

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 703**

51 Int. Cl.:

B02C 19/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.03.2012 PCT/CH2012/000054**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.10.2012 WO12129713**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.03.2012 E 12709777 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2691180**

54 Título: **Disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica**

30 Prioridad:

30.03.2011 WO PCT/CH2011/000066

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

14.08.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**MÜLLER-SIEBERT, REINHARD;
MONTI DI SOPRA, FABRICE;
HASLER, BERNHARD y
GIESE, HARALD**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 629 703 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

Disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica

CAMPO TÉCNICO

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la fragmentación de material mediante descargas de alta tensión, a disposiciones de electrodos para su uso en el procedimiento, a una instalación de fragmentación que incluye una de dichas disposiciones de electrodos y al uso de la instalación de fragmentación de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- 10 En la fragmentación electrodinámica, el material de fragmentación, por ejemplo una carga a granel de trozos de hormigón, se dispone entre dos electrodos y se tritura sometiendo los electrodos a impulsos de alta tensión, que producen descargas disruptivas de alta tensión a través del material de fragmentación.

Si el material de fragmentación se debe triturar hasta un tamaño diana, después de alcanzar el tamaño diana se retira de la zona de fragmentación.

- 15 Para ello, la zona de fragmentación se configura de modo que sus límites presentan una o más aberturas de tamaño correspondiente al tamaño diana, a través de las cuales el material de fragmentación triturado a dicho tamaño puede salir de la zona de fragmentación.

- 20 El documento DE 195 34 232 A1 describe un dispositivo para la fragmentación electrodinámica de un material de fragmentación donde el suelo del recipiente de proceso está formado por un electrodo de suelo configurado como tamiz en forma de casquete esférico conectado a tierra. A cierta distancia por encima del electrodo de suelo, está dispuesto un electrodo de alta tensión central en forma de barra. En servicio, el recipiente de proceso se llena con el material de fragmentación y un líquido de procesado, de modo que el material de fragmentación queda dispuesto como una carga a granel sobre el suelo del recipiente de proceso y el electrodo de alta tensión queda sumergido en la carga a granel de material de fragmentación y en el líquido de procesado.
- 25 A continuación, el electrodo de alta tensión se somete a impulsos de alta tensión, de modo que entre el electrodo de suelo y el electrodo de alta tensión se producen descargas disruptivas de alta tensión a través del material de fragmentación, que lo Trituran. En este proceso, los trozos de material de fragmentación que son más pequeños que las aberturas de tamiz del electrodo de suelo caen a través de dichas aberturas y así salen de la zona de fragmentación.

- 30 El documento GB 2 342 304 A describe dispositivos de fragmentación electrodinámica donde la zona de fragmentación está delimitada por dos paredes configuradas como electrodos, de las que al menos una tiene aberturas de tamiz. También en este caso, en servicio, se introduce una carga a granel del material a fragmentar en la zona de fragmentación y a continuación las paredes configuradas como electrodos se someten a impulsos de alta tensión, de modo que entre dichas paredes se producen descargas disruptivas de alta tensión a través del material, que lo Trituran. Los trozos de material de fragmentación que son más pequeños que las aberturas de tamiz de los electrodos de pared salen de la zona de fragmentación a través de dichas aberturas.
- 35

- 40 El documento JP 11033430 también describe dispositivos para la fragmentación electrodinámica de un material de fragmentación, donde una o más zonas de fragmentación en forma de tolva están formadas por paredes configuradas como electrodos. En el extremo inferior de cada zona de fragmentación, una abertura de salida está delimitada por la distancia más pequeña entre las paredes configuradas como electrodos de dicha zona de fragmentación. También en este caso, en servicio, se introduce una carga a granel del material a fragmentar en la zona de fragmentación respectiva y a continuación las paredes configuradas como electrodos se someten a impulsos de alta tensión, de modo que entre dichas paredes se producen descargas disruptivas de alta tensión a través del material, que lo Trituran. Los trozos de material de fragmentación que son más pequeños que la distancia más pequeña entre las paredes configuradas como electrodos de la zona de fragmentación respectiva salen de dicha zona de fragmentación a través de la abertura de salida.
- 45

- 50 El documento SU 555 226 A1 describe un dispositivo para la fragmentación electrodinámica de un material de fragmentación, donde la zona de fragmentación está formada por un electrodo de pared en forma de tolva escalonada y un electrodo de barra que entra en el espacio rodeado por éste. La sección transversal de paso más pequeña está definida por la anchura del intersticio en forma de corona circular formado entre el electrodo de barra y el electrodo de pared en forma de tolva en la zona de la punta del electrodo de barra. En servicio, una carga a granel del material a fragmentar se introduce en la zona de fragmentación y entre el electrodo de barra y el electrodo de pared se generan descargas disruptivas de alta tensión a través del material, que lo Trituran. Los trozos de material de fragmentación que son más pequeños que la anchura del intersticio en forma de corona circular formado entre el electrodo de barra y el electrodo de pared en forma de tolva en la zona de la punta del electrodo de barra salen de la zona de fragmentación a través de dicho intersticio.
- 55

Una desventaja decisiva de los principios constructivos dados a conocer en los documentos DE 195 34 232 A1 y GB 2 342 304 A con electrodos de suelo o de pared configurados como tamiz es que estos electrodos son

relativamente costosos de fabricar, lo que, teniendo en cuenta el hecho de que los electrodos constituyen un material fungible en los procesos de fragmentación electrodinámica, conduce a unos elevados costes de explotación. Además, el tamaño de las aberturas de tamiz aumenta durante el servicio, lo que conduce a una modificación correspondiente del tamaño diana del material fragmentado.

- 5 Todos los dispositivos mencionados tienen la desventaja de que las distancias entre electrodos son igual de grandes o más grandes que las aberturas de tamiz o de salida, lo que, en caso de desearse una fragmentación gruesa, conduce a unas distancias entre electrodos relativamente grandes, con el requisito de suministrar impulsos de alta tensión correspondientemente grandes. Esto requiere a su vez el uso de generadores de impulsos de alta tensión muy caros.
- 10 Los documentos FR 1 341 851 A, CN 201 105 234 Y y SU 697 188 A1 describen procedimientos y dispositivos para la fragmentación electrodinámica de un material de fragmentación, donde se generan descargas disruptivas de alta tensión entre electrodos en forma de barra que penetran en el espacio de proceso para triturar el material que se encuentra dentro de éste. En este caso es posible fragmentar también un material de fragmentación más grande que las distancias entre electrodos. Sin embargo, en este caso se produce una trituración arbitraria del material de fragmentación sin retirar selectivamente de la zona de proceso el material triturado al tamaño diana, lo que es inadecuado si se desea una fragmentación gruesa, ya que se genera una alta proporción de material fino.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 20 Por tanto, se plantea el objetivo de proporcionar procedimientos y dispositivos que no tengan o eviten, al menos en parte, las desventajas del estado de la técnica anteriormente mencionadas.

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 la fragmentación de material mediante descargas de alta tensión en trozos de un tamaño inferior o igual que un tamaño objetivo.

- 25 En este contexto se utiliza una disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica, con una abertura de paso o un canal de paso para el material de fragmentación y con un par de electrodos o varios pares de electrodos mediante el(los) cual(es), sometiendo los electrodos del par de electrodos respectivo a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso o del canal de paso para fragmentar el material. Una abertura de paso en el sentido de las reivindicaciones puede presentar una extensión axial relativamente pequeña en la dirección de paso, mientras que un canal de paso en el sentido de las reivindicaciones presenta una extensión claramente mayor en la dirección de paso y está presente en particular cuando existen electrodos dispuestos uno detrás de otro en varios planos vistos en la dirección de paso.

- 30 Los electrodos de los pares de electrodos pueden estar formados por electrodos individuales separados y/o por salientes de electrodo en uno o más cuerpos de electrodos conductores de la electricidad. En el caso de los electrodos individuales, éstos pueden estar aislados eléctricamente entre sí o también pueden estar conectados eléctricamente entre sí. Además, varios pares de electrodos pueden compartir un electrodo individual o un saliente de electrodo de un cuerpo de electrodos como electrodo común. Por ejemplo, varios pares de electrodos pueden estar formados de modo que a un electrodo individual que se debe someter a impulsos de alta tensión o a un saliente de electrodo de un cuerpo de electrodos que se debe someter a impulsos de alta tensión se le asignan varios electrodos individuales conectados a tierra o varios salientes de electrodo de un cuerpo de electrodos conectado a tierra, de modo que se produce una descarga disruptiva de alta tensión por cada impulso de tensión a través de uno de los pares de electrodos así formados, dependiendo de la situación de conductividad actual en la zona de los pares de electrodos.

- 45 La abertura de paso o el canal de paso están configurados de modo, y los electrodos de los pares de electrodos están dispuestos dentro de éstos de modo, o la abertura de paso o el canal de paso están formados por los electrodos del par de electrodos o de los pares de electrodos de modo que, en la zona de la línea de unión más corta entre los electrodos de al menos uno de los pares de electrodos, preferiblemente bajo delimitación en uno o en los dos electrodos de este par de electrodos, una esfera cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión más corta entre los electrodos puede atravesar la abertura de paso o el canal de paso. En el sentido de las reivindicaciones, una esfera está "en la zona de la línea de unión más corta" entre dos electrodos cuando la suma de sus líneas de unión más cortas con respecto a estos dos electrodos es más corta que la línea de unión más corta entre los dos electrodos.

- 50 Así, dicho de otro modo, se utiliza una disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica con una abertura de paso o un canal de paso para el material de fragmentación y con al menos dos electrodos, entre los cuales se pueden generar descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso o del canal de paso sometiendo éstos a impulsos de alta tensión para fragmentar el material. Los electrodos están dispuestos dentro de la abertura de paso o del canal de paso o forman la abertura de paso o el canal de paso de modo que la distancia más pequeña entre dos electrodos, entre los cuales se pueden generar descargas de alta tensión, es menor que el diámetro de la esfera de mayor tamaño que puede pasar a través de la abertura de paso o del canal de paso en la zona de estos dos electrodos.

La abertura de paso o el canal de paso de la disposición de electrodos utilizada están configurados de modo que los trozos de material de menor o igual tamaño que el tamaño objetivo pueden pasar a través de la abertura de paso o del canal de paso, mientras que aquello con un tamaño mayor que el tamaño objetivo no pueden pasar a través de la abertura de paso o del canal de paso, siendo retenidos por la disposición de electrodos.

5 La disposición de electrodos se carga por un lado de su abertura de paso o su canal de paso con el material a fragmentar y que tiene un tamaño de trozo mayor que el tamaño objetivo, y los eventuales trozos de material contenidos en el material de fragmentación cargado con un tamaño de trozo inferior o igual al tamaño objetivo pueden pasar a través de la abertura de paso o del canal de paso.

10 Los electrodos de la disposición de electrodos se someten a impulsos de alta tensión, produciéndose descargas de alta tensión en la abertura de paso o en el canal de paso gracias a las cuales se fragmentan los trozos de material que se encuentran dentro de la abertura de paso o del canal de paso o adyacentes a los electrodos.

Los trozos de material así fragmentados en trozos de tamaño inferior o igual al tamaño objetivo son conducidos a través de la abertura de paso o del canal de paso y salen así de la zona de fragmentación.

15 Con el procedimiento según la invención es posible llevar a cabo una fragmentación electrodinámica de material (material de fragmentación) de forma económica también con distancias entre electrodos claramente más pequeñas que el tamaño objetivo del material triturado, lo que ofrece la ventaja de posibilitar una fragmentación a tamaños objetivo relativamente grandes también con generadores de alta tensión económicos.

20 En una forma de realización preferente del procedimiento, la disposición de electrodos tiene varios pares de electrodos, mediante los cuales, sometiendo los electrodos correspondientes en cada caso a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso o del canal de paso para fragmentar el material. Ventajosamente, la abertura de paso o el canal de paso están configurados de modo, y los electrodos de los pares de electrodos están dispuestos dentro de éstos de modo o la abertura de paso o el canal de paso están formados por los electrodos de los pares de electrodos de modo que, por cada par de electrodos, en la zona de la línea de unión más corta entre los electrodos de éste, preferiblemente bajo delimitación en uno o en los dos electrodos de este par de electrodos, una esfera cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos puede pasar por la abertura de paso o el canal de paso. Por consiguiente, preferiblemente en la zona de cada par de electrodos, a través de la abertura de paso o del canal de paso puede pasar en cada caso una esfera cuyo diámetro es mayor que la longitud de la línea de unión más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo.

30 Con este tipo de disposición de electrodos es posible llevar a cabo, en toda la zona de la abertura de paso o del canal de paso, una fragmentación electrodinámica del material de fragmentación de forma económica con impulsos de alta tensión relativamente pequeños.

35 Preferiblemente, la disposición de electrodos utilizada está configurada, vista en la dirección de paso de la abertura de paso o del canal de paso, a ambos lados de las líneas de unión más cortas en cada caso entre los electrodos del par de electrodos respectivo, en la zona de esta línea de unión más corta, preferiblemente bajo delimitación en uno de los electrodos o en los dos electrodos, de manera que una esfera cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión más corta puede pasar a través de la abertura de paso o del canal de paso. De este modo se posibilitan disposiciones de electrodos con rendimientos de fragmentación especialmente buenos.

40 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la disposición de electrodos está configurada de modo que el diámetro de la esfera respectiva que puede pasar a través de la abertura de paso o del canal de paso en la zona de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos del par de electrodos respectivo, preferiblemente bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos del par de electrodos respectivo, es en cada caso más de 1,2 veces mayor, preferiblemente más de 1,5 veces mayor, que la longitud de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos.

45 En otra de realización preferente del procedimiento, la abertura de paso o el canal de paso de la disposición de electrodos tiene una forma básica o en sección transversal redonda o angulosa, preferiblemente circular, donde uno o más salientes de electrodo, ventajosamente en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso o en el canal de paso, en particular en dirección radial desde los límites exteriores de la abertura de paso o del canal de paso, preferiblemente dejando libre el centro de la abertura o del canal de paso. Las disposiciones de electrodos de este tipo se pueden fabricar fácilmente y además posibilitan modos de construcción en los que los salientes de electrodo gastados pueden ser sustituidos de forma sencilla desde el exterior.

50 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la abertura o el canal de paso de la disposición de electrodos tienen una forma básica o en sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular. Por una abertura o canal de paso con una forma básica o en sección transversal anular se entiende aquí, en el sentido más amplio, una abertura o canal de paso que, vistos en la dirección de la corriente, se extienden de forma periférica alrededor de un cuerpo que forma los límites interiores de los mismos. En este contexto, la forma básica o forma de sección transversal puede tener las formas geométricas más diversas, por

ejemplo puede estar configurada en forma de estrella o poligonal, en particular rectangular o cuadrada, o puede tener la forma de un anillo elíptico o una corona circular. Además, vista en la dirección de la corriente, puede presentar un ancho uniforme o una anchura variable en su perímetro.

5 Así, las posibilidades de configuración en relación con la abertura o el canal de paso aumentan claramente y se posibilitan formas de realización donde numerosos pares de electrodos, que están previstos para generar descargas de alta tensión en la abertura o en el canal de paso, pueden ser sometidos a impulsos de alta tensión a través de un suministro de alta tensión central.

10 Preferiblemente, uno o más salientes de electrodo, ventajosamente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o canal de paso desde los límites interiores de dicha abertura o canal y/o desde los límites exteriores de dicha abertura o canal de paso. De este modo, visto a lo largo del perímetro de la abertura o del canal de paso, se pueden crear numerosas vías de paso para el material de fragmentación triturado al tamaño objetivo que están delimitadas en cada caso por pares de electrodos que someten los eventuales trozos de material a fragmentar adyacentes a los mismos de un tamaño mayor al tamaño objetivo a descargas de alta tensión y así los fragmentan hasta que alcanzan el tamaño objetivo y pueden pasar la abertura o el canal de paso a través de la vía de paso respectiva.

15 Además, es preferible que los salientes de electrodo entren en la abertura o en el canal de paso perpendicularmente con respecto a la dirección de paso prevista o de forma inclinada en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista. El primer caso tiene la ventaja de que las disposiciones de electrodos de este tipo también se pueden fabricar de forma relativamente sencilla con salientes de electrodo intercambiables y se pueden proporcionar de forma correspondientemente económica. El segundo caso tiene la ventaja de que los salientes de electrodo están orientados hacia el material de fragmentación, lo que aumenta las probabilidades de contacto directo con el material de fragmentación, haciendo posible una mejora adicional de la eficiencia del proceso de fragmentación, sobre todo en caso de ciertos tamaños del material a fragmentar.

20 En este contexto también es preferible que los límites interiores y/o los límites exteriores de la abertura de paso o del canal de paso estén formados en cada caso por un cuerpo aislante que porta salientes de electrodo individuales. Así, los salientes de electrodo gastados se pueden sustituir de forma económica, sin que para ello sea necesario sustituir los límites completos de la abertura de paso o del canal de paso. En este contexto, los salientes de electrodo pueden estar aislados eléctricamente entre sí, o algunos de los salientes de electrodo o todos ellos pueden estar conectados eléctricamente entre sí, por ejemplo por una línea de conexión que se extiende dentro del cuerpo aislante.

25 En una variante preferente de las dos variantes de realización anteriormente descritas de la forma de realización preferente del procedimiento con utilización de una disposición de electrodos con abertura o canal de paso anular, varios salientes de electrodo en forma de barra o de punta entran en cada caso en la abertura de paso o en el canal de paso desde los límites interiores y desde los límites exteriores de la abertura o del canal de paso. En este contexto, cada uno de los salientes de electrodo que entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores tiene asignados en cada caso al menos dos de los salientes de electrodo que entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites exteriores. De este modo, el saliente de electrodo respectivo dispuesto en los límites interiores forma, junto con los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores, varios pares de electrodos que comparten dicho electrodo como electrodo común.

30 Correspondientemente, desde el saliente de electrodo respectivo dispuesto en el límite interior se producirá una descarga de alta tensión hasta uno de los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores, dependiendo de la situación de conductividad en la zona entre dicho saliente de electrodo y los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores. Con esta configuración, con cada uno de los salientes de electrodo dispuestos en los límites interiores se pueden formar varias zonas de fragmentación dentro de la

35 abertura o del canal de paso.

40 En otra forma de realización preferente del procedimiento, uno o más salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso de la disposición de electrodos, mientras que los límites exteriores de la abertura o del canal están formados por un único electrodo que preferiblemente está configurado con forma anular. Por tanto, los límites exteriores de la abertura o del canal de paso constituyen un electrodo periférico que forma en cada caso un par de electrodos con cada uno de los salientes de electrodo. Un electrodo de este tipo es robusto y se puede fabricar de forma económica.

45 En otra forma de realización preferente del procedimiento, varios salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso de la disposición de electrodos, entrando algunos de estos salientes de electrodo o todos ellos en la abertura o en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista, preferiblemente de modo que sus extremos libres sobresalen en dirección axial más allá de un cuerpo que porta dichos salientes de electrodo. De este modo aumentan adicionalmente las probabilidades de contacto directo de los salientes de electrodo con el material a fragmentar, lo que, como ya se ha mencionado, posibilita una mejora adicional de la eficiencia del proceso de fragmentación, sobre todo en caso de ciertos tamaños del material de fragmentación.

50

55

60

- 5 En una variante ventajosa de la forma de realización preferente del procedimiento, en la que se utiliza una disposición de electrodos donde la abertura o el canal de paso tienen una forma básica o en sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular, los límites interiores de la abertura o del canal de paso están formados por un único electrodo, preferiblemente en forma de disco, de barra o en forma de esfera. Una configuración de este tipo es robusta y se puede fabricar de forma económica.
- 10 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la disposición de electrodos utilizada presenta un canal de paso para material de fragmentación en el que, en diferentes posiciones axiales con respecto a la dirección de paso prevista, unos salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en el canal de paso desde los límites exteriores y/o, si existen, desde los límites interiores del canal de paso. Estas disposiciones de electrodos también se denominan en adelante disposiciones de electrodos multietapa.
- 15 En este contexto resulta ventajoso que unos salientes de electrodo dispuestos en diferentes posiciones axiales entren en el canal de paso en diferentes posiciones periféricas de los límites exteriores y/o de los límites interiores. Con disposiciones de electrodos de este tipo se puede producir, en un espacio pequeño, una acción especialmente intensa sobre el material a fragmentar mediante descargas de alta tensión.
- 20 Preferiblemente, en estas disposiciones de electrodos multietapa, algunos de los salientes de electrodo dispuestos en una primera posición axial vista en la dirección de paso, o todos ellos, entran en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista.
- En este contexto además es preferible que al menos algunos de los salientes de electrodo que entran en el canal de paso desde los límites interiores del canal de paso y que están dispuestos en una primera posición axial, o todos ellos, entren en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista. Como ya se ha mencionado anteriormente, esto ofrece la ventaja de aumentar adicionalmente las probabilidades de contacto directo de los salientes de electrodo con el material a fragmentar. Esto influye a su vez positivamente en la eficiencia del proceso de fragmentación.
- 25 Además, en caso de utilizar estas disposiciones de electrodos multietapa en el procedimiento, es preferible que los salientes de electrodo dispuestos en una posición axial siguiente a la primera posición axial vista en la dirección de paso, es decir, los salientes de electrodo dispuestos en una segunda, una tercera, etc. posición axial, entren en el canal de paso en dirección perpendicular con respecto a la dirección de paso prevista o inclinados en la dirección de paso prevista. De este modo se facilita el paso del material de fragmentación triturado al tamaño objetivo a través del canal de paso.
- 30 En otra forma de realización preferente del procedimiento, en la que se utiliza una disposición de electrodos multietapa, los salientes de electrodo entran en el canal de paso de modo que, a través de éste, no puede pasar un cuerpo cilíndrico con extremos semiesféricos que tenga un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, preferiblemente más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro. De este modo se posibilita que el canal de paso
- 35 no pueda ser atravesado por trozos de material de fragmentación largos del diámetro de grano objetivo, para lograr así que el material de fragmentación que sale del canal de paso consista esencialmente en trozos compactos y contenga muy pocos o ningún grano largo.
- 40 En otra forma de realización preferente del procedimiento, en la que se utiliza una disposición de electrodos con salientes de electrodo que entran en dirección radial en la abertura o en el canal de paso desde los límites exteriores y/o, donde existan, desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso, los salientes de electrodo, vistos en la dirección de paso prevista, están dispuestos distribuidos uniformemente en el perímetro de los límites exteriores y/o de los límites interiores de la abertura o del canal de paso. De este modo resulta una geometría de la abertura o del canal de paso que favorece la fragmentación del material de fragmentación en trozos con la forma más similar posible.
- 45 En otra forma de realización preferente del procedimiento, en el lado de salida previsto de la abertura o del canal de paso de la disposición de electrodos está dispuesto un dispositivo de bloqueo configurado de modo, en lo que respecta a su geometría, y dispuesto de modo con respecto a la abertura o al canal de paso, que una esfera con el diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso puede ser retirada de la abertura o del canal de paso mientras que el dispositivo de bloqueo impide que un cuerpo cilíndrico con extremos semiesféricos con un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande
- 50 que puede atravesar la abertura o el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura o del canal de paso. De este modo se posibilita igualmente que el canal de paso no pueda ser atravesado por trozos de material de fragmentación largos con el diámetro de grano objetivo, para lograr así que el material de fragmentación que
- 55 sale del canal de paso sea esencialmente compacto y prácticamente no contenga ningún grano largo.
- 60 En este contexto resulta ventajoso que el dispositivo de bloqueo esté configurado como un dispositivo desviador del material de fragmentación saliente, configurado en lo que respecta a su distancia a los electrodos y al ángulo de desviación de modo que una esfera con el diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso puede ser retirada de la abertura o del canal de paso por el dispositivo desviador, mientras que éste último impide que un cuerpo cilíndrico de extremos semiesféricos que tiene un diámetro

5 correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura o del canal de paso. Preferiblemente, estos dispositivos de desviación están formados por una o más chapas en posición oblicua. Este tipo de dispositivos de bloqueo son eficaces y se pueden fabricar de forma económica.

10 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la carga de la disposición de electrodos con el material a fragmentar y la conducción de los trozos del material fragmentado a través de la abertura o del canal de paso se lleva a cabo mediante un transporte por gravedad. Esto tiene la ventaja de que no se requiere ningún dispositivo auxiliar para el transporte del material de fragmentación hasta la zona de fragmentación y para sacarlo de ésta después.

15 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la abertura o el canal de paso de la disposición de electrodos están inundados con un líquido de procesamiento durante la generación de descargas de alta tensión. En una variante preferente, el líquido de procesamiento circula a través de la abertura o del canal de paso en la dirección de paso del material. Mediante esta última medida se favorece la evacuación de partículas finas del material de fragmentación de la zona de fragmentación, que influyen negativamente en el rendimiento.

20 Un segundo aspecto de la invención se refiere a una disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica para su uso en el procedimiento de acuerdo con el primer aspecto de la invención. La disposición de electrodos presenta una abertura o un canal de paso para el material de fragmentación, así como un par de electrodos o varios pares de electrodos mediante el(los) cual(es), sometiendo los electrodos del par de electrodos respectivo a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura o del canal de paso, para fragmentar el material. Una abertura de paso, en el sentido de las reivindicaciones, puede presentar una extensión axial relativamente pequeña en la dirección de paso, mientras que un canal de paso, en el sentido de las reivindicaciones, presenta una extensión claramente mayor en la dirección de paso y está presente en particular cuando hay electrodos dispuestos uno detrás del otro en varios planos vistos en la dirección de paso.

30 Los electrodos de los pares de electrodos pueden estar formados por electrodos individuales separados y/o por salientes de electrodo en uno o más cuerpos de electrodos conductores de la electricidad. En el caso de los electrodos individuales, éstos pueden estar aislados eléctricamente entre sí o también pueden estar conectados eléctricamente entre sí. Además, varios pares de electrodos pueden compartir un electrodo individual o un saliente de electrodo de un cuerpo de electrodos como electrodo común. Por ejemplo, varios pares de electrodos pueden estar formados de modo que a un electrodo individual que se debe someter a impulsos de alta tensión o a un saliente de electrodo de un cuerpo de electrodos que se debe someter a impulsos de alta tensión se le asignan varios electrodos individuales conectados a tierra o varios salientes de electrodo de un cuerpo de electrodos conectado a tierra, de modo que se produce una descarga disruptiva de alta tensión por cada impulso de tensión a través de uno de los pares de electrodos así formados, dependiendo de la situación de conductividad actual en la zona de los pares de electrodos.

40 La abertura o el canal de paso están configurados de modo, y los electrodos de los pares de electrodos están dispuestos dentro de éstos de modo, o la abertura o el canal de paso están formados por los electrodos del par de electrodos o de los pares de electrodos de modo que en la zona de la línea de unión más corta entre los electrodos de al menos uno de los pares de electrodos, preferiblemente bajo delimitación en uno o en los dos electrodos de este par de electrodos, una esfera, cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión más corta entre los electrodos, puede pasar a través de la abertura o del canal de paso. En el sentido de las reivindicaciones, una esfera está "en la zona de la línea de unión más corta" entre dos electrodos cuando la suma de sus líneas de unión más cortas con respecto a estos dos electrodos es más corta que la línea de unión más corta entre los dos electrodos.

45 Por tanto, dicho de otro modo, el segundo aspecto de la invención se refiere a una disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica, con una abertura o un canal de paso para el material de fragmentación y con al menos dos electrodos, entre los cuales se pueden generar descargas de alta tensión dentro de la abertura o del canal de paso sometiendo éstos a impulsos de alta tensión, para fragmentar el material de fragmentación. Los electrodos están dispuestos dentro de la abertura de paso o del canal de paso, o forman la abertura de paso o el canal de paso, de modo que la distancia más pequeña entre dos electrodos, entre los cuales se pueden generar descargas de alta tensión, es menor que el diámetro de la esfera de mayor tamaño que puede pasar a través de la abertura o del canal de paso en la zona de estos dos electrodos.

55 Con una disposición de electrodos de este tipo, en principio es posible llevar a cabo, al menos en una zona parcial de la disposición de electrodos, una fragmentación electrodinámica del material de fragmentación de forma económica, con impulsos de alta tensión relativamente pequeños. Además, así, mediante un reequipamiento de las instalaciones existentes con la disposición de electrodos según la invención, se logra la posibilidad de ampliar claramente el intervalo de tamaños objetivo realizables con estas instalaciones hacia tamaños objetivo más grandes.

60 De acuerdo con la invención, la abertura o el canal de paso de la disposición de electrodos tienen una forma básica o una sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular. Por una abertura o un

canal de paso con una forma básica o sección transversal anular se entiende aquí, en el sentido más amplio, una abertura o un canal de paso que, vistos en la dirección de la corriente, se extienden de forma periférica alrededor de un cuerpo que forma los límites interiores de los mismos. En este contexto, la forma básica o forma de sección transversal puede presentar las formas geométricas más diversas, por ejemplo puede estar configurada en forma de estrella o poligonal, en particular rectangular o cuadrada, o puede presentar la forma de un anillo elíptico o una corona circular. Además, vista en la dirección de la corriente, puede presentar un ancho uniforme o variable en su perímetro.

De este modo, las posibilidades de configuración en relación con la abertura o el canal de paso aumentan claramente y se posibilitan formas de realización donde numerosos pares de electrodos, previstos para generar descargas de alta tensión en la abertura o en el canal de paso, pueden ser sometidos a impulsos de alta tensión a través de un suministro de alta tensión central.

En una forma de realización preferente, la disposición de electrodos presenta varios pares de electrodos, mediante los cuales, sometiendo los electrodos correspondientes en cada caso a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura o del canal de paso para fragmentar el material de fragmentación. Ventajosamente, la abertura o el canal de paso están configurados de modo, y los electrodos de los pares de electrodos están dispuestos dentro de éstos de modo, o la abertura o el canal de paso están formados por los electrodos de los pares de electrodos de modo que, por cada par de electrodos, en la zona de la línea de unión más corta entre los electrodos de éste, preferiblemente bajo delimitación en uno o en los dos electrodos de este par de electrodos, una esfera, cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos, puede pasar a través de la abertura o del canal de paso. Por consiguiente, preferiblemente en la zona de cada par de electrodos, a través de la abertura o del canal de paso puede pasar en cada caso una esfera cuyo diámetro es mayor que la longitud de la línea de unión más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo.

Con una disposición de electrodos de este tipo es posible llevar a cabo, en toda la zona de la abertura o del canal de paso, una fragmentación electrodinámica de material de fragmentación de forma económica con impulsos de alta tensión relativamente pequeños.

Preferiblemente, la disposición de electrodos está configurada de tal modo, vista en la dirección de paso de la abertura o del canal de paso, a ambos lados de las líneas de unión más cortas en cada caso entre los electrodos del par de electrodos respectivo, en la zona de esta línea de unión más corta, preferiblemente bajo delimitación en uno de los electrodos o en los dos electrodos, que una esfera cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión más corta puede pasar a través de la abertura o del canal de paso. De este modo se posibilitan disposiciones de electrodos con rendimientos de fragmentación especialmente buenos.

En otra forma de realización preferente, la disposición de electrodos está configurada de modo que el diámetro de la esfera respectiva que puede pasar a través de la abertura o del canal de paso en la zona de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos del par de electrodos respectivo, preferiblemente bajo delimitación en al menos uno de los electrodos del par de electrodos respectivo, es en cada caso más de 1,2 veces mayor, preferiblemente más de 1,5 veces mayor, que la longitud de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos.

También preferiblemente, uno o más salientes de electrodo, ventajosamente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso y/o desde los límites exteriores de la abertura o del canal de paso. De este modo, visto a lo largo del perímetro de la abertura o del canal de paso, se pueden generar numerosas vías de paso para el material de fragmentación triturado al tamaño objetivo, delimitadas en cada caso por pares de electrodos que someten los eventuales trozos del material de fragmentación adyacentes a los mismos de tamaño mayor que el tamaño objetivo a descargas de alta tensión y así los fragmentan hasta que alcanzan el tamaño objetivo y pueden pasar la abertura o el canal de paso a través de la vía de paso respectiva.

Además, es preferible que los salientes de electrodo entren en la abertura o en el canal de paso perpendicularmente con respecto a la dirección de paso prevista o de forma inclinada en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista. El primer caso tiene la ventaja de que las disposiciones de electrodos de este tipo también se pueden fabricar de forma relativamente sencilla con salientes de electrodo intercambiables y se pueden proporcionar de forma correspondientemente económica. El segundo caso tiene la ventaja de que los salientes de electrodo están orientados hacia el material de fragmentación, lo que aumenta las probabilidades de contacto directo con el material de fragmentación, con lo que se posibilita una mejora adicional de la eficiencia del proceso de fragmentación, sobre todo en caso de ciertos tamaños del material de fragmentación.

En este contexto también es preferible que los límites interiores y/o los límites exteriores de la abertura o del canal de paso estén formados en cada caso por un cuerpo aislante que porta salientes de electrodo individuales. De este modo, los salientes de electrodo gastados se pueden sustituir de forma económica, sin que para ello sea necesario sustituir los límites completos de la abertura o del canal de paso. En este contexto, los salientes de electrodo pueden estar aislados eléctricamente entre sí, o algunos de los salientes de electrodo

o todos ellos pueden estar conectados eléctricamente entre sí, por ejemplo a través de una línea de conexión que se extiende dentro del cuerpo aislante.

5 En una variante preferente de las dos variantes de realización anteriormente descritas de la forma de realización preferente de la disposición de electrodos con abertura de paso anular o canal de paso anular, varios salientes
 10 de electrodo en forma de barra o de punta entran en cada caso en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores y desde los límites exteriores de la abertura o del canal de paso. En este contexto, cada uno de los salientes de electrodo que entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores tiene asignados en cada caso al menos dos de los salientes de electrodo que entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites exteriores. De este modo, el saliente de electrodo respectivo dispuesto en los límites interiores forma, junto con los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores, varios pares de electrodos que comparten dicho electrodo como electrodo común. Correspondientemente, desde el saliente de electrodo respectivo dispuesto en el límite interior se producirá una descarga de alta tensión hasta uno de los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores, dependiendo de la situación de conductividad en la zona entre dicho saliente de electrodo y los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores. Mediante esta configuración, con cada uno de los salientes de electrodo dispuestos en los límites interiores se pueden formar varias zonas de fragmentación dentro de la abertura o del canal de paso.

20 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, uno o más salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso, mientras que los límites exteriores de la abertura o del canal de paso están formados por un único electrodo, que preferiblemente está configurado con forma anular. Por tanto, los límites exteriores de la abertura o del canal de paso constituyen un electrodo periférico que forma en cada caso un par de electrodos con cada uno de los salientes de electrodo. Un electrodo de este tipo es robusto y se puede fabricar de forma económica.

25 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, varios salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso, entrando algunos de estos salientes de electrodo o todos ellos en la abertura o en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista, preferiblemente de modo que sus extremos libres sobresalen en dirección axial más allá de un cuerpo que porta dichos salientes de electrodo. De este modo aumentan adicionalmente las probabilidades de contacto
 30 directo de los salientes de electrodo con el material de fragmentación, lo que, como ya se ha mencionado, posibilita una mejora adicional de la eficiencia del proceso de fragmentación, sobre todo en caso de ciertos tamaños del material de fragmentación.

35 En una variante ventajosa de la forma de realización preferente de la disposición de electrodos, en la que la abertura o el canal de paso presentan una forma básica o forma de sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular, los límites interiores de la abertura o del canal de paso están formados por un único electrodo, preferiblemente en forma de disco, en forma de barra o en forma de esfera. Una configuración de este tipo es robusta y se puede fabricar de forma económica.

40 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, ésta presenta un canal de paso para material de fragmentación en el que, en diferentes posiciones axiales con respecto a la dirección de paso prevista, unos salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en el canal de paso desde los límites exteriores y/o, si existen, desde los límites interiores del canal de paso. Estas disposiciones de electrodos también se denominan en adelante disposiciones de electrodos multietapa.

45 En este contexto resulta ventajoso que los salientes de electrodo dispuestos en diferentes posiciones axiales entren en el canal de paso en diferentes posiciones periféricas de los límites exteriores y/o de los límites interiores. Con disposiciones de electrodos de este tipo se puede conseguir, en un espacio pequeño, una acción especialmente intensa sobre el material a fragmentar mediante descargas de alta tensión.

Preferiblemente, en estas disposiciones de electrodos multietapa, algunos de los salientes de electrodo dispuestos en una primera posición axial vista en la dirección de paso, o todos ellos, entran en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista.

50 En este contexto además es preferible que al menos algunos de los salientes de electrodo que entran en el canal de paso desde los límites interiores del canal de paso y que están dispuestos en una primera posición axial, o todos ellos, entren en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista. Como ya se ha mencionado anteriormente, esto ofrece la ventaja de aumentar adicionalmente las probabilidades de contacto directo de los salientes de electrodo con el material de fragmentación. Esto influye
 55 a su vez positivamente en la eficiencia del proceso de fragmentación.

Además, en estas disposiciones de electrodos multietapa es preferible que los salientes de electrodo dispuestos en una posición axial siguiente a la primera posición axial vista en la dirección de paso, es decir, los salientes de electrodo dispuestos en una segunda, una tercera, etc. posición axial, entren en el canal de paso en dirección perpendicular con respecto a la dirección de paso prevista o inclinados en la dirección de paso

prevista. De este modo se facilita el paso del material de fragmentación triturado al tamaño objetivo a través del canal de paso.

5 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos multietapa, los salientes de electrodo entran en el canal de paso de tal modo que a través de éste no puede pasar un cuerpo cilíndrico de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, preferiblemente más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro. De este modo se posibilita que el canal de paso no pueda ser atravesado por trozos de material de fragmentación largos con el diámetro de grano objetivo, para lograr así que el material de fragmentación que sale del canal de paso consista esencialmente en trozos compactos y contenga muy pocos o ningún grano largo.

10 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos con salientes de electrodo que entran en dirección radial en la abertura o en el canal de paso desde los límites exteriores y/o, donde existan, desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso, los salientes de electrodo, vistos en la dirección de paso prevista, están dispuestos distribuidos uniformemente en el perímetro de los límites exteriores y/o de los límites interiores de la abertura o del canal de paso. De este modo resulta una geometría de la abertura o del canal de paso que favorece la fragmentación del material a fragmentar en trozos con la forma más similar posible.

15 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, en el lado de salida previsto de la abertura o del canal de paso está dispuesto un dispositivo de bloqueo configurado de modo, en lo que respecta a su geometría, y está dispuesto de modo con respecto a la abertura o al canal de paso, que una esfera con el diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso puede ser retirada de la abertura o del canal de paso, mientras que el dispositivo de bloqueo impide que un cuerpo cilíndrico de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura o del canal de paso. De este modo se posibilita igualmente que el canal de paso no pueda ser atravesado por trozos de material de fragmentación largos con el diámetro de grano objetivo, para lograr así que el material de fragmentación que sale del canal de paso sea esencialmente compacto y prácticamente no contenga ningún grano largo.

20 En este contexto resulta ventajoso que el dispositivo de bloqueo esté configurado como un dispositivo desviador para el material de fragmentación saliente, que está configurado, en lo que respecta a su distancia a los electrodos y al ángulo de desviación, de modo que una esfera con el diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso puede ser retirada de la abertura o del canal de paso por el dispositivo desviador, mientras que éste último impide que un cuerpo cilíndrico de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura o del canal de paso. Preferiblemente, estos dispositivos de desviación están formados por una o más chapas en posición oblicua. Los dispositivos de bloqueo de este tipo son eficaces y se pueden fabricar de forma económica.

25 Un tercer aspecto de la invención se refiere a una disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica con una abertura o un canal de paso para el material de fragmentación y con un par de electrodos o varios pares de electrodos mediante el cual o los cuales, sometiendo los electrodos del par de electrodos respectivo a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura o del canal de paso para fragmentar el material de fragmentación. Una abertura de paso, en el sentido de las reivindicaciones, puede presentar una extensión axial relativamente pequeña en la dirección de paso, mientras que un canal de paso, en el sentido de las reivindicaciones, presenta una extensión claramente mayor en la dirección de paso y está presente en particular cuando hay electrodos dispuestos uno detrás del otro en varios planos vistos en la dirección de paso.

30 Los electrodos de los pares de electrodos pueden estar formados por electrodos individuales separados y/o por salientes de electrodo en uno o más cuerpos de electrodo conductores de la electricidad. En el caso de los electrodos individuales, éstos pueden estar aislados eléctricamente entre sí o también pueden estar conectados eléctricamente entre sí. Además, varios pares de electrodos pueden compartir un electrodo individual o un saliente de electrodo de un cuerpo de electrodos como electrodo común. Por ejemplo, varios pares de electrodos pueden estar formados de modo que, a un electrodo individual que debe someter a impulsos de alta tensión o a un saliente de electrodo de un cuerpo de electrodos que se debe someter a impulsos de alta tensión, se le asignan varios electrodos individuales conectados a tierra o varios salientes de electrodo de un cuerpo de electrodos conectado a tierra, de modo que se produce una descarga disruptiva de alta tensión por cada impulso de tensión a través de uno de los pares de electrodos así formados, dependiendo de la situación de conductividad actual en la zona de los pares de electrodos.

35 La abertura o el canal de paso están configurados de tal modo, y los electrodos de los pares de electrodos están dispuestos dentro de éstos de tal modo, o la abertura o el canal de paso están formados por los electrodos del par de electrodos o de los pares de electrodos de tal modo, que en la zona de la línea de unión más corta

entre los electrodos de al menos uno de los pares de electrodos, preferiblemente bajo delimitación en uno o en los dos electrodos de este par de electrodos, una esfera, cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión más corta entre los electrodos, puede pasar a través de la abertura o del canal de paso. En el sentido de las reivindicaciones, una esfera se encuentra "en la zona de la línea de unión más corta" entre dos electrodos cuando la suma de sus líneas de unión más cortas con respecto a estos dos electrodos es más corta que la línea de unión más corta entre los dos electrodos.

Por tanto, dicho de otro modo, el tercer aspecto de la invención se refiere a una disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica, con una abertura o un canal de paso para el material de fragmentación y con al menos dos electrodos, entre los cuales se pueden generar descargas de alta tensión dentro de la abertura o del canal de paso sometiendo éstos a impulsos de alta tensión para fragmentar el material de fragmentación. Los electrodos están dispuestos dentro de la abertura o del canal de paso o forman la abertura o el canal de paso, de modo que la distancia más pequeña entre dos electrodos, entre los cuales se pueden generar descargas de alta tensión, es menor que el diámetro de la esfera de mayor tamaño que puede pasar a través de la abertura o del canal de paso en la zona de estos dos electrodos.

Con una disposición de electrodos de este tipo, en principio es posible llevar a cabo, al menos en una zona parcial de la disposición de electrodos, una fragmentación electrodinámica del material de fragmentación de forma económica con impulsos de alta tensión relativamente pequeños. Además, así, mediante un reequipamiento de instalaciones existentes con la disposición de electrodos según la invención se logra la posibilidad de ampliar claramente el intervalo de tamaños objetivo realizables con estas instalaciones hacia tamaños objetivo más grandes.

De acuerdo con la invención, en el lado de salida previsto de la abertura o del canal de paso está dispuesto un dispositivo de bloqueo que está configurado de tal modo, en lo que respecta a su geometría, y está dispuesto de tal modo con respecto a la abertura o al canal de paso, que una esfera con el diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso puede ser retirada de la abertura o del canal de paso, mientras que el dispositivo de bloqueo impide que un cuerpo cilíndrico de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor que dicho diámetro, pueda salir de la abertura o del canal de paso.

De este modo se posibilita igualmente que el canal de paso no pueda ser atravesado por trozos de material de fragmentación largos de diámetro de grano objetivo, para lograr así que el material de fragmentación que sale del canal de paso sea esencialmente compacto y prácticamente no contenga ningún grano largo.

En una forma de realización preferente, la disposición de electrodos presenta varios pares de electrodos, mediante los cuales, sometiendo los electrodos correspondientes en cada caso a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura o del canal de paso para fragmentar el material de fragmentación. Ventajosamente, la abertura o el canal de paso están configurados de tal modo, y los electrodos de los pares de electrodos están dispuestos dentro de éstos de tal modo, o la abertura o el canal de paso están formados por los electrodos de los pares de electrodos de tal modo que, por cada par de electrodos, en la zona de la línea de unión más corta entre los electrodos de éste, preferiblemente bajo delimitación en uno o en los dos electrodos de este par de electrodos, una esfera cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos, puede pasar a través de la abertura o del canal de paso. Por consiguiente, preferiblemente en la zona de cada par de electrodos, a través de la abertura o del canal de paso puede pasar en cada caso una esfera cuyo diámetro es mayor que la longitud de la línea de unión más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo.

Con una disposición de electrodos de este tipo es posible llevar a cabo, en toda la zona de la abertura o del canal de paso, una fragmentación electrodinámica de material de fragmentación de forma económica con impulsos de alta tensión relativamente pequeños.

Preferiblemente, la disposición de electrodos está configurada de tal modo, vista en la dirección de paso de la abertura o del canal de paso, a ambos lados de las líneas de unión más cortas en cada caso entre los electrodos del par de electrodos respectivo, en la zona de esta línea de unión más corta, preferiblemente bajo delimitación en uno de los electrodos o en los dos electrodos, que una esfera cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión más corta puede pasar a través de la abertura o del canal de paso. De este modo se posibilitan disposiciones de electrodos con rendimientos de fragmentación especialmente buenos.

En otra forma de realización preferente, la disposición de electrodos está configurada de modo que el diámetro de la esfera respectiva que puede pasar a través de la abertura o del canal de paso en la zona de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos del par de electrodos respectivo, preferiblemente bajo delimitación en al menos uno de los electrodos del par de electrodos respectivo, es en cada caso más de 1,2 veces mayor, preferiblemente más de 1,5 veces mayor, que la longitud de la línea de unión más corta en cada caso entre los electrodos.

En otra de realización preferente de la disposición de electrodos, la abertura o el canal de paso presentan una forma básica o una sección transversal redonda o angulosa, preferiblemente circular, en la que uno o más

5 salientes de electrodo, ventajosamente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso, en particular en dirección radial desde los límites exteriores de la abertura o del canal de paso, preferiblemente dejando libre el centro de la abertura o del canal. Las disposiciones de electrodos de este tipo se pueden fabricar fácilmente y además posibilitan modos de construcción en los que los salientes de electrodo gastados pueden ser sustituidos de forma sencilla desde el exterior.

10 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, la abertura o el canal de paso presentan una forma básica o una sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular. Por una abertura o un canal de paso con una forma básica o una sección transversal anular se entiende aquí, en el sentido más amplio, una abertura o un canal de paso que, vistos en la dirección de la corriente, se extienden de forma periférica alrededor de un cuerpo que forma los límites interiores de los mismos. En este contexto, la forma básica o la sección transversal puede presentar las formas geométricas más diversas, por ejemplo puede estar configurada en forma de estrella o poligonal, en particular rectangular o cuadrada, o puede tener la forma de un anillo elíptico o una corona circular. Además, vista en la dirección de la corriente, puede presentar un ancho uniforme o variable en su perímetro.

15 De este modo, las posibilidades de configuración en relación con la abertura o el canal de paso aumentan claramente y se posibilitan formas de realización en las que numerosos pares de electrodos, que están previstos para generar descargas de alta tensión en la abertura o el canal, pueden ser sometidos a impulsos de alta tensión a través de un suministro de alta tensión central.

20 Preferiblemente, uno o más salientes de electrodo, ventajosamente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso y/o desde sus límites exteriores. De este modo, visto a lo largo del perímetro de la abertura o del canal de paso, se pueden crear numerosas vías de paso para el material de fragmentación triturado al tamaño objetivo, que están delimitadas en cada caso por pares de electrodos que someten los eventuales trozos del material de fragmentación adyacentes a los mismos con un tamaño mayor que el tamaño objetivo a descargas de alta tensión y así los fragmentan hasta que alcanzan el tamaño objetivo y pueden pasar la abertura o el canal de paso a través de la vía de paso respectiva.

25 Además, es preferible que los salientes de electrodo entren en la abertura o en el canal de paso perpendicularmente con respecto a la dirección de paso prevista o de forma inclinada en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista. El primer caso tiene la ventaja de que las disposiciones de electrodos de este tipo también se pueden fabricar de forma relativamente sencilla con salientes de electrodo intercambiables y se pueden proporcionar de forma correspondientemente económica. El segundo caso tiene la ventaja de que los salientes de electrodo están orientados hacia el material de fragmentación, lo que aumenta las probabilidades de contacto directo con el material de fragmentación, con lo que se posibilita una mejora adicional de la eficiencia del proceso de fragmentación, sobre todo en caso de ciertos tamaños del material de fragmentación.

30 En este contexto también es preferible que los límites interiores y/o los límites exteriores de la abertura o del canal de paso estén formados en cada caso por un cuerpo aislante que porta salientes de electrodo individuales. De este modo, los salientes de electrodo gastados se pueden sustituir de forma económica, sin que para ello sea necesario sustituir los límites completos de la abertura o del canal de paso. En este contexto, los salientes de electrodo pueden estar aislados eléctricamente entre sí, o algunos de los salientes de electrodo o todos ellos pueden estar conectados eléctricamente entre sí, por ejemplo a través de una línea de conexión que se extiende dentro del cuerpo aislante.

35 En una variante preferente de las dos variantes de realización anteriormente descritas de la forma de realización preferente de la disposición de electrodos con abertura o canal de paso anular, varios salientes de electrodo en forma de barra o de punta entran en cada caso en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores y desde los límites exteriores de la abertura o del canal. En este contexto, cada uno de los salientes de electrodo que entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores tiene asignados en cada caso al menos dos de los salientes de electrodo que entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites exteriores. De este modo, el saliente de electrodo respectivo dispuesto en los límites interiores forma, junto con los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores, varios pares de electrodos que comparten dicho electrodo como electrodo común. Correspondientemente, desde el saliente de electrodo respectivo dispuesto en el límite interior se producirá una descarga de alta tensión hasta uno de los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores, dependiendo de la situación de conductividad en la zona entre dicho saliente de electrodo y los salientes de electrodo asignados en los límites exteriores. Mediante esta configuración, con cada uno de los salientes de electrodo dispuestos en los límites interiores se pueden formar varias zonas de fragmentación dentro de la abertura o del canal de paso.

40 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, uno o más salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal, mientras que los límites exteriores de la abertura o del canal de paso están formados por un único electrodo que preferiblemente está configurado de forma anular. Por tanto, los límites exteriores de la abertura o del canal de paso constituyen un electrodo periférico que forma en cada caso un

par de electrodos con cada uno de los salientes de electrodo. Un electrodo de este tipo es robusto y se puede fabricar de forma económica.

5 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, varios salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en la abertura o en el canal de paso desde los límites interiores de la abertura o del canal, entrando algunos de estos salientes de electrodo o todos ellos en la
10 abertura o en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista, preferiblemente de modo que sus extremos libres sobresalen en dirección axial más allá de un cuerpo que porta dichos salientes de electrodo. De este modo se aumentan adicionalmente las probabilidades de contacto directo de los salientes de electrodo con el material de fragmentación, lo que, como ya se ha mencionado, posibilita una mejora adicional de la eficiencia del proceso de fragmentación, sobre todo en caso de ciertos tamaños del material de fragmentación.

15 En una variante ventajosa de la forma de realización preferente de la disposición de electrodos en la que la abertura o el canal de paso presentan una forma básica o una sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular, los límites interiores de la abertura o del canal de paso están formados por un único electrodo, preferiblemente en forma de disco, de barra o de esfera. Una configuración de este tipo es robusta y se puede fabricar de forma económica.

20 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos, ésta presenta un canal de paso para el material de fragmentación en el que, en diferentes posiciones axiales con respecto a la dirección de paso prevista, unos salientes de electrodo, preferiblemente en forma de barra o de punta, entran en el canal de paso desde los límites exteriores y/o, si existen, desde los límites interiores del canal de paso. Estas disposiciones de electrodos también se denominan en adelante disposiciones de electrodos multietapa.

25 En este contexto resulta ventajoso que los salientes de electrodo dispuestos en diferentes posiciones axiales entren en el canal de paso en diferentes posiciones periféricas de los límites exteriores y/o de los límites interiores. Con disposiciones de electrodos de este tipo se puede conseguir, en un espacio pequeño, una acción especialmente intensa sobre el material de fragmentación mediante descargas de alta tensión.

Preferiblemente, en estas disposiciones de electrodos multietapa, algunos de los salientes de electrodo dispuestos en una primera posición axial vista en la dirección de paso, o todos ellos, entran en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista.

30 En este contexto además es preferible que al menos algunos de los salientes de electrodo que entran en el canal de paso desde los límites interiores del canal de paso y que están dispuestos en una primera posición axial, o todos ellos, entren en el canal de paso inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso prevista. Como ya se ha mencionado anteriormente, esto ofrece la ventaja de aumentar adicionalmente las probabilidades de contacto directo de los salientes de electrodo con el material de fragmentación. Esto influye a su vez positivamente en la eficiencia del proceso de fragmentación.

35 Además, en estas disposiciones de electrodos multietapa es preferible que los salientes de electrodo dispuestos en una posición axial siguiente a la primera posición axial vista en la dirección de paso, es decir, los salientes de electrodo dispuestos en una segunda, una tercera, etc. posición axial, entren en el canal de paso en dirección perpendicular con respecto a la dirección de paso prevista o inclinados en la dirección de paso prevista. De este modo se facilita el paso del material de fragmentación triturado al tamaño objetivo a través
40 del canal de paso.

45 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos multietapa, los salientes de electrodo entran en el canal de paso de modo que, a través de éste, no puede pasar un cuerpo cilíndrico de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, preferiblemente más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro. De este modo se posibilita que el canal de paso no pueda ser atravesado por trozos de material de fragmentación largos de diámetro de grano objetivo, para lograr así que el material de fragmentación que sale del canal de paso consista esencialmente en trozos compactos y contenga muy pocos o ningún grano largo.

50 En otra forma de realización preferente de la disposición de electrodos con salientes de electrodo que entran en dirección radial en la abertura o en el canal de paso desde los límites exteriores y/o, donde existan, desde los límites interiores de la abertura o del canal de paso, los salientes de electrodo, vistos en la dirección de paso prevista, están dispuestos distribuidos uniformemente en el perímetro de los límites exteriores y/o de los límites interiores de la abertura o del canal de paso. De este modo resulta una geometría de la abertura o del canal de paso que favorece la fragmentación del material de fragmentación en trozos con la forma más similar
55 posible.

También resulta ventajoso que el dispositivo de bloqueo esté configurado como un dispositivo desviador para el material de fragmentación saliente, que está configurado en lo que respecta a su distancia a los electrodos y al ángulo de desviación de tal modo que una esfera con el diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso puede ser retirada de la abertura o del canal por el dispositivo desviador, mientras que el éste impide que un cuerpo cilíndrico de extremos semiesféricos que presenta un diámetro
60

5 correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura o el canal de paso, y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura o del canal de paso. Preferiblemente, estos dispositivos de desviación están formados por una o más chapas en posición oblicua. Los dispositivos de bloqueo de este tipo son eficaces y se pueden fabricar de forma económica.

10 Un cuarto aspecto de la invención se refiere a una instalación de fragmentación para la fragmentación electrodinámica de un material de fragmentación con al menos una disposición de electrodos de acuerdo con el segundo o el tercer aspecto de la invención y con un generador de impulsos de alta tensión para someter los electrodos de la disposición de electrodos a impulsos de alta tensión. La utilización de las disposiciones de electrodos según la invención en estas instalaciones corresponde a su uso previsto.

15 En una forma de realización preferente de la instalación de fragmentación, la disposición de electrodos está orientada de tal modo que la abertura o el canal de paso tienen una dirección de paso vertical. De este modo, la disposición de electrodos se puede cargar con el material a fragmentar y los trozos del material fragmentado se pueden conducir a través de la abertura o del canal de paso exclusivamente mediante transporte por gravedad.

20 En otra forma de realización preferente de la instalación de fragmentación, la disposición de electrodos presenta una abertura o un canal de paso con una forma básica o una sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular. El generador de impulsos de alta tensión está dispuesto debajo de la abertura o del canal de paso y los electrodos formados en los límites interiores de la abertura o del canal de paso son sometidos directamente desde abajo a impulsos de alta tensión con el generador de impulsos de alta tensión.

25 En este contexto también es preferible que el límite exterior de la abertura o del canal de paso, o los electrodos dispuestos en dichos límites exteriores, estén conectados a tierra. De este modo solo se debe aislar la línea de alimentación del generador de impulsos de alta tensión que conduce a los electrodos formados en los límites interiores de la abertura o del canal de paso y se pueden realizar recorridos de línea de alimentación muy cortos, lo que es preferible.

Un quinto aspecto de la invención se refiere a la utilización de la instalación de fragmentación de acuerdo con el cuarto aspecto de la invención para fragmentar material poco conductor, preferiblemente de silicio, hormigón o escoria. Las ventajas de la invención se manifiestan de forma especialmente clara en este tipo de utilizaciones.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Otras configuraciones, ventajas y utilizaciones de la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción en referencia a las figuras. En éstas:

- 35 Fig. 1: una vista superior de una primera disposición de electrodos no correspondiente a la invención;
- Fig. 2: una vista superior de una segunda disposición de electrodos no correspondiente a la invención;
- Fig. 3: una vista superior de una tercera disposición de electrodos no correspondiente a la invención;
- Fig. 4: una vista superior de una cuarta disposición de electrodos no correspondiente a la invención;
- Fig. 5: una vista superior de una quinta disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 6: una vista superior de una sexta disposición de electrodos según la invención;
- 40 Fig. 7: una vista superior de una séptima disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 8: una vista superior de una octava disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 8a: una vista superior de una novena disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 8b: sección vertical a través de una parte de una primera instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 8a;
- 45 Fig. 9: una vista superior de una décima disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 10: una vista superior de una undécima disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 11: una vista superior de una duodécima disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 11a: sección vertical a través de una parte de una segunda instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 11;
- 50 Fig. 11b: una representación como la Figura 11a con la instalación según la invención en el servicio de fragmentación;
- Fig. 11c: una representación como la Figura 11a con cuerpos esféricos y cilíndricos representados esquemáticamente y dispuestos en la abertura de paso;
- Fig. 11d: una representación como la Figura 11a con un fragmento de grano largo dispuesto en la disposición de electrodos;
- 55 Fig. 11e: una representación como la Figura 11a de la segunda instalación de fragmentación según la invención con una variante de la disposición de electrodos de la Fig. 11;
- Fig. 12: una vista superior de una decimotercera disposición de electrodos según la invención;
- Fig. 12a: sección vertical a través de una parte de una tercera instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 12;
- 60 Fig. 12b: una representación como la Figura 12a de la tercera instalación de fragmentación según la invención con una variante de la disposición de electrodos de la Fig. 12;

- Fig. 13: una vista superior de una decimocuarta disposición de electrodos según la invención;
 Fig. 14: una vista superior de una decimoquinta disposición de electrodos según la invención;
 Fig. 14a: sección vertical a través de una parte de una cuarta instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 14;
 5 Fig. 14b: una representación como la Fig. 14a de la cuarta instalación de fragmentación según la invención con una variante de la disposición de electrodos de la Fig. 14;
 Fig. 15: una vista superior de una decimosexta disposición de electrodos según la invención; y
 Fig. 15a: una sección vertical a través de una parte de una quinta instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 15.

10 FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

La Fig. 1 muestra una vista desde arriba de una primera disposición de electrodos no correspondiente a la invención para una instalación de fragmentación electrodinámica. Como se puede ver, la disposición de electrodos presenta una abertura de paso 1 con UNA forma básica o sección transversal rectangular para EL material de fragmentación en la que entran desde sus límites exteriores tres salientes de electrodo 5a, 5b, 5c en forma de barra, dejando libre el centro de la abertura de paso 1.

Los límites exteriores de la abertura de paso 1 están formados por un cuerpo aislante 7. Los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c están formados por electrodos individuales portados por el cuerpo aislante 7.

Los dos electrodos 5b, 5c dispuestos conjuntamente en un lado de los límites exteriores de la abertura de paso 1 están conectados eléctricamente entre sí a través de una línea (no mostrada) y están aislados eléctricamente con respecto al electrodo 5a situado frente a los mismos por medio del cuerpo aislante 7. De este modo, los tres electrodos 5a, 5b, 5c forman dos pares de electrodos 5a, 5b y 5a, 5c, mediante los cuales, sometiendo los electrodos a impulsos de alta tensión, por ejemplo conectando a tierra los dos electrodos inferiores 5b, 5c, mientras que el electrodo superior 5a se conecta a un generador de impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso 1 para fragmentar el material de fragmentación que entra en la abertura de paso 1 o que se encuentra cerca de uno de los pares de electrodos.

En este contexto, la abertura de paso 1 está configurada de tal modo, y los electrodos 5a, 5b, 5c están dispuestos dentro de ésta de tal modo, que por cada par de electrodos 5a, 5b y 5a, 5c, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos 5a, 5b o 5a, 5c del par de electrodos respectivo (representada en cada caso con línea de puntos), una esfera K (representada en cada caso con línea discontinua), cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de dicha línea de unión L más corta respectiva, puede pasar a través de la abertura de paso 1.

La Fig. 2 muestra una vista desde arriba de una segunda disposición de electrodos no correspondiente a la invención, que se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 1 en que su abertura de paso 1 presenta una forma básica o sección transversal circular, en la que entran en dirección radial desde sus límites exteriores dos salientes de electrodo 5a, 5b en forma de barra situados uno frente a otro, también dejando libre el centro de la abertura de paso 1.

También en este caso, los límites exteriores de la abertura de paso 1 están formados por un cuerpo aislante 7 y los salientes de electrodo 5a, 5b están formados por electrodos individuales portados por el cuerpo aislante 7.

40 Correspondientemente, los dos electrodos 5a, 5b forman un par de electrodos 5a, 5b con el que se pueden generar descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso 1.

En este contexto, también en este caso, la abertura de paso 1 está configurada de tal modo, y los electrodos 5a, 5b están dispuestos dentro de ésta de tal modo, que en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos 5a, 5b (representada con línea de puntos), una esfera K (representada con línea discontinua), cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión L, puede pasar a través de la abertura de paso 1.

La Fig. 3 muestra una vista desde arriba de una tercera disposición de electrodos no correspondiente a la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 1 en que su abertura de paso 1 presenta una forma básica o sección transversal circular, en la que entran en dirección radial desde sus límites exteriores los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c. Todo el resto de la información previamente proporcionada en relación con la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 1 también es aplicable análogamente a esta disposición de electrodos y por lo tanto no se repite en este punto.

La Fig. 4 muestra una vista desde arriba de una cuarta disposición de electrodos no correspondiente a la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 2 en que consiste en dos disposiciones de electrodos según la Fig. 2 dispuestas una tras otra, que presentan un cuerpo aislante 7 común, y en que la disposición de electrodos trasera está girada 90° con respecto a la delantera. Los electrodos 5c, 5d de la disposición de electrodos trasera están representados aquí con línea de puntos, para indicar que éstos están dispuestos en un plano por detrás de los electrodos 5a, 5b de las disposiciones de electrodos delanteras. Todo el resto de la información previamente proporcionada en relación con la disposición de electrodos

mostrada en la Fig. 2 también es aplicable análogamente a esta disposición de electrodos y por tanto no se repite.

La Fig. 5 muestra una vista desde arriba de una quinta disposición de electrodos según la invención. En esta forma de realización, la disposición de electrodos presenta un canal de paso 2 con una forma básica o de sección transversal anular, cuyos límites exteriores están formados por un tubo 5 metálico rectangular, por ejemplo de acero inoxidable. Los límites interiores del canal de paso 2 están formados por un perfil macizo 4 de metal, por ejemplo también de acero inoxidable, de sección transversal cuadrada, que está dispuesto en el centro del tubo 5 y cuyas superficies exteriores forman en cada caso un ángulo de 45° con las superficies interiores opuestas del tubo 5 metálico rectangular. En el presente caso, las esquinas del perfil macizo 4 sirven como salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d que, junto con el área de la pared interior del tubo 5 metálico opuesta en cada caso a los mismos, forman en cada caso un par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5, respectivamente, mediante el cual, sometiendo el tubo 5 metálico rectangular y el perfil macizo 4 de metal a impulsos de alta tensión, por ejemplo conectando el tubo 5 a tierra y el perfil macizo 4 a un generador de impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro del canal de paso 2. Las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 se representan con líneas de puntos.

En este contexto, como se puede ver, el canal de paso 2 está formado por los electrodos 4a, 4b, 4c, 4d, 5, de modo que por cada par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de dicha línea de unión L más corta, puede atravesar el canal de paso 2.

La Fig. 6 muestra una vista desde arriba de una sexta disposición de electrodos según la invención, que se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 5 en que en el centro del tubo metálico 5 rectangular no está dispuesto un perfil macizo 4 de metal de sección transversal cuadrada, sino un cuerpo aislante 6 de sección transversal circular, desde el que sobresalen radialmente hacia afuera, en cada caso hacia una de las esquinas del tubo 5 metálico rectangular, cuatro salientes de electrodos 4a, 4b, 4c, 4d formados por electrodos individuales. Estos electrodos 4a, 4b, 4c, 4d están atornillados en un conductor (no mostrado) que se extiende por el centro del cuerpo aislante 6, con lo que están conectados eléctricamente entre sí, de modo que pueden ser sometidos a impulsos de alta tensión a través de dicho conductor.

En este caso, cada uno de los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, junto con cada una de dos paredes interiores opuestas a éstos del tubo 5 metálico rectangular, forma en cada caso un par de electrodos con el que se pueden generar descargas de alta tensión dentro del canal de paso 2. Las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos así formados se representan en cada caso con líneas de puntos.

En este contexto, también en este caso, el canal de paso 2 está configurado de tal modo, y los electrodos 4a, 4b, 4c, 4d, 5 están dispuestos de tal modo, que en cada uno de los ocho pares de electrodos formados por los electrodos 4a, 4b, 4c, 4d y las dos paredes interiores respectivas del tubo 5 de acero inoxidable rectangular opuestas a cada electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de dicha línea de unión L más corta entre los electrodos, puede atravesar el canal de paso 2.

La Fig. 7 muestra una vista desde arriba de una séptima disposición de electrodos según la invención. En esta realización, la disposición de electrodos presenta una abertura de paso 1 con una forma básica o sección transversal anular, cuyos límites exteriores están formados por un anillo metálico 5. Los límites interiores de la abertura de paso 1 están formados por un cuerpo de electrodos 4 en forma de estrella, también de metal, que está dispuesto en el centro del anillo 5. El cuerpo de electrodos 4 en forma de estrella forma cuatro salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d que, en cada caso, junto con el área de pared interior opuesta respectivamente a los mismos del anillo 5 que rodea el cuerpo de electrodos 4, forman un par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5, mediante el cual se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro del canal de paso 2. Las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 se representan con líneas de puntos.

Como se puede ver, la abertura de paso 1 está formada aquí por el anillo metálico 5 y el cuerpo de electrodos 4 o por los electrodos 4a, 4b, 4c, 4d, 5, de tal modo que por cada par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 respectivo, puede atravesar la abertura de paso 1.

La Fig. 8 muestra una vista desde arriba de una octava disposición de electrodos según la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 7 en que, en lugar del cuerpo de electrodos en forma de estrella, en el centro del anillo metálico 5 está dispuesto un cuerpo aislante 6 con salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d dispuestos en el mismo, tal como se ha descrito en el caso de la forma de realización de la Fig. 6.

En este contexto, cada uno de los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, junto con el área de pared interior opuesta respectivamente a los mismos del anillo 5 que rodea el cuerpo de electrodos 4, forma un par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 mediante el cual se pueden generar descargas de alta tensión dentro del canal de paso 2. Las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 se representan de nuevo con líneas de puntos.

De este modo, también en este caso, la abertura de paso 1 está formada por el anillo metálico 5 y el cuerpo aislante 6, así como por los electrodos 4a, 4b, 4c, 4d dispuestos en el mismo, de tal modo que por cada par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es en cada caso mayor que la longitud de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 respectivo, puede atravesar la abertura de paso 1.

La Fig. 8a muestra una vista desde arriba de una novena disposición de electrodos según la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 8 en que los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d entran en la abertura de paso 1 desde el cuerpo aislante 6 central, inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso S prevista.

Tal como se puede ver en la Fig. 8b, que muestra una sección vertical a través de una parte de una primera instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 8a, la disposición de electrodos está orientada en la instalación de fragmentación de tal modo que su abertura de paso 1 tiene una dirección de paso S prevista vertical. En este contexto, los cuatro salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d forman el extremo superior de un electrodo de alta tensión 9, que está conectado con un generador de impulsos de alta tensión (no mostrado) dispuesto directamente debajo del mismo para someter los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d a impulsos de alta tensión. El anillo metálico 5 está conectado a tierra.

Por encima de la disposición de electrodos, es decir, en el lado de entrada de la disposición de electrodos, está dispuesta una tolva de alimentación 13 por la cual el material de fragmentación a triturar se puede conducir a la disposición de electrodos por gravedad.

Por debajo de la disposición de electrodos, es decir, en el lado de salida de la disposición de electrodos, está dispuesto un dispositivo desviador en forma de chapa de desviación 10 cónica, que puede desviar el material de fragmentación que sale de la disposición de electrodos y que ha sido triturado al tamaño objetivo en dirección radial hacia afuera y lo puede sacar de la disposición de electrodos mediante transporte por gravedad.

La Fig. 9 muestra una vista desde arriba de una décima disposición de electrodos según la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 7 en que los límites exteriores de la abertura de paso 1 no están formados por un anillo metálico, sino por un cuerpo aislante 7 tubular que porta en su cara interior, en cada caso enfrente de los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d del cuerpo de electrodos 4 en forma de estrella, electrodos individuales 5a, 5b, 5c, 5d lenticulares de metal, que están conectados eléctricamente entre sí a través de una línea de conexión (no mostrada).

Los cuatro salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d del cuerpo de electrodos 4 en forma de estrella forman en cada caso, junto con los electrodos individuales 5a, 5b, 5c, 5d opuestos respectivamente a los mismos, un par de electrodos 4a, 5a; 4b, 5b; 4c, 5c; 4d, 5d mediante el cual se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro del canal de paso 2. Las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 se representan de nuevo con líneas de puntos.

También en este caso, la abertura de paso 1 está formada por el cuerpo aislante 7 tubular con los electrodos individuales 5a, 5b, 5c, 5d dispuestos en el mismo y el cuerpo de electrodos 4, de tal modo que, por cada par de electrodos 4a, 5a; 4b, 5b; 4c, 5c; 4d, 5d, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos 4a, 5a; 4b, 5b; 4c, 5c; 4d, 5d respectivo, puede atravesar la abertura de paso 1.

La Fig. 10 muestra una vista desde arriba de una undécima disposición de electrodos según la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 9 en que, en lugar del cuerpo de electrodos en forma de estrella, en el centro del cuerpo aislante 7 tubular está dispuesto un perfil macizo 4 metálico de sección transversal cuadrada, como en la Fig. 5.

También en este caso, las esquinas del perfil macizo 4 sirven como salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d que, junto con los electrodos individuales 5a, 5b, 5c, 5d lenticulares respectivamente opuestos a los mismos, forman en cada caso un par de electrodos 4a, 5a; 4b, 5b; 4c, 5c; 4d, 5d, mediante el cual se pueden generar descargas de alta tensión. Las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos 4a, 5; 4b, 5; 4c, 5; 4d, 5 se representan de nuevo con líneas de puntos.

Esta disposición de electrodos presenta un canal de paso 2, que está formado por el cuerpo aislante 7 tubular con los electrodos individuales 5a, 5b, 5c, 5d dispuestos en el mismo y el cuerpo de electrodos 4, de tal modo que, por cada par de electrodos 4a, 5a; 4b, 5b; 4c, 5c; 4d, 5d, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha

línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos 4a, 5a; 4b, 5b; 4c, 5c; 4d, 5d respectivo, puede atravesar el canal de paso.

5 La Fig. 11 muestra una vista desde arriba de una duodécima disposición de electrodos según la invención, que se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 8 en que los límites exteriores de la abertura de paso 1, en lugar de por un anillo metálico, están formados por un cuerpo aislante 7 tubular que presenta en su cara interior salientes de electrodo 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h en forma de barra que están distribuidos uniformemente a lo largo de su perímetro y que entran en dirección radial en la abertura de paso 1.

10 En este contexto, cada uno de los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, que entran en dirección radial en la abertura de paso 1 desde el cuerpo aislante 6 central, tiene asignados respectivamente dos de los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h en forma de barra, que están dispuestos en la cara interior del cuerpo aislante 7 tubular. De este modo, con los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h, que entran en la abertura de paso 1 desde los límites interior y exterior de ésta, se forman en total ocho pares de electrodos 4a, 5a; 4a, 5b; 4b, 5c; 4b, 5d; 4c, 5e; 4c, 5f; 4d, 5g; 4d, 5h, con los que se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso 1. Las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos se representan de nuevo con líneas de puntos.

20 Como se puede ver, aquí la abertura de paso 1 está formada por el cuerpo aislante 7 tubular con los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h dispuestos en el mismo y por el cuerpo aislante 6 central con los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d dispuestos en el mismo, de tal modo que, por cada par de electrodos 4a, 5a; 4a, 5b; 4b, 5c; 4b, 5d; 4c, 5e; 4c, 5f; 4d, 5g; 4d, 5h, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos 4a, 5a; 4a, 5b; 4b, 5c; 4b, 5d; 4c, 5e; 4c, 5f; 4d, 5g; 4d, 5h respectivo, puede atravesar la abertura de paso 1.

25 Las Figuras 11a, 11b, 11c y 11d muestran secciones verticales a través de una parte de una segunda instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 11, una vez sin material de fragmentación (Fig. 11a), una vez con material de fragmentación (Fig. 11b), una vez con cuerpos esféricos y cilíndricos representados esquemáticamente dispuestos en la abertura de paso (Fig. 11c) y una vez con un fragmento de grano largo dispuesto en la abertura de paso 1 de la disposición de electrodos (Fig. 11d).

30 Como se puede ver en estas figuras, la disposición de electrodos está orientada en la instalación de fragmentación de tal modo que su abertura de paso 1 tiene una dirección de paso S vertical. En este contexto, el cuerpo aislante 6 central con los cuatro salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d forma el extremo superior de un electrodo de alta tensión 9 cilíndrico, que está conectado con un generador de impulsos de alta tensión (no mostrado) dispuesto directamente debajo del mismo para someter los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d a impulsos de alta tensión. Los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h portados por el cuerpo aislante 7 tubular están conectados a tierra.

35 Por encima de la disposición de electrodos, es decir, en el lado de entrada de la disposición de electrodos, está dispuesta una tolva de alimentación 13 mediante la cual el material de fragmentación 3 a triturar es conducido a la disposición de electrodos por gravedad.

40 Por debajo de la disposición de electrodos, es decir, en el lado de salida de la disposición de electrodos, está dispuesto un dispositivo desviador en forma de una chapa de desviación 10 cónica, que desvía el material de fragmentación 11a que sale de la disposición de electrodos y que ha sido triturado al tamaño objetivo en dirección radial hacia afuera y lo saca de la disposición de electrodos por gravedad. Tal como se puede ver en particular en la Fig. 11c, el dispositivo desviador 10 constituye un dispositivo de bloqueo, que está configurado en lo que respecta a su geometría y está dispuesto en relación con la abertura de paso 1 de tal modo que dicho dispositivo de bloqueo 10 impide que un cuerpo cilíndrico Z de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar la abertura de paso 1 en el área de paso respectiva y que presenta una altura más de 1,3 veces mayor que dicho diámetro pueda salir de la abertura de paso 1, mientras que la esfera K más grande que puede atravesar la abertura de paso 1 en el área de paso respectiva, puede ser sacada de la abertura de paso 1 por el dispositivo desviador 10.

45 De este modo se obtiene la ventaja mostrada en la Fig. 11d, que consiste en que los trozos fragmentados 11b largos son retenidos en la abertura de paso 1 por el dispositivo desviador 10 que actúa como dispositivo de bloqueo y siguen siendo fragmentados hasta que son suficientemente cortos para pasar por el dispositivo desviador 10 y salir de la abertura de paso 1. De este modo se logra que el material de fragmentación saliente sean trozos 11a esencialmente compactos y prácticamente no contenga ningún grano largo 11b.

50 La Figura 11e muestra una variante de la segunda instalación de fragmentación según la invención. Ésta solo se diferencia de la instalación de fragmentación mostrada en la Fig. 11a en que todos los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h entran en la abertura de paso 1 inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso S prevista. En este contexto, los cuatro salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d que entran en la abertura de paso desde el cuerpo aislante 6 central, forman el extremo superior del electrodo de alta tensión 9.

- La Figura 12 muestra una vista desde arriba de una decimotercera disposición de electrodos según la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 11 en que, en lugar del cuerpo aislante central con los salientes de electrodos dispuestos en el mismo, un electrodo 4 cónico de metal forma los límites interiores de la abertura de paso 1. Los salientes de electrodos 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h en forma de barra, que entran en la abertura de paso 1 en dirección radial desde la cara interior del cuerpo aislante 7 tubular, forman en cada caso, junto con el área del borde opuesta a los mismos, en total ocho pares de electrodos 4, 5a; 4, 5b; 4, 5c; 4, 5d; 4, 5e; 4, 5f; 4, 5g; 4, 5h, con los que se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso 1. También en este caso, las líneas de unión L más cortas entre los electrodos de los respectivos pares de electrodos se representan con líneas de puntos.
- Como se puede ver, aquí la abertura de paso 1 está formada por el cuerpo aislante 7 tubular con los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h dispuestos en el mismo y por el electrodo 4 cónico central de tal modo que, por cada par de electrodos 4, 5a; 4, 5b; 4, 5c; 4, 5d; 4, 5e; 4, 5f; 4, 5g; 4, 5h, en la zona de la línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos respectivo, una esfera K, cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión L más corta entre los electrodos del par de electrodos 4, 5a; 4, 5b; 4, 5c; 4, 5d; 4, 5e; 4, 5f; 4, 5g; 4, 5h respectivo, puede atravesar la abertura de paso 1.
- La Fig. 12a muestra una sección vertical a través de una parte de una tercera instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 12. Esta instalación de fragmentación solo se diferencia de la instalación de fragmentación según las Fig. 11a-11d por el tipo de construcción del electrodo de alta tensión 9 central, cuyo extremo superior está formado aquí por el electrodo 4 cónico. Todo el resto de la información proporcionada en relación con la disposición de electrodos mostrada en las Fig. 11a-11d también es aplicable análogamente a esta disposición de electrodos y por tanto no se repite en este punto.
- La Fig. 12b muestra una variante de la tercera instalación de fragmentación según la invención. Ésta solo se diferencia de la instalación de fragmentación mostrada en la Fig. 12a en que los electrodos 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h dispuestos en el cuerpo aislante 7 tubular entran en la abertura de paso 1 inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso S prevista.
- La Fig. 13 muestra una vista desde arriba de una decimocuarta disposición de electrodos según la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 9 en que consiste en dos disposiciones de electrodos según la Fig. 9 dispuestas una tras otra, que presentan un cuerpo aislante 7 común, y en que la disposición de electrodos trasera está girada 45° con respecto a la delantera. Los electrodos 4e, 4f, 4g, 4h y 5e, 5f, 5g, 5h de la disposición de electrodos trasera están representados aquí con línea de puntos, para indicar que éstos están dispuestos en un plano por detrás de los electrodos 4a, 4b, 4c, 4d y 5a, 5b, 5c, 5d de la disposición de electrodos delantera. Todo el resto de la información proporcionada en relación con la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 9 también es aplicable análogamente a esta disposición de electrodos y por tanto no se repite.
- La Fig. 14 muestra una vista desde arriba de una decimoquinta disposición de electrodos según la invención, que solo se diferencia de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 11 en que consiste en dos disposiciones de electrodos según la Fig. 11 dispuestas una tras otra, que presentan un cuerpo aislante 7 común, y en que los salientes de electrodo 4e, 4f, 4g, 4h de la disposición de electrodos trasera, que entran en el canal de paso 2 desde el cuerpo aislante 6 central, están girados 45° alrededor del eje central de la disposición de electrodos. Los salientes de electrodo 4e, 4f, 4g, 4h de la disposición de electrodos trasera están representados aquí de nuevo con línea de puntos, para indicar que éstos están dispuestos en un plano por detrás de los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d y 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h de la disposición de electrodos delantera. Los salientes de electrodo 5i, 5j, 5k, 5l, 5m, 5n, 5o, 5p de la disposición de electrodo trasera no son visibles aquí, ya que en esta representación están tapados por los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h de la disposición de electrodos delantera. Sin embargo, se pueden ver en parte en la Fig. 14. Todo el resto de la información proporcionada en relación con la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 11 también es aplicable análogamente a esta disposición de electrodos y por tanto no se repite.
- La Fig. 14a muestra una sección vertical a través de una parte de una cuarta instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 14.
- La disposición de electrodos también está orientada en esta instalación de fragmentación de tal modo que el canal de paso 2 presenta una dirección de paso S vertical. En este contexto, el cuerpo aislante 6 central con los ocho salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h forma el extremo superior de un electrodo de alta tensión 9 cilíndrico que, como en el caso de las instalaciones de fragmentación anteriormente descritas, está conectado con un generador de impulsos de alta tensión dispuesto directamente debajo del mismo, para someter conjuntamente los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 4g, 4h a impulsos de alta tensión. Los salientes de electrodo 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h, 5i, 5j, 5k, 5l, 5m, 5n, 5o, 5p portados por el cuerpo aislante 7 tubular están conectados conjuntamente a tierra.
- Como en el caso de las instalaciones de fragmentación anteriormente descritas, aquí también está dispuesta una tolva de alimentación 13 por encima de la disposición de electrodos, mediante la cual el material de fragmentación 3 a triturar es conducido a la disposición de electrodos por gravedad.

5 En esta instalación de fragmentación, por debajo de la disposición de electrodos, es decir, en el lado de salida de la disposición de electrodos, una configuración en forma de cono truncado 8 del cuerpo aislante 6 del electrodo de alta tensión 9 define un dispositivo desviador que desvía el material de fragmentación que sale de la disposición de electrodos y que ha sido triturado al tamaño objetivo en dirección radial hacia afuera y lo saca de la disposición de electrodos por gravedad.

10 La Fig. 14b muestra una variante de la cuarta instalación de fragmentación según la invención. Ésta se diferencia de la instalación de fragmentación mostrada en la Fig. 14a en que todos los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, 5a, 5b, 5c, 5d, 5e, 5f, 5g, 5h, que están dispuestos en una primera posición axial vistos en la dirección de paso S, entran en el canal de paso 2 inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso S prevista. En este contexto, los cuatro salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d, que entran en el canal de paso 2 desde el cuerpo aislante 6 central, forman el extremo superior del electrodo de alta tensión 9. Los salientes de electrodo 4e, 4f, 4g, 4h, 5i, 5j, 5k, 5l, 5m, 5n, 5o, 5p, que están dispuestos en una segunda posición axial vistos en la dirección de paso S, entran en el canal de paso 2 en dirección perpendicular con respecto a la dirección de paso S prevista.

15 La Fig. 15 muestra una vista desde arriba de una decimosexta disposición de electrodos según la invención y la Fig. 15a muestra una sección vertical a través de una parte de una quinta instalación de fragmentación según la invención con la disposición de electrodos de la Fig. 15. Éstas se diferencian de la disposición de electrodos mostrada en la Fig. 8 y de la instalación mostrada en la Fig. 8a esencialmente en que en este caso los salientes de electrodo 4a, 4b, 4c, 4d están portados por un cuerpo 14 lenticular conductor de la electricidad, que limita por su cara inferior con el cuerpo aislante 6 del electrodo de alta tensión 9 y que porta una tapa aislante 15 en su cara frontal orientada en sentido opuesto a la dirección de paso S prevista. Otra diferencia es que, en este caso, el anillo metálico 5 forma una tolva de entrada para la abertura de paso 1. Como en todas las instalaciones de fragmentación anteriormente descritas, aquí también está dispuesta una tolva de alimentación 13 por encima de la disposición de electrodos, es decir, en el lado de entrada de la disposición de electrodos, mediante la cual el material de fragmentación a triturar es conducido a la disposición de electrodos por gravedad.

20 Igualmente como en todas las instalaciones de fragmentación anteriormente descritas, aquí también está dispuesto un dispositivo desviador en forma de chapa de desviación 10 por debajo de la disposición de electrodos, es decir, en el lado de salida de la disposición de electrodos, que desvía el material de fragmentación que sale de la disposición de electrodos y que ha sido triturado al tamaño objetivo hacia afuera y lo saca de la disposición de electrodos por gravedad. Sin embargo, en el presente caso esta chapa de desviación 10 no está configurada con forma cónica como en las instalaciones de fragmentación anteriormente descritas, sino como una superficie inclinada esencialmente plana que es atravesada por el electrodo de alta tensión 9.

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

Reivindicaciones

1. Procedimiento para la fragmentación de material mediante descargas de alta tensión a un tamaño de trozo inferior o igual a un tamaño objetivo, que comprende los pasos de:
 - a) proporcionar una disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica con una abertura de paso (1) o un canal de paso (2) para el material de fragmentación (3) y con uno o más pares de electrodos mediante los cuales, sometiendo sus electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) para fragmentar el material de fragmentación (3), estando la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) configurados de tal modo, y estando los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los pares de electrodos dispuestos dentro de éstos de tal modo, o estando formados la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) por los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los pares de electrodos de tal modo que en la zona de la línea de unión (L) más corta entre los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de uno de los pares de electrodos, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) del par de electrodos, una esfera (K), cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión (L) más corta, puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), estando configurados la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) de tal modo que trozos de material (11a, 11b) con un tamaño de igual al tamaño objetivo pueden pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), y los trozos de material (3) con un tamaño mayor que el tamaño objetivo son retenidos por la disposición de electrodos;
 - b) cargar la disposición de electrodos en un lado de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) con material (3) a fragmentar con un tamaño de trozo mayor que el tamaño objetivo;
 - c) generar descargas de alta tensión en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) sometiendo los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de la disposición de electrodos a impulsos de alta tensión, para fragmentar el material (3) a un tamaño inferior o igual al tamaño objetivo; y
 - d) conducir los trozos de material (11a, 11b) fragmentados con un tamaño inferior o igual al tamaño objetivo a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) de la disposición de electrodos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos que presenta varios pares de electrodos, mediante los cuales, sometiendo sus electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) para fragmentar el material de fragmentación (3), y en el que la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) están configurados de tal modo, y los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) están dispuestos dentro de éstos de tal modo, o la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) están formados por los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de tal modo que, por cada par de electrodos, en la zona de la línea de unión (L) más corta entre los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) del par de electrodos respectivo, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos correspondientes en cada caso, una esfera (K), cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión (L) más corta respectiva, puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que, vista en la dirección de paso (S), en cada caso a ambos lados de las líneas de unión (L) más cortas, en la zona de la línea de unión (L) más corta respectiva, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) correspondientes, una esfera (K), cuyo diámetro es mayor que la longitud de la línea de unión (L) más corta respectiva, puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que el diámetro de la esfera (K) que puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) en la zona de la línea de unión (L) más corta respectiva, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) correspondientes, es en cada caso más de 1,2 veces mayor, en particular más de 1,5 veces mayor, que la longitud de dicha línea de unión (L) más corta.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) presentan una forma básica o sección transversal redonda o angulosa, en particular circular, y caracterizado porque uno o más salientes de electrodo (5a-5d), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), en particular dejando libre el centro de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) presentan una forma básica o sección transversal anular, en particular en forma de corona circular.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que uno o más salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores y/o desde los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 5 8. Procedimiento según la reivindicación 5 o según la reivindicación 7, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) perpendicularmente con respecto a la dirección de paso (S) prevista o de forma inclinada en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista.
- 10 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 8, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los límites interiores y/o los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) están formados por un cuerpo aislante (6, 7) que porta salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p) individuales.
- 15 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que varios salientes de electrodo (4a-4d, 5a-5h) en forma de barra o de punta entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores y desde los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), y caracterizado porque cada uno de los salientes de electrodo (4a-4d) que entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores tiene asignados en cada caso al menos dos de los salientes de electrodo (5a-5h) que entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites exteriores.
- 20 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que uno o más salientes de electrodo (4a-4d), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), y caracterizado porque los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) están formados por un único electrodo (5), en particular con forma anular.
- 25 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que varios salientes de electrodo (4a-4h), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), entrando algunos de los mismos o todos ellos en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista, en particular de tal modo que sus extremos libres sobresalen en dirección axial más allá de un cuerpo que porta dichos salientes de electrodo (4a-4h).
- 30 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) están formados por un único electrodo (4), en particular en forma de disco, de barra o de esfera.
- 35 14. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos que presenta un canal de paso (2) para el material de fragmentación (3) en el que, en diferentes posiciones axiales con respecto a la dirección de paso (S) prevista, unos salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), en particular en forma de barra o de punta, entran en el canal de paso (2) desde los límites exteriores y/o desde los límites interiores del canal de paso (2).
- 40 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que unos salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p) dispuestos en diferentes posiciones axiales entran en el canal de paso (2) en diferentes posiciones periféricas de los límites exteriores y/o de los límites interiores.
- 45 16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 15, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que algunos o todos los salientes de electrodo (4a-4d, 5a-5h), en particular en forma de barra o de punta, dispuestos en una primera posición axial vista en la dirección de paso (S) entran en el canal de paso (2) inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista.
- 50 17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que al menos algunos de los salientes de electrodo (4a-4d), en particular en forma de barra o de punta, que entran en el canal de paso (2) desde los límites interiores del canal de paso (2) y que están dispuestos en una primera posición axial, o todos ellos, entran en el canal de paso (2) inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista.
- 55 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 16 a 17, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los salientes de electrodo (4e-4h, 5i-5p), en particular en forma de barra o de punta, dispuestos en una posición axial siguiente a la primera posición axial vista en la

dirección de paso (S), entran en el canal de paso (2) en dirección perpendicular con respecto a la dirección de paso (S) prevista o inclinados en la dirección de paso (S) prevista.

- 5 **19.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 15 a 18, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p) entran en el canal de paso (2) de tal modo que a través del canal de paso (2) no puede pasar un cuerpo cilíndrico (Z) de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar el canal de paso (2), y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro.
- 10 **20.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 19, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), vistos en la dirección de paso (S) prevista, están distribuidos uniformemente en el perímetro de los límites exteriores y/o de los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 15 **21.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que, en el lado de salida previsto de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), está dispuesto un dispositivo de bloqueo (10) configurado de tal modo en lo que respecta a su geometría y está dispuesto de tal modo con respecto a la abertura de paso (1) o al canal de paso (2) que el dispositivo de bloqueo impide que un cuerpo cilíndrico (Z) de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2), y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), mientras que la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) puede ser retirada de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 20 **22.** Procedimiento según la reivindicación 21, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que el dispositivo de bloqueo está configurado como un dispositivo desviador (10) para el material de fragmentación (11a, 11b) saliente, en particular como una chapa de desviación.
- 25 **23.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la carga de la disposición de electrodos con material (3) a fragmentar y la conducción de los trozos de material (11a, 11b) fragmentados a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) se produce mediante transporte por gravedad.
- 30 **24.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) de la disposición de electrodos está inundada con un líquido de procesado (12) durante la generación de descargas de alta tensión, y en particular caracterizado porque un líquido de procesado (12) fluye a través de la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) en la dirección de paso (S) del material.
- 35 **25.** Disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica para su uso en el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con una abertura de paso (1) o un canal de paso (2) para el material de fragmentación (3) y con uno o más pares de electrodos mediante los cuales, sometiendo los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los mismos a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) para fragmentar material de fragmentación (3), estando la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) configurados de tal modo, y estando los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los pares de electrodos dispuestos dentro de éstos de tal modo, o estando la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) formados por los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los pares de electrodos de tal modo que en la zona de una línea de unión (L) más corta entre los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de uno de los pares de electrodos, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) del par de electrodos, una esfera (K), cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión (L) más corta, puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), caracterizada porque la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) presentan una forma básica o sección transversal anular, en particular en forma de corona circular.
- 40 **26.** Disposición de electrodos según la reivindicación 25, caracterizada porque unos salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores y/o desde los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 45 **27.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25 a 26, caracterizada porque en el lado de salida previsto de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) está dispuesto un dispositivo de bloqueo (10) que está configurado de tal modo en lo que respecta a su geometría, y está dispuesto de tal modo con respecto a la abertura de paso (1) o al canal de paso (2) que el dispositivo de bloqueo impide que un cuerpo cilíndrico (Z) con extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2), y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3
- 50 **28.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p) entran en el canal de paso (2) de tal modo que a través del canal de paso (2) no puede pasar un cuerpo cilíndrico (Z) de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar el canal de paso (2), y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro.
- 55 **29.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque se proporciona una disposición de electrodos en la que los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), vistos en la dirección de paso (S) prevista, están distribuidos uniformemente en el perímetro de los límites exteriores y/o de los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 60 **30.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se proporciona una disposición de electrodos en la que, en el lado de salida previsto de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), está dispuesto un dispositivo de bloqueo (10) configurado de tal modo en lo que respecta a su geometría y está dispuesto de tal modo con respecto a la abertura de paso (1) o al canal de paso (2) que el dispositivo de bloqueo impide que un cuerpo cilíndrico (Z) de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2), y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), mientras que la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) puede ser retirada de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).

veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), mientras que la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) puede ser retirada de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).

- 5 **28.** Disposición de electrodos para una instalación de fragmentación electrodinámica para su uso en el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con una abertura de paso (1) o un canal de paso (2) para el material de fragmentación (3) y con uno o más pares de electrodos mediante los cuales, sometiendo los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los mismos a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) para fragmentar el material de fragmentación (3), estando la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) configurados de tal modo, y estando los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los pares de electrodos dispuestos dentro de éstos de tal modo, o estando la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) formados por los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de los pares de electrodos de tal modo que en el área de una línea de unión (L) más corta entre los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de uno de los pares de electrodos, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) del par de electrodos, una esfera (K), cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión (L) más corta, puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), caracterizada porque, en el lado de salida previsto de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), está dispuesta un dispositivo de bloqueo (10) que está configurado de tal modo en lo que respecta a su geometría, y está dispuesto de tal modo con respecto a la abertura de paso (1) o al canal de paso (2) que el dispositivo de bloqueo impide que un cuerpo cilíndrico (Z) de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2), y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro, pueda salir de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), mientras que la esfera (K) más grande que puede atravesar la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) puede ser retirada de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 10
- 15
- 20
- 25 **29.** Disposición de electrodos según la reivindicación 28, caracterizada porque la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) presentan una forma básica o sección transversal redonda o angulosa, en particular circular, y porque uno o más salientes de electrodo (5a-5d), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), en particular dejando libre el centro de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 30 **30.** Disposición de electrodos según la reivindicación 28, caracterizada porque la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) presentan una forma básica o una sección transversal anular, en particular en forma de corona circular.
- 35 **31.** Disposición de electrodos según la reivindicación 30, caracterizada porque uno o más salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores y/o desde los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 40 **32.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 27 a 31, caracterizada porque el dispositivo de bloqueo está configurado como un dispositivo desviador (10) para el material de fragmentación (11a, 11b) saliente, en particular como una chapa de desviación.
- 45 **33.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 26, 29 y 31, caracterizada porque los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) perpendicularmente con respecto a la dirección de paso (S) prevista o de forma inclinada en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista.
- 50 **34.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 26, 31 y 33, caracterizada porque los límites interiores y/o los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) están formados por un cuerpo aislante (6, 7) que porta salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p) individuales.
- 55 **35.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 26, 31, 33 y 34, caracterizada porque varios salientes de electrodo (4a-4d, 5a-5h) en forma de barra o de punta entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores y desde los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), y porque cada uno de los salientes de electrodo (4a-4d) que entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores tiene asignados en cada caso al menos dos de los salientes de electrodo (5a-5h) que entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites exteriores.
- 60 **36.** Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 26, 31, 33 y 34, caracterizada porque uno o más salientes de electrodo (4a-4d), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), y porque los límites exteriores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) están formados por un único electrodo (5), en particular con forma anular.

- 5 37. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 26, 31, 33, 34, 35 y 36, caracterizada porque varios salientes de electrodo (4a-4h), en particular en forma de barra o de punta, entran en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) desde los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), entrando algunos de los mismos o todos ellos en la abertura de paso (1) o en el canal de paso (2) inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista, en particular de tal modo que sus extremos libres sobresalen en dirección axial más allá de un cuerpo que porta dichos salientes de electrodo (4a-4h).
- 10 38. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25, 26, 27, 30, 31, 33, 34 y 35, caracterizada porque los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) están formados por un único electrodo (4), en particular en forma de disco, de barra o de esfera.
- 15 39. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25 a 38, caracterizada porque la disposición de electrodos presenta un canal de paso (2) para el material de fragmentación (3) en el que, en diferentes posiciones axiales con respecto a la dirección de paso (S) prevista, unos salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), en particular en forma de barra o de punta, entran en el canal de paso (2) desde los límites exteriores y/o desde los límites interiores del canal de paso (2).
- 20 40. Disposición de electrodos según la reivindicación 39, caracterizada porque unos salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p) dispuestos en diferentes posiciones axiales entran en el canal de paso (2) en diferentes posiciones periféricas de los límites exteriores y/o de los límites interiores.
- 25 41. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 39 a 40, caracterizada porque algunos o todos los salientes de electrodo (4a-4d, 5a-5h), en particular en forma de barra o de punta, dispuestos en una primera posición axial vista en la dirección de paso (S) entran en el canal de paso (2) inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista.
- 30 42. Disposición de electrodos según la reivindicación 41, caracterizada porque al menos algunos de los salientes de electrodo (4a-4d), en particular en forma de barra o de punta, que entran en el canal de paso (2) desde los límites interiores del canal de paso (2) y que están dispuestos en una primera posición axial, o todos ellos, entran en el canal de paso (2) inclinados en una dirección opuesta a la dirección de paso (S) prevista.
- 35 43. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 41 a 42, caracterizada porque los salientes de electrodo (4e-4h, 5i-5p), en particular en forma de barra o de punta, dispuestos en una posición axial siguiente a la primera posición axial vista en la dirección de paso (S), entran en el canal de paso (2) en dirección perpendicular con respecto a la dirección de paso (S) prevista o inclinados en la dirección de paso (S) prevista.
- 40 44. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 40 a 43, caracterizada porque los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p) entran en el canal de paso (2) de tal modo que a través del canal de paso (2) no puede pasar un cuerpo cilíndrico (Z) de extremos semiesféricos que presenta un diámetro correspondiente al diámetro de la esfera más grande que puede atravesar el canal de paso (2), y que presenta una altura más de 1,1 veces mayor, en particular más de 1,3 veces mayor, que dicho diámetro.
- 45 45. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25, 26, 27 y 29 a 44, caracterizada porque los salientes de electrodo (4a-4h, 5a-5p), vistos en la dirección de paso (S) prevista, están distribuidos uniformemente en el perímetro de los límites exteriores y/o de los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 50 46. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25 a 45, caracterizada porque la disposición de electrodos presenta varios pares de electrodos, mediante los cuales, sometiendo sus electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) a impulsos de alta tensión, se pueden generar en cada caso descargas de alta tensión dentro de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) para fragmentar el material de fragmentación (3), y porque la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) están configurados de tal modo, y los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) están dispuestos dentro de éstos de tal modo, o la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) están formados por los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) de tal modo que, por cada par de electrodos, en el área de la línea de unión (L) más corta entre los electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) del par de electrodos respectivo, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos correspondientes en cada caso, una esfera (K), cuyo diámetro es mayor que la longitud de dicha línea de unión (L) más corta respectiva, puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 55 47. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25 a 46, caracterizada porque, vista en la dirección de paso (S), en cada caso a ambos lados de las líneas de unión (L) más cortas, en la zona de la línea de unión (L) más corta respectiva, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) correspondientes, una esfera (K), cuyo diámetro es mayor que la longitud de la línea de unión (L) más corta respectiva, puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2).
- 60

- 5
48. Disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25 a 47, caracterizada porque el diámetro de la esfera (K) que puede pasar a través de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) en la zona de la línea de unión (L) más corta respectiva, en particular bajo delimitación en al menos uno de los dos electrodos (4, 4a-4h, 5, 5a-5p) correspondientes, es en cada caso más de 1,2 veces mayor, en particular más de 1,5 veces mayor, que la longitud de dicha línea de unión (L) más corta.
- 10
49. Instalación de fragmentación que incluye una disposición de electrodos según una de las reivindicaciones 25 a 48 y un generador de impulsos de alta tensión para someter los electrodos (4a-4h, 5a-5p) de la disposición de electrodos a impulsos de alta tensión.
- 15
50. Instalación de fragmentación según la reivindicación 49, caracterizada porque la disposición de electrodos está orientada de tal modo que la abertura de paso (1) o el canal de paso (2) tienen una dirección de paso (S) vertical.
- 20
51. Instalación de fragmentación según una de las reivindicaciones 49 a 50, caracterizada porque la disposición de electrodos presenta una abertura de paso (1) o un canal de paso (2) con una forma básica o sección transversal anular, preferiblemente en forma de corona circular, y porque el generador de impulsos de alta tensión está dispuesto debajo de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) y los electrodos (4a-4h, 5a-5p) formados en los límites interiores de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2) son sometidos directamente desde abajo a impulsos de alta tensión.
52. Instalación de fragmentación según la reivindicación 51, caracterizada porque el límite exterior de la abertura de paso (1) o del canal de paso (2), o los electrodos (5, 5a-5p) dispuestos en dichos límites exteriores, están conectados a tierra.
53. Utilización de la instalación de fragmentación según una de las reivindicaciones 49 a 52 para la fragmentación de material poco conductor, preferiblemente de silicio, hormigón o escoria.

Fig.1

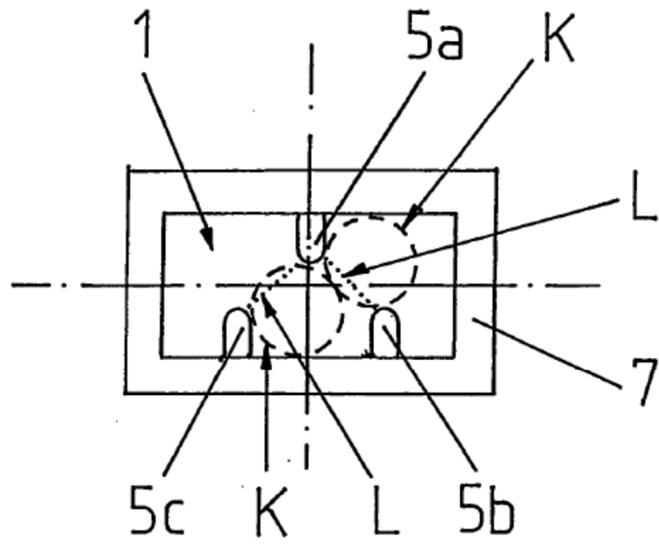


Fig.2

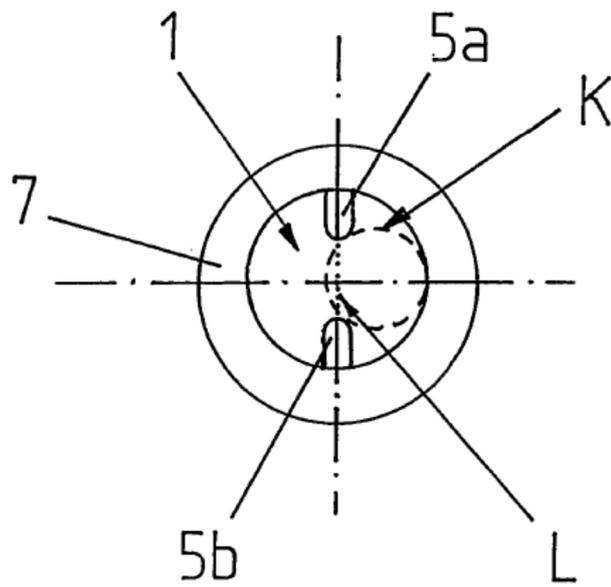


Fig. 3

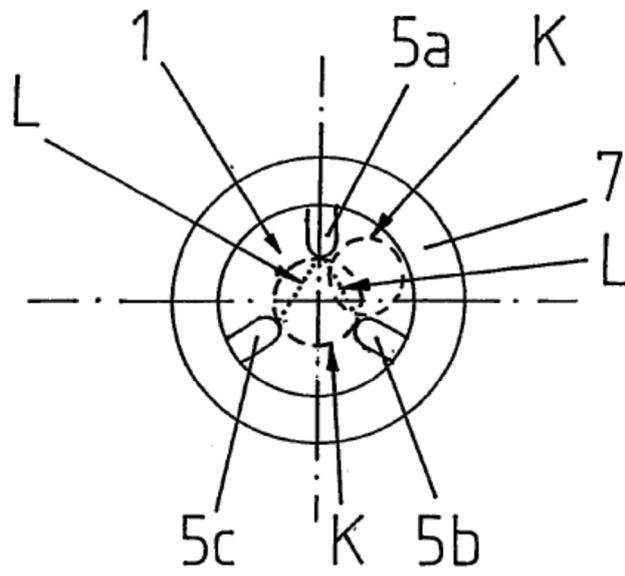


Fig. 4

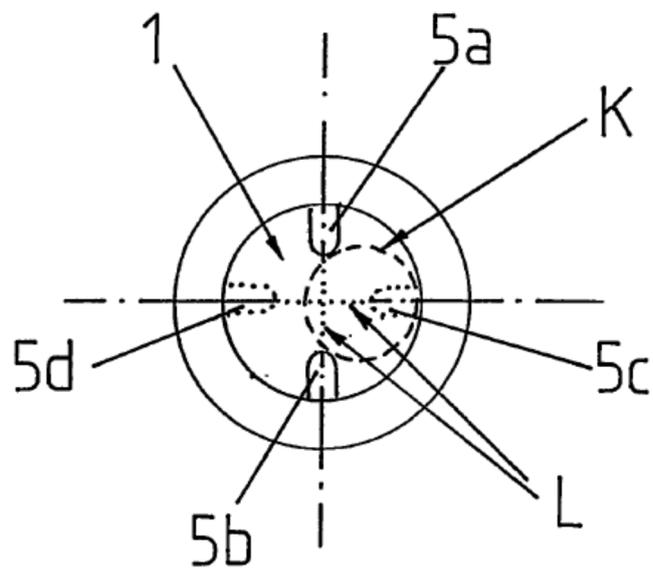


Fig. 5

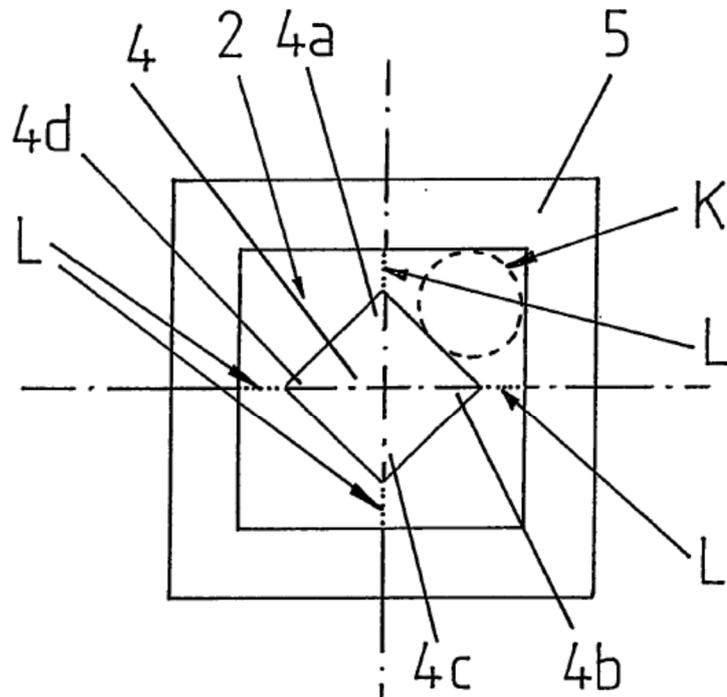


Fig. 6

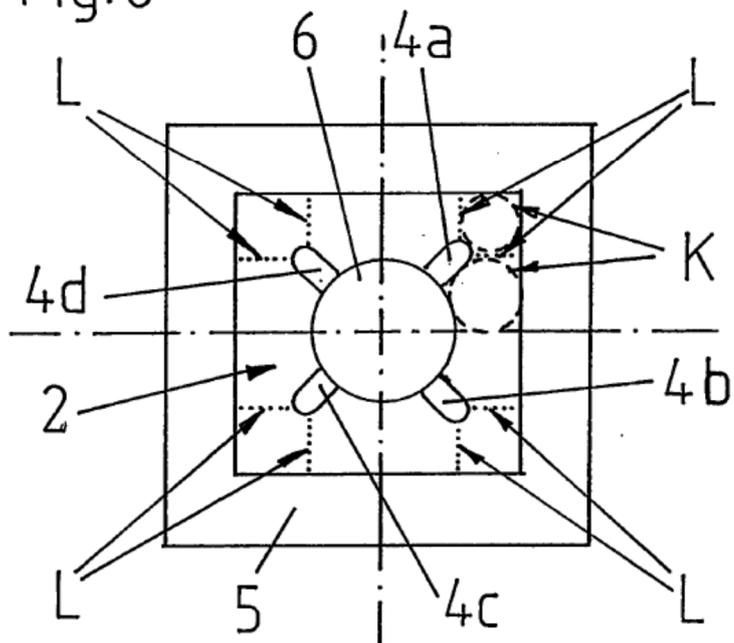


Fig.7

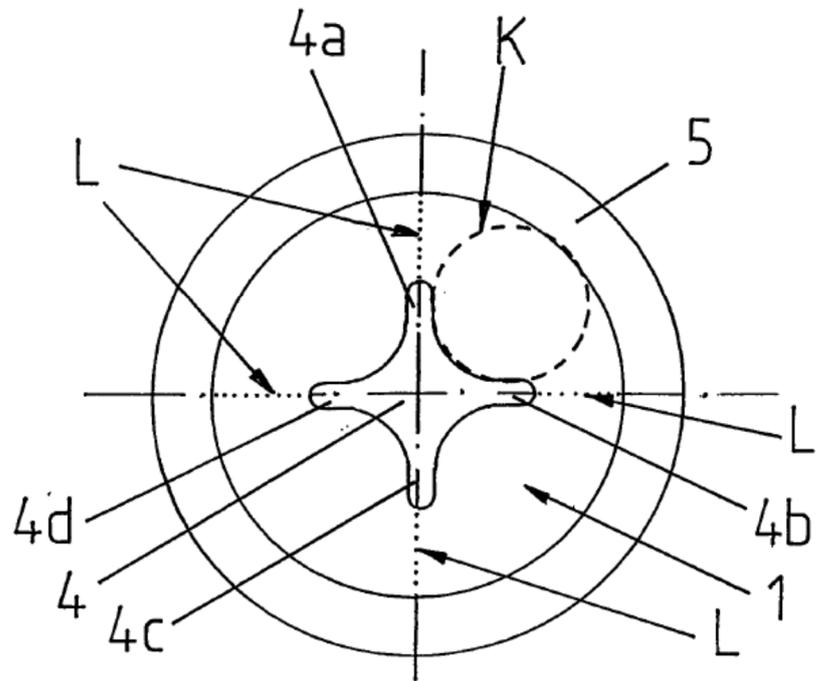
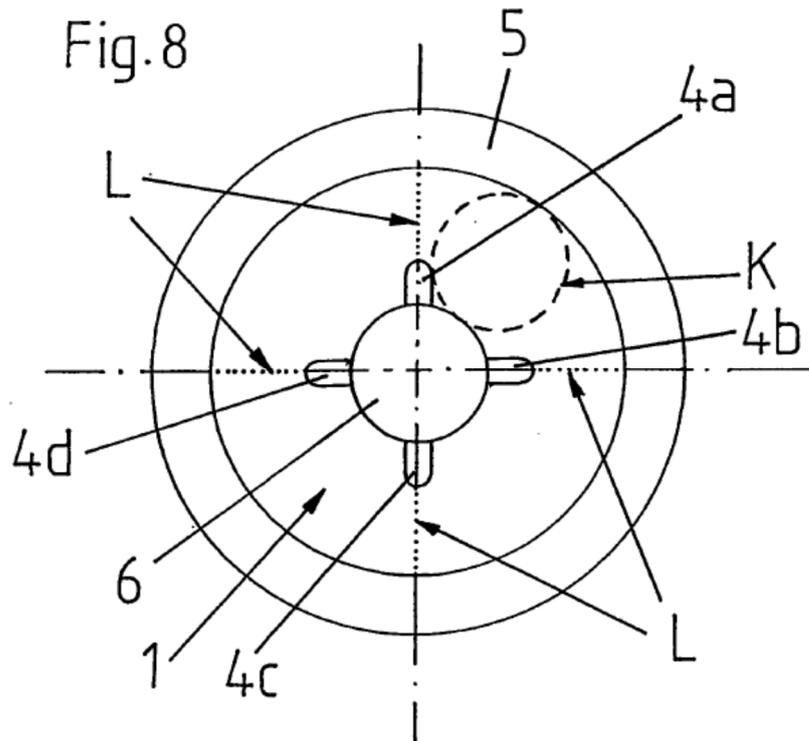


Fig.8



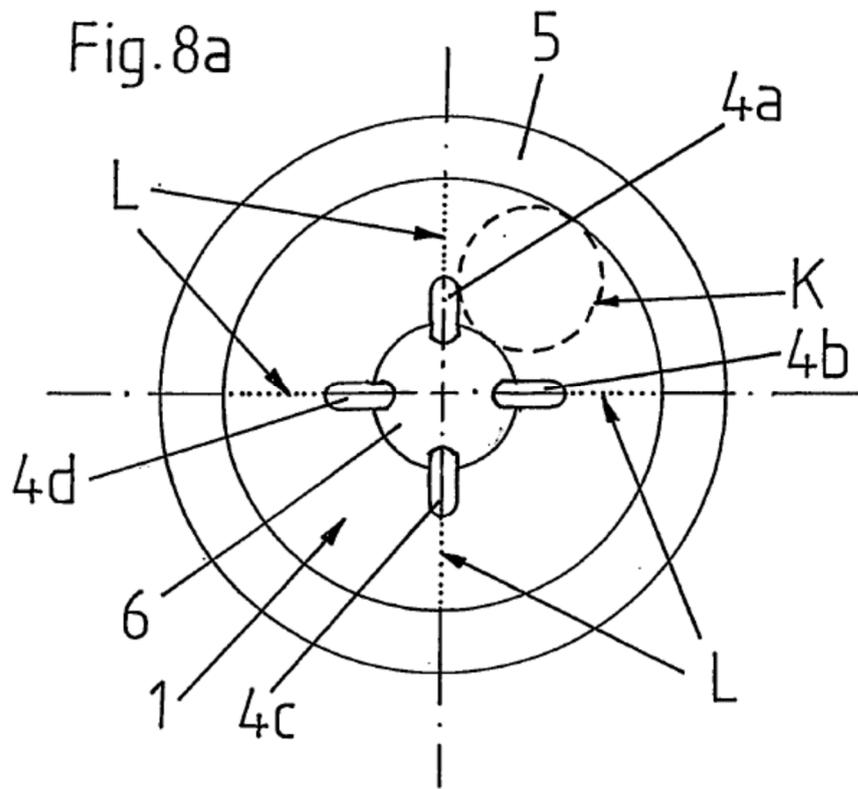


Fig.9

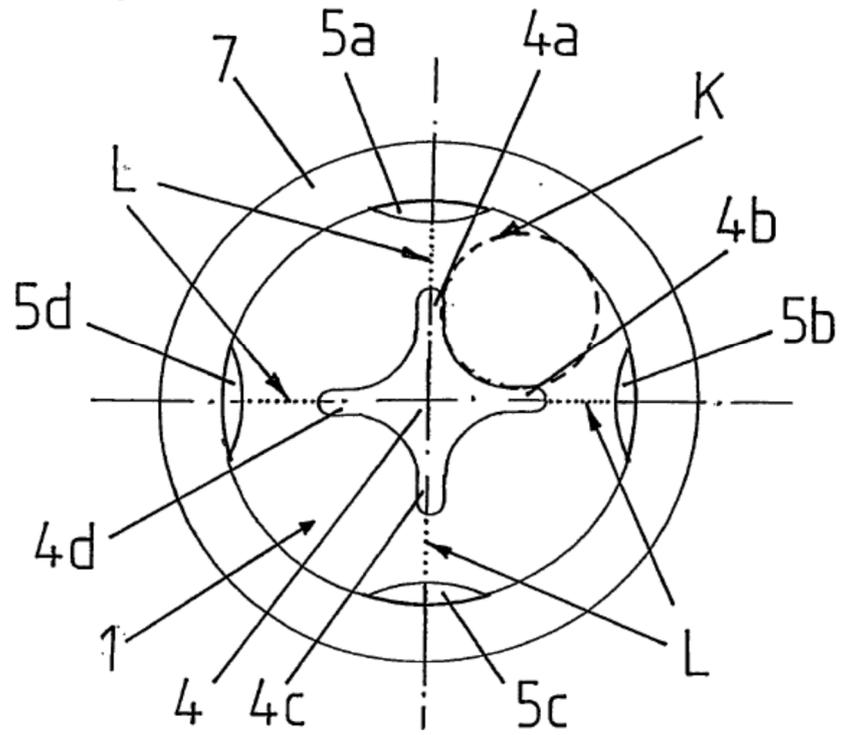
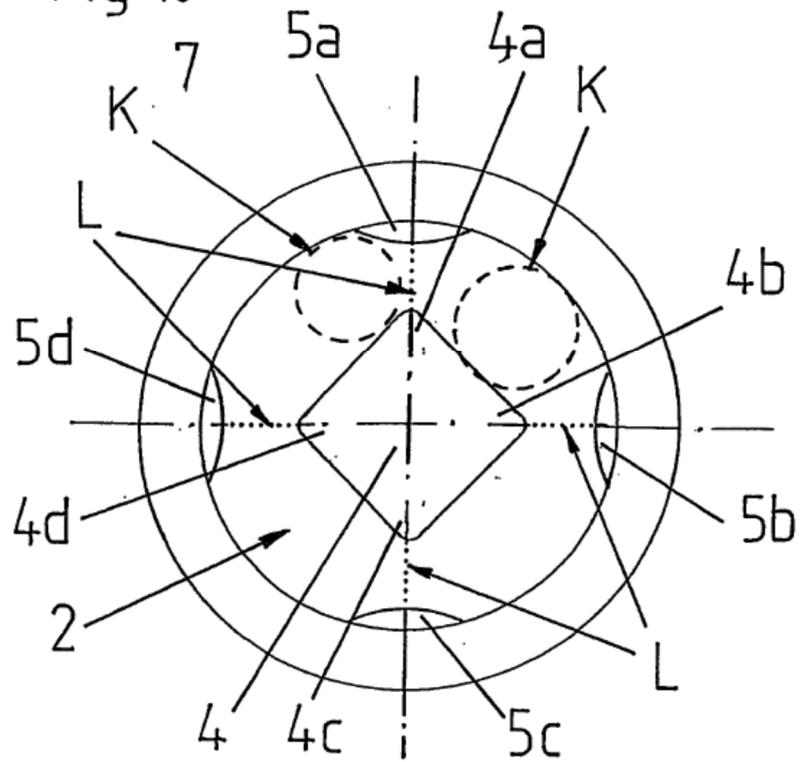


Fig.10



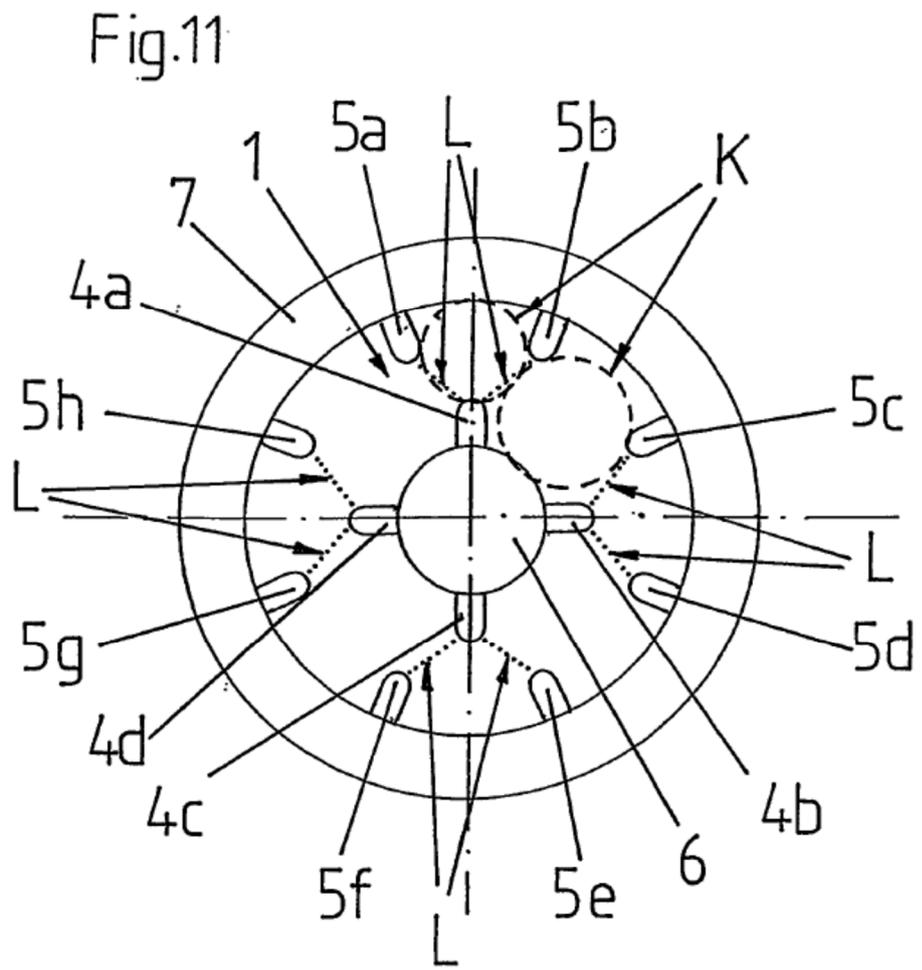


Fig.11b

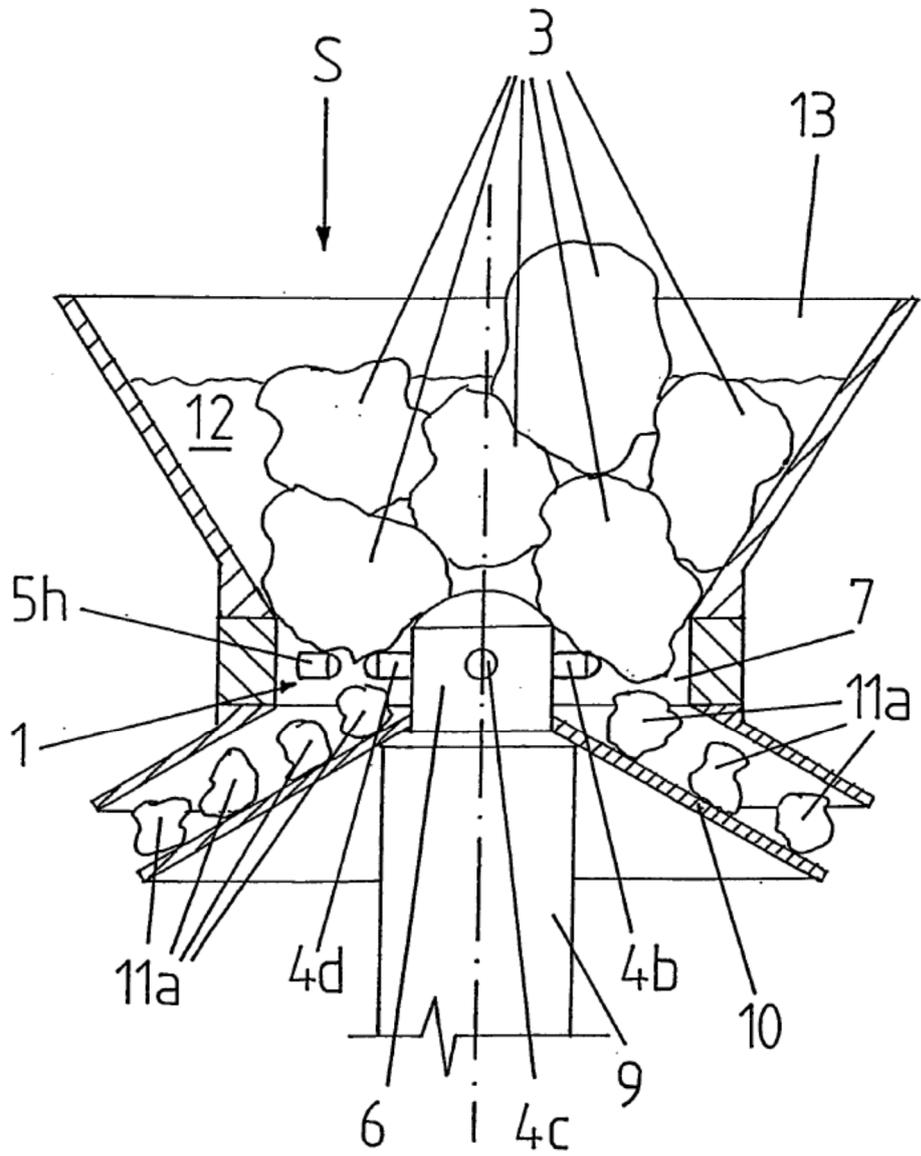


Fig.11c

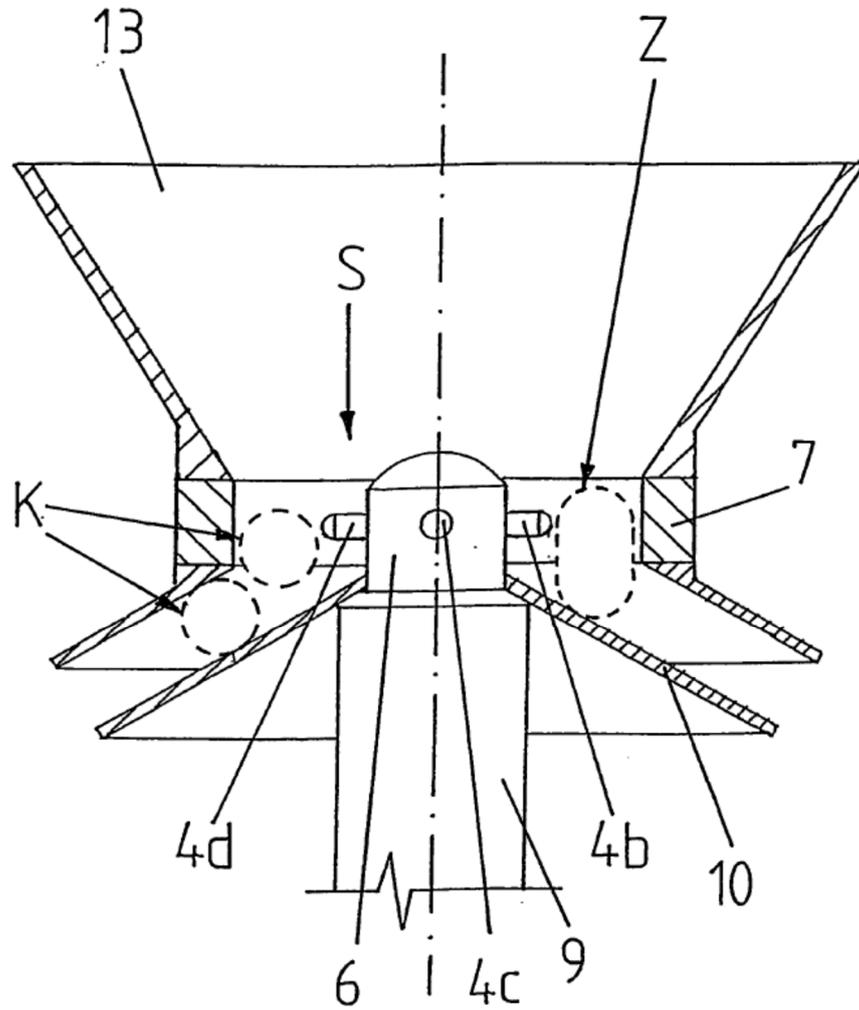


Fig.11d

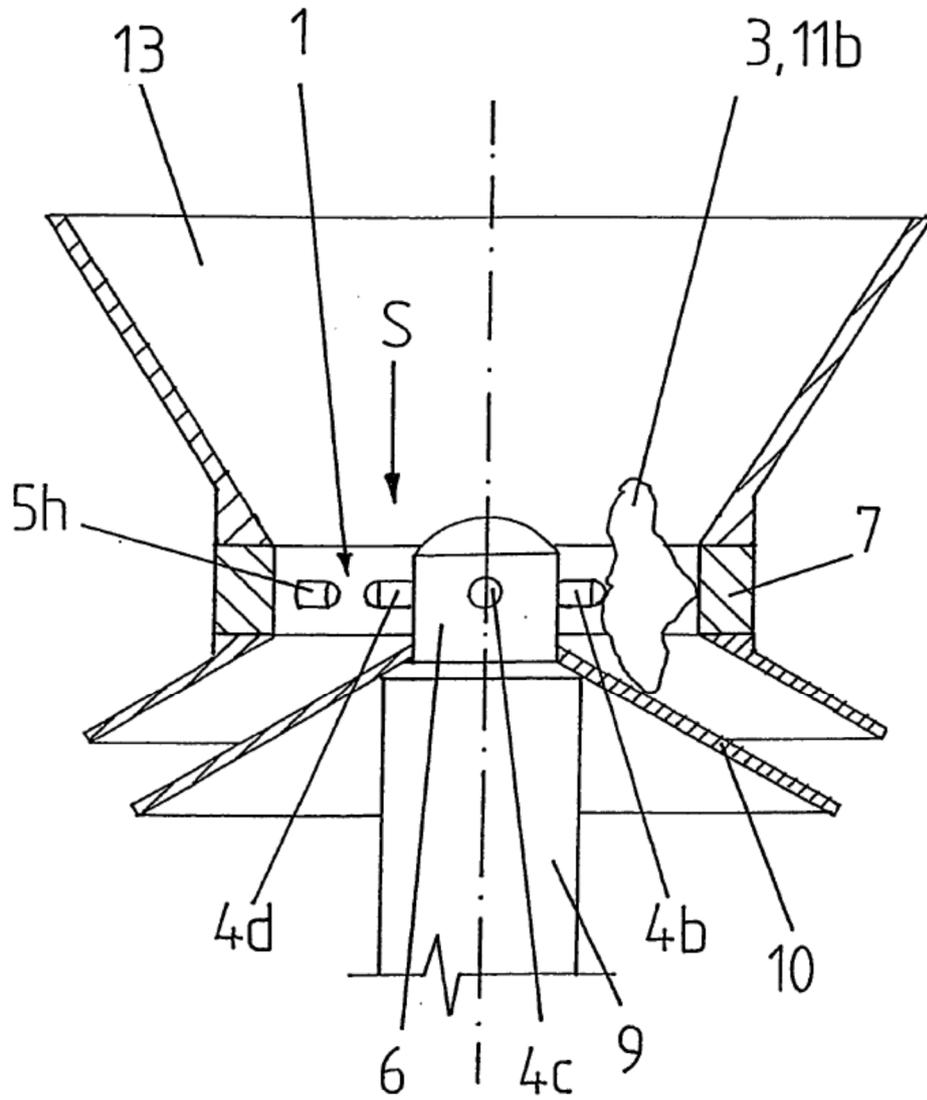


Fig.11e

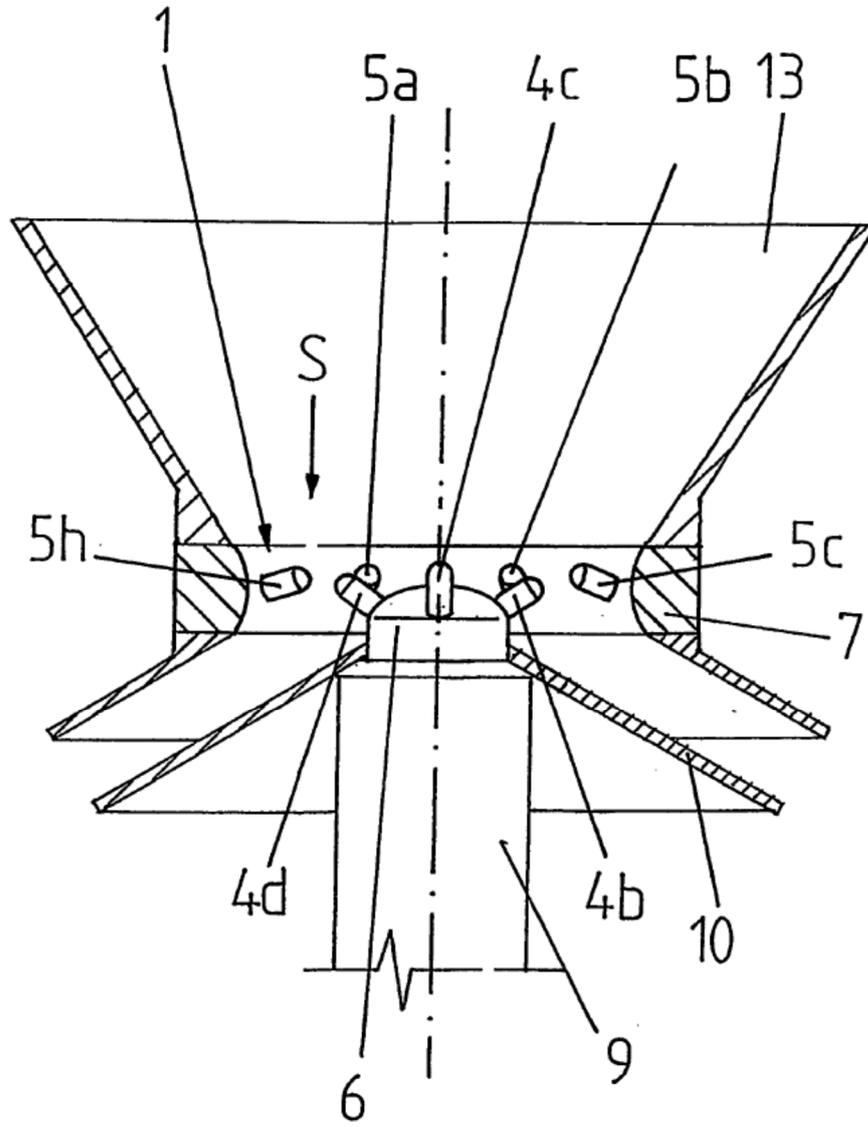


Fig.12

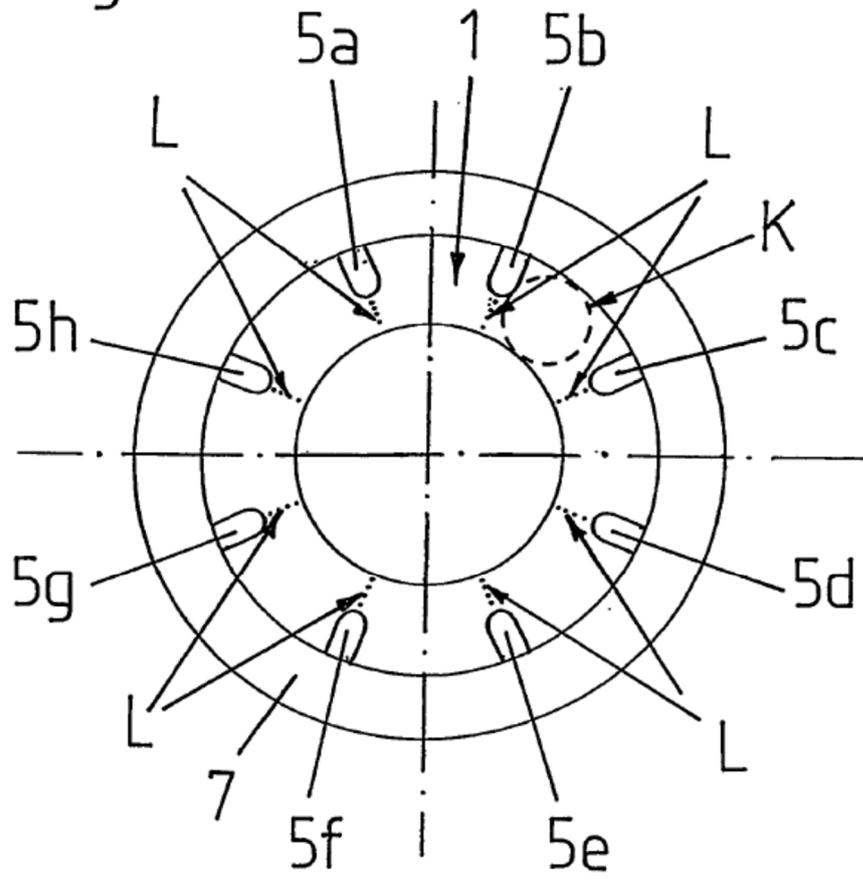


Fig.12a

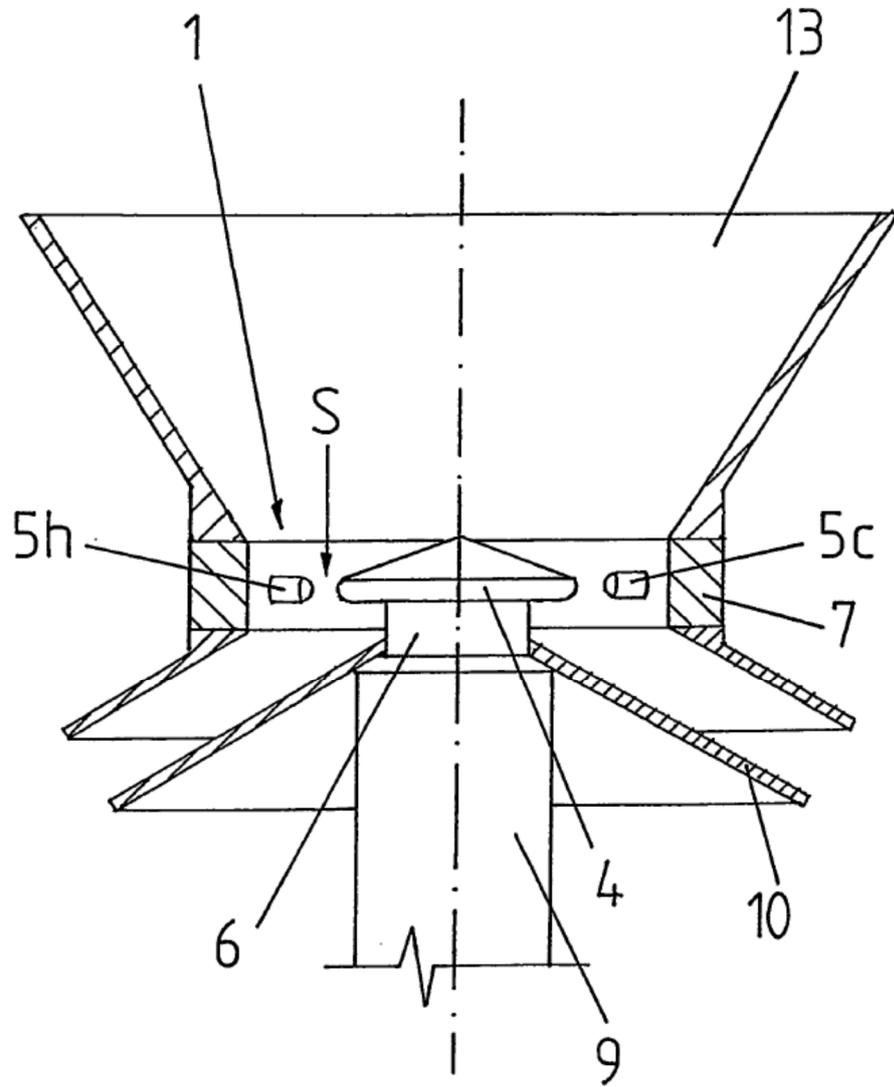


Fig.12b

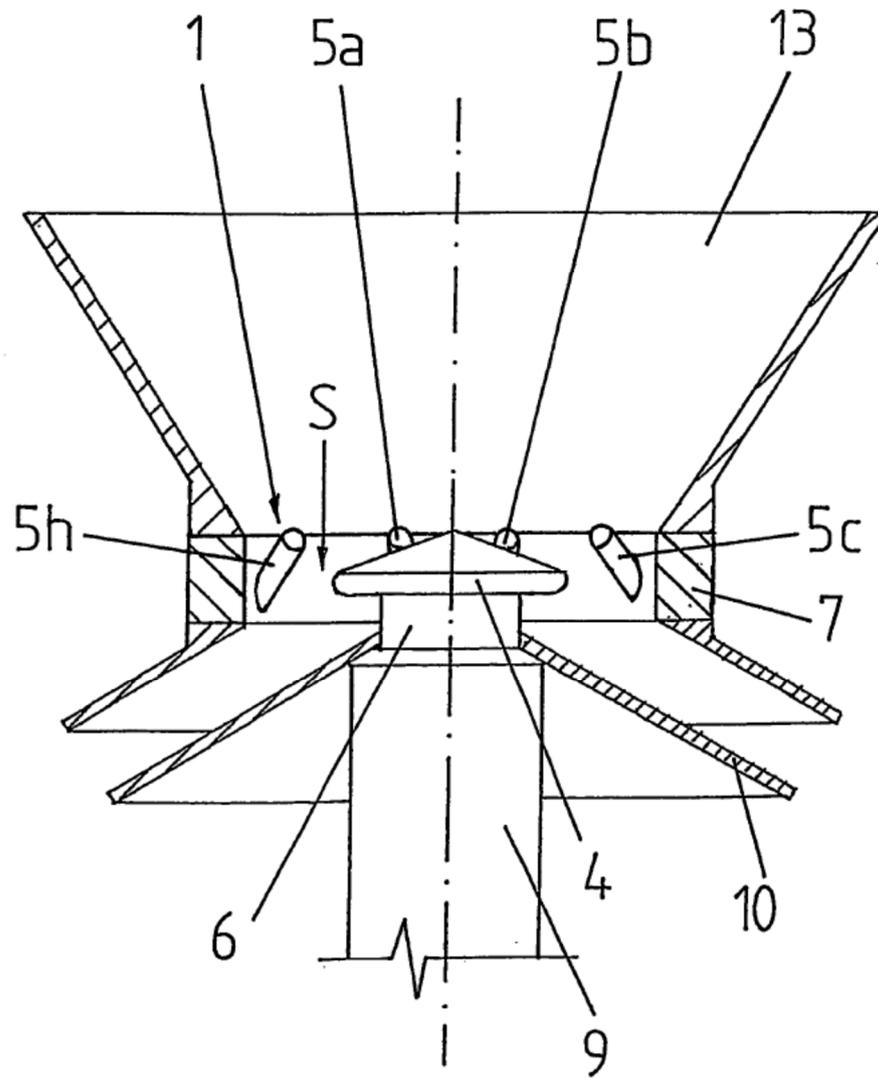


Fig.14a

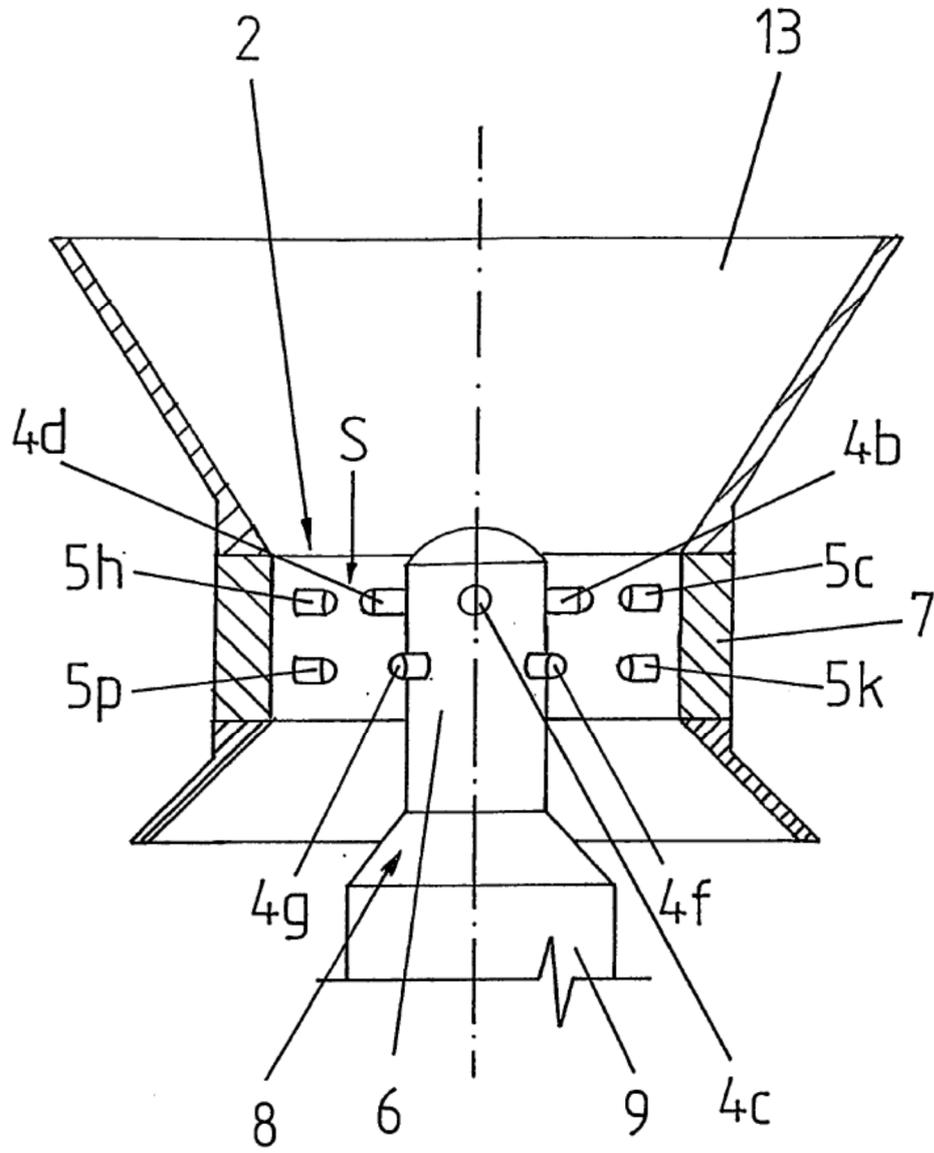
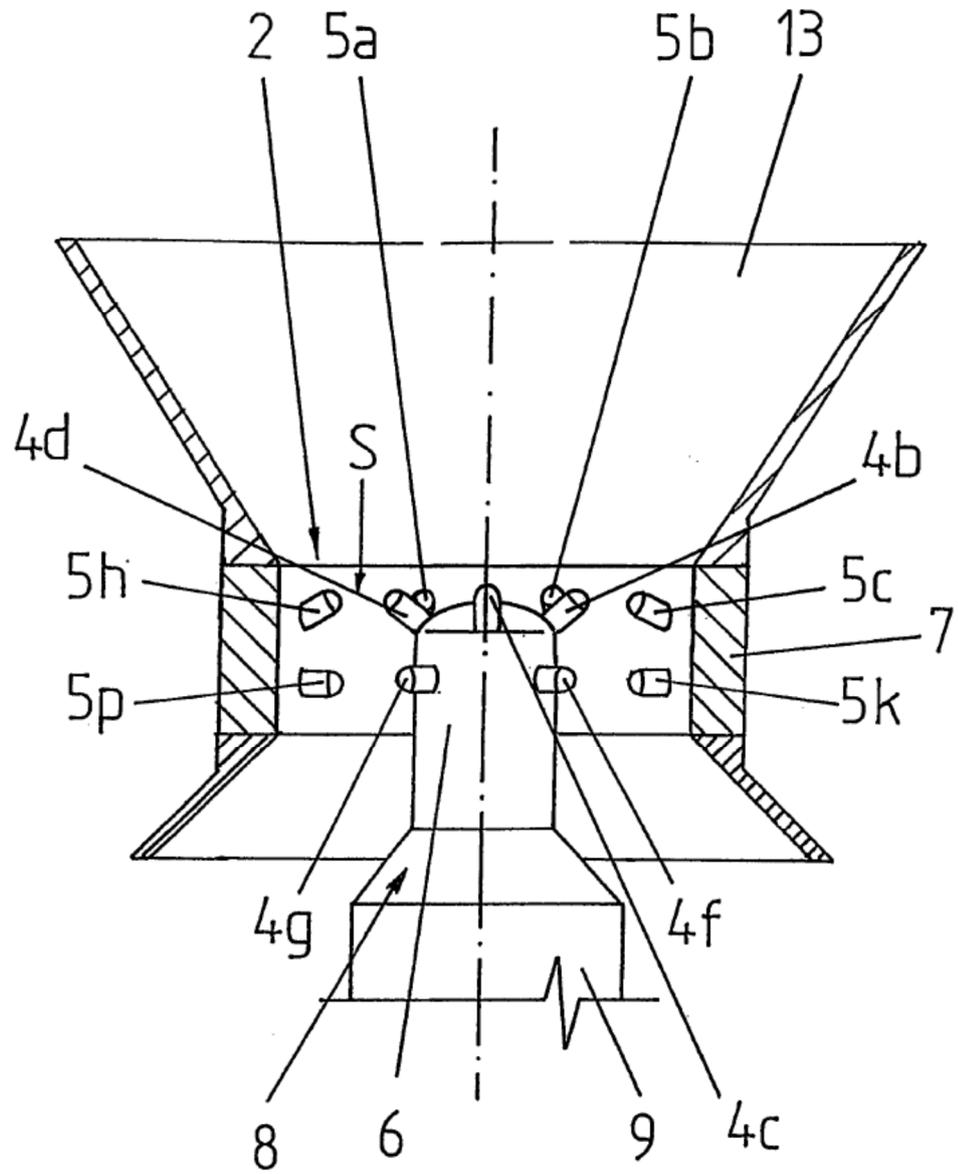


Fig.14 b



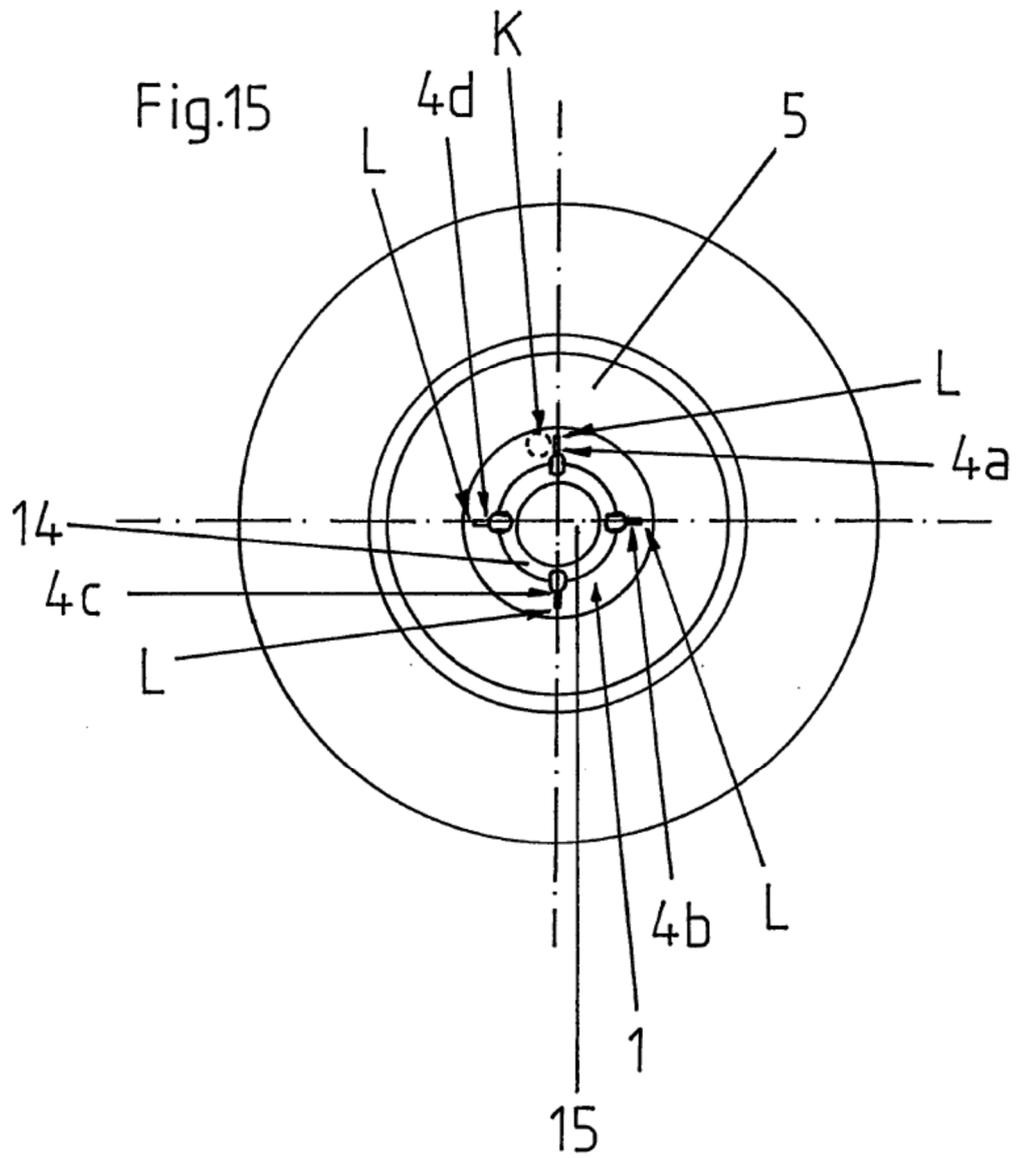


Fig.15a

