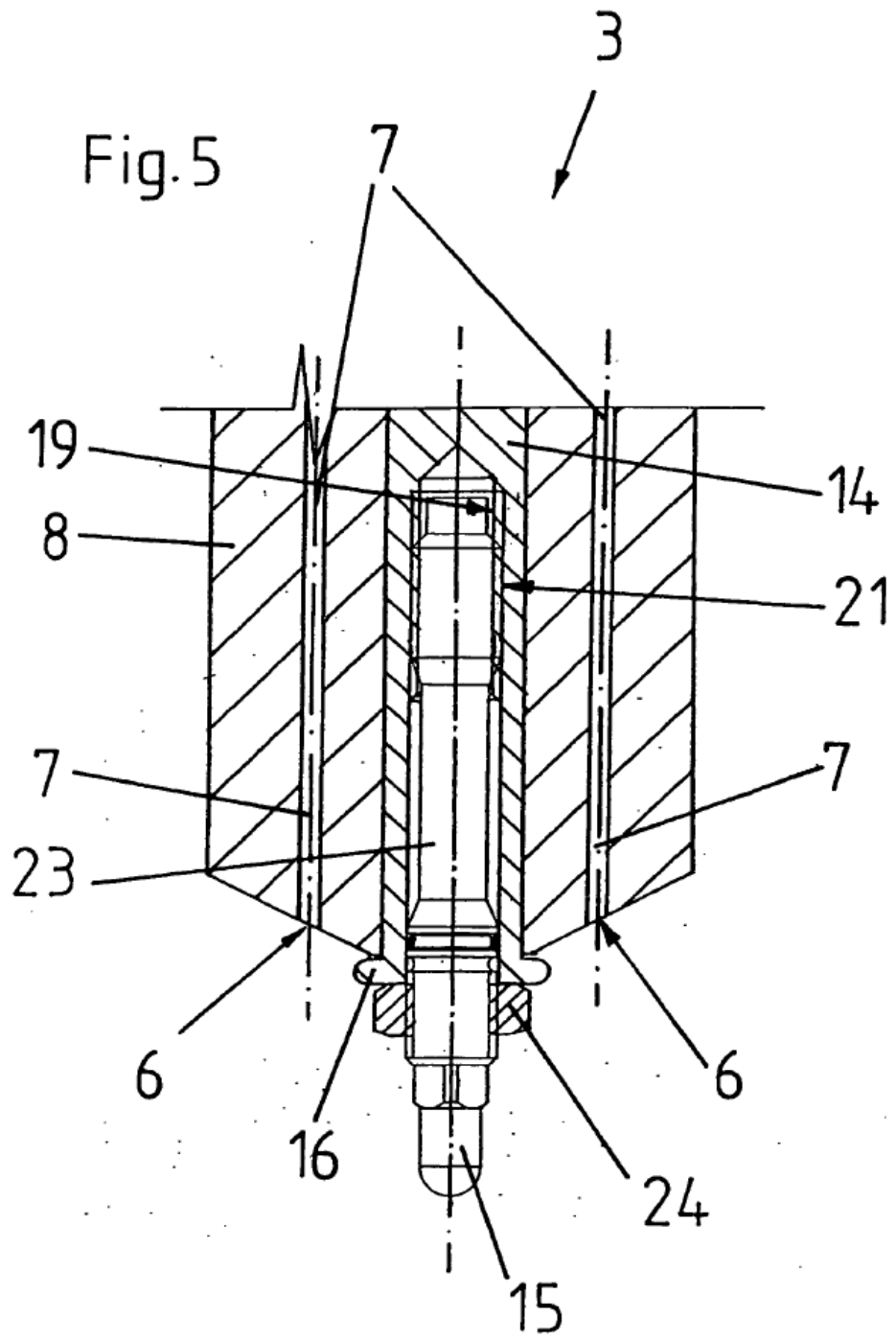
Fig.1











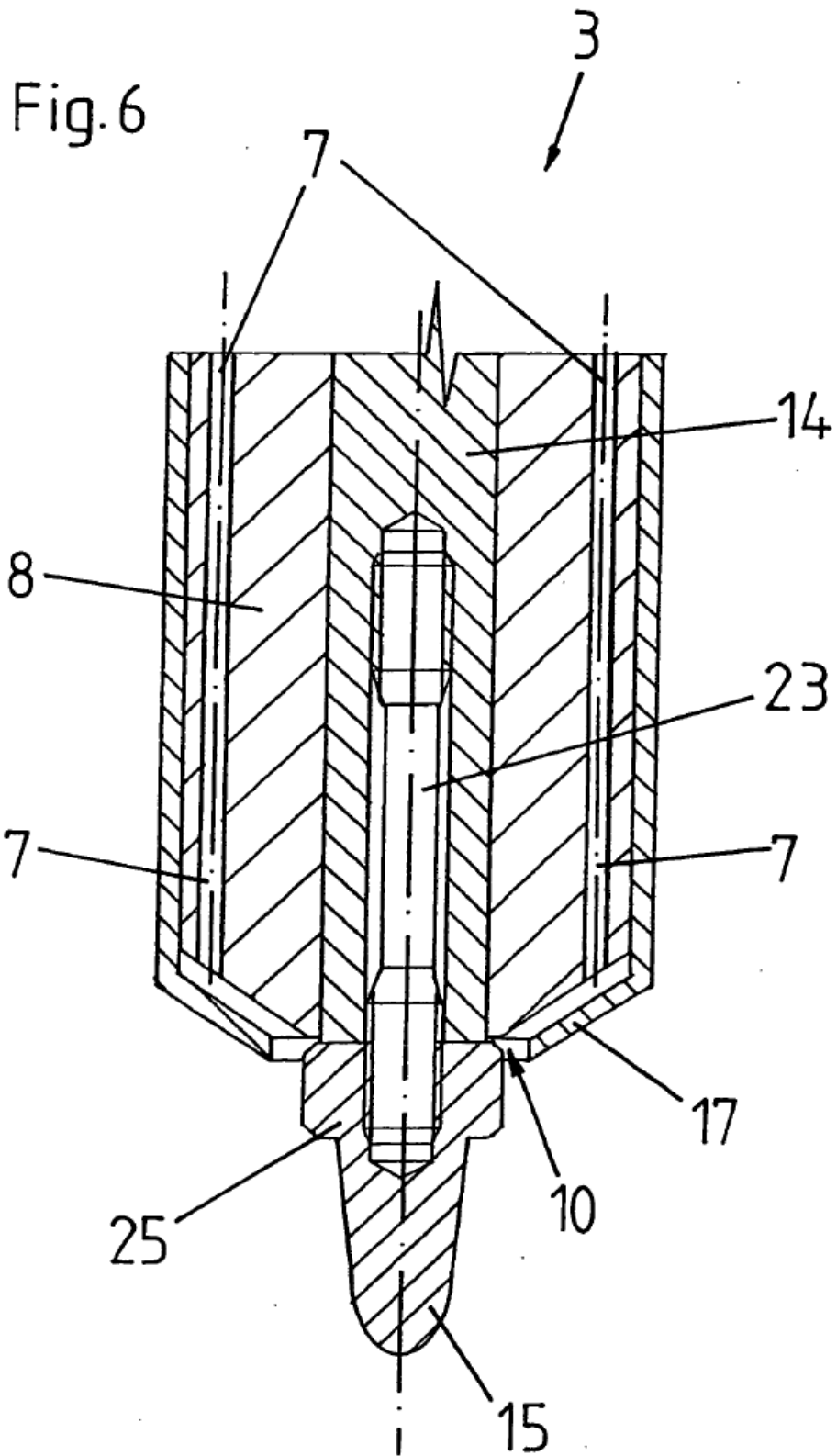


Fig.7

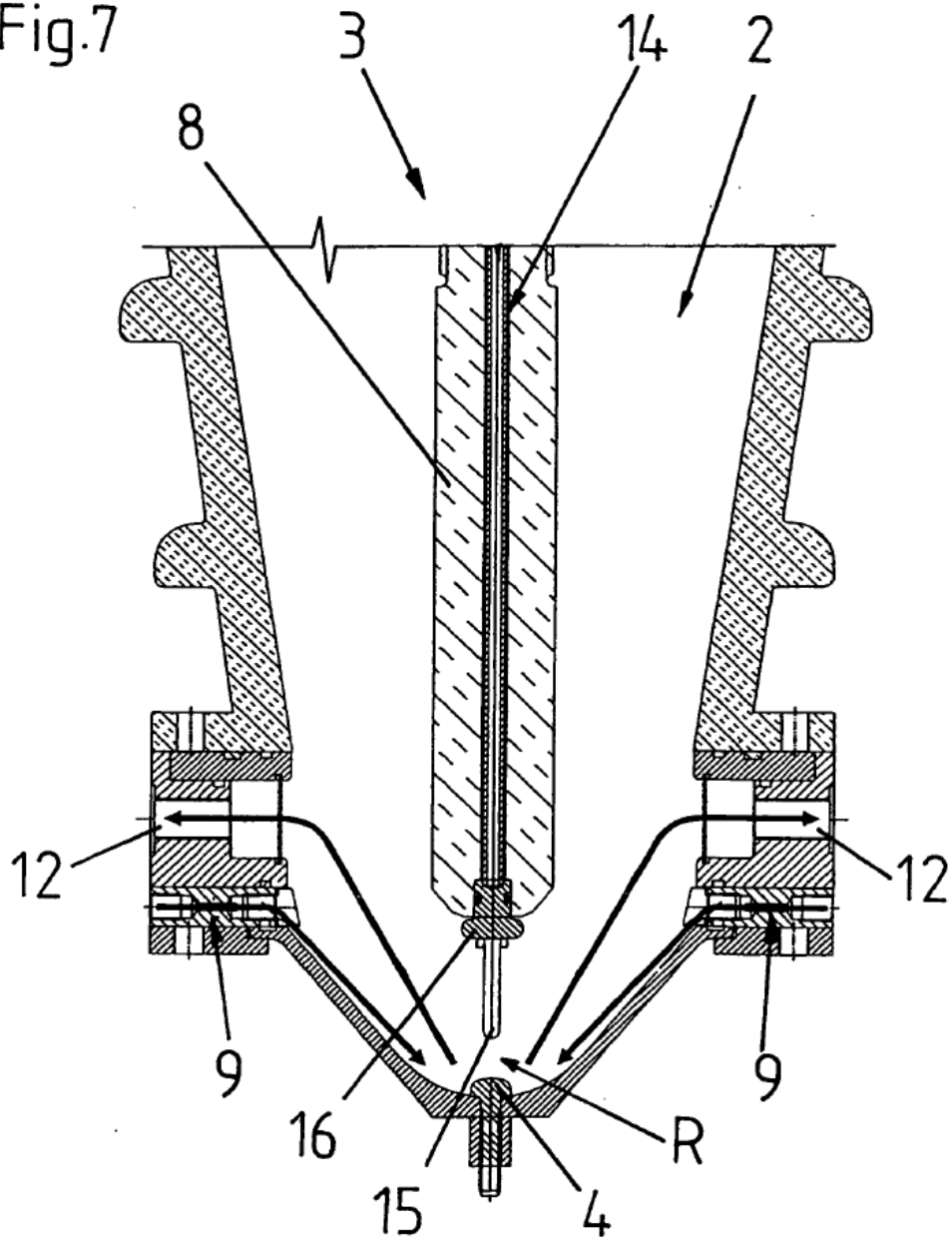
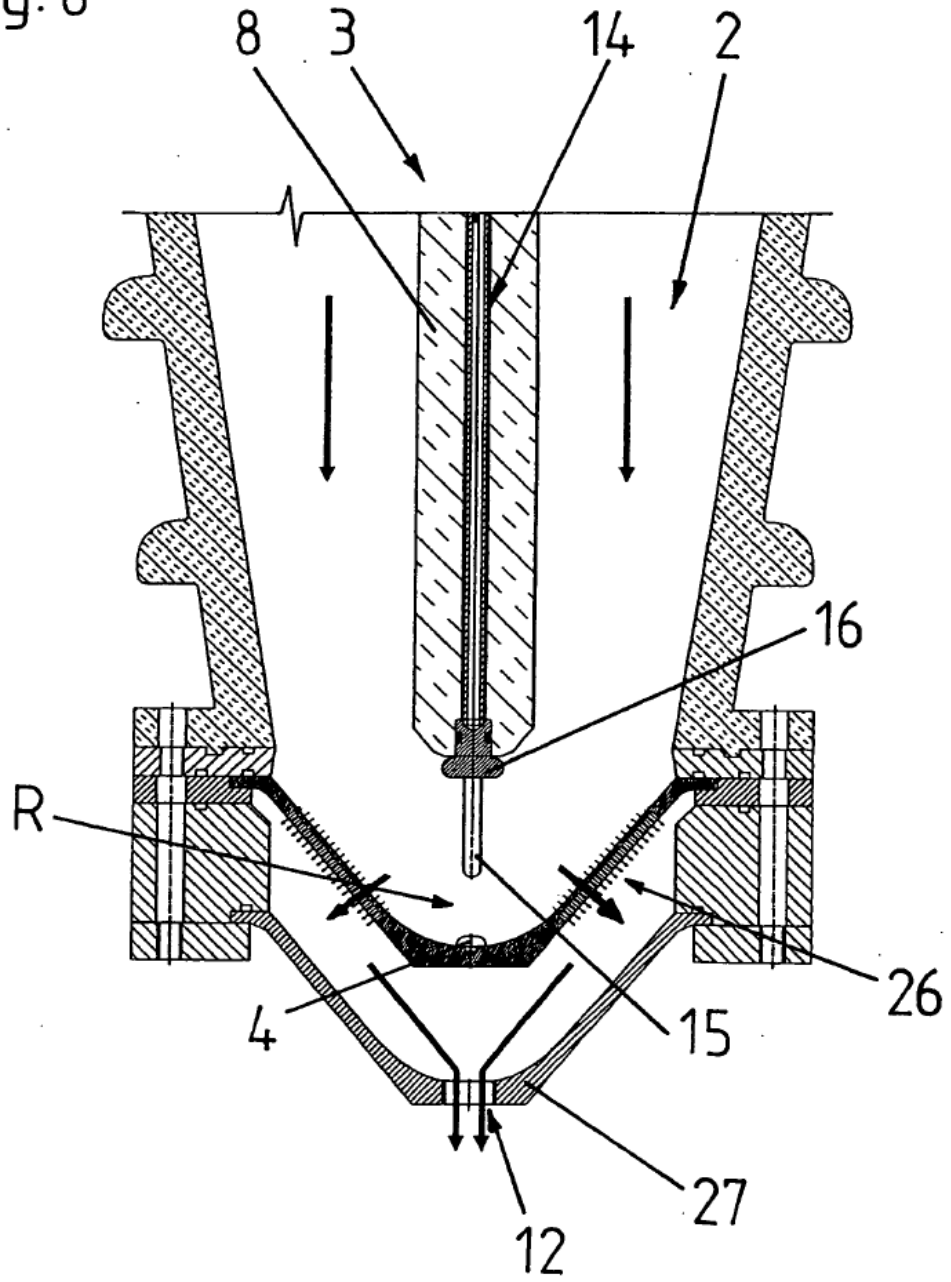
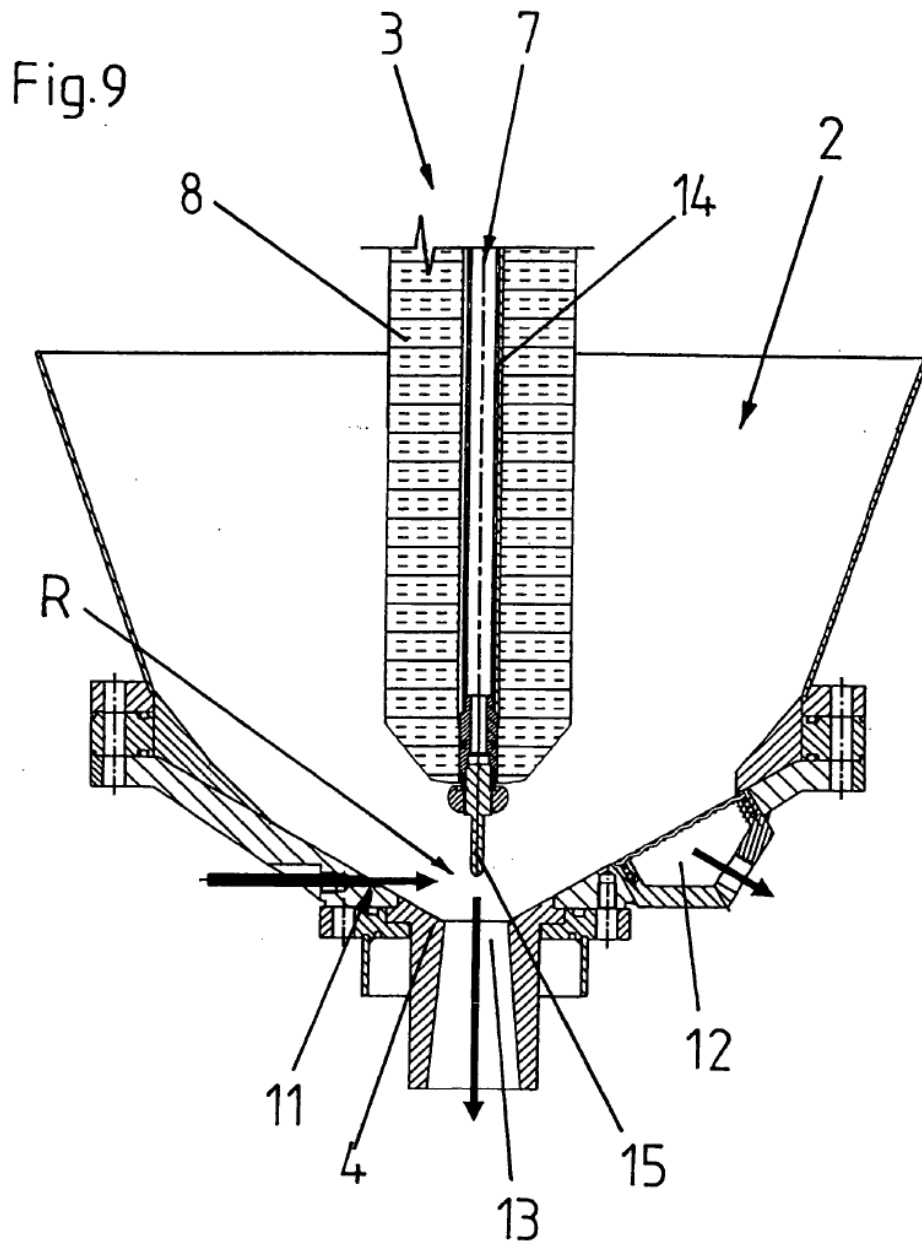


Fig. 8





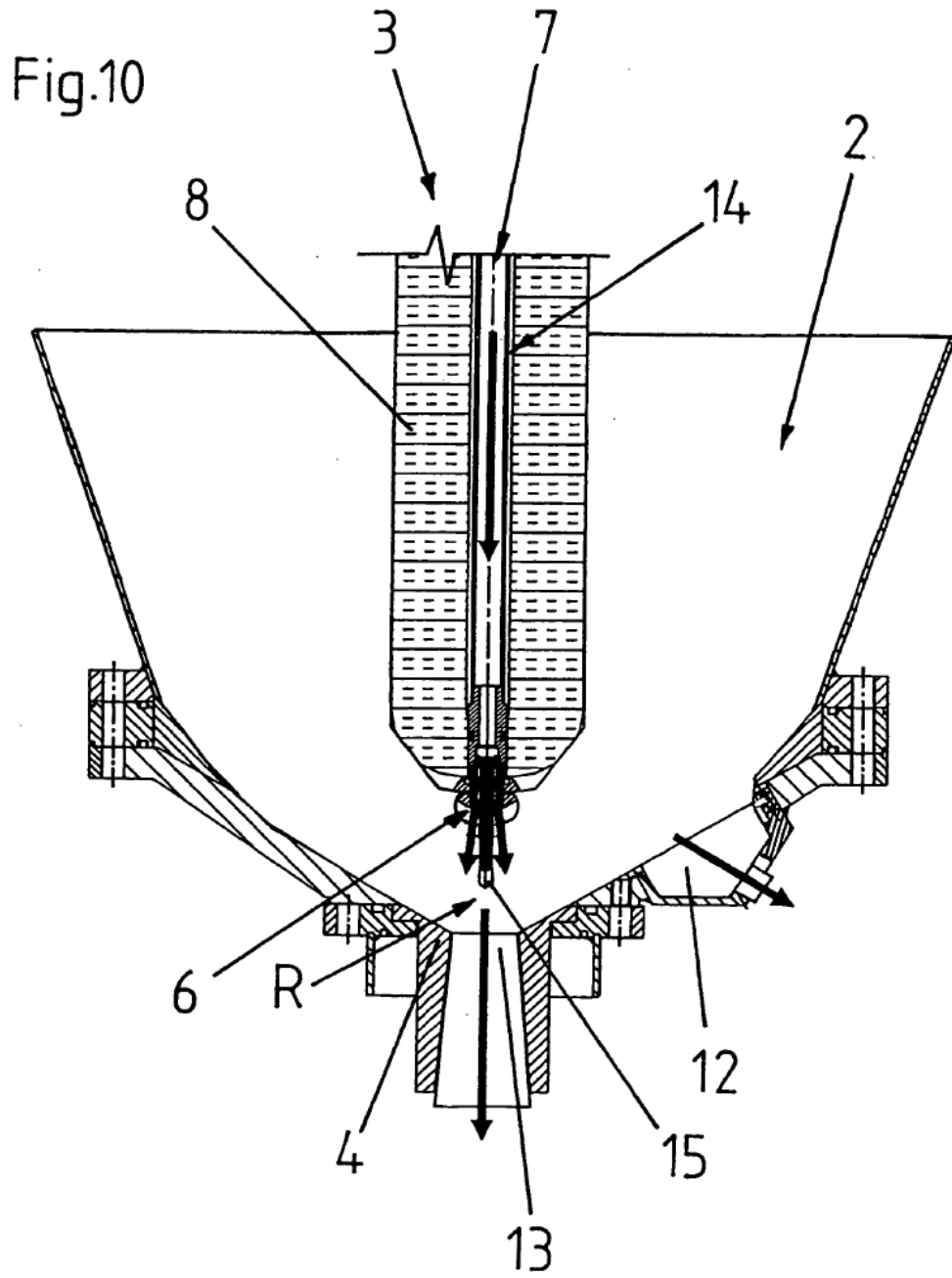


Fig.11

