

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 504**

51 Int. Cl.:

**B02C 19/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.10.2013 PCT/CH2013/000185**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.04.2015 WO15058312**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2013 E 13788879 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 3060347**

54 Título: **Procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material mediante descargas de alta tensión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.02.2018**

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

72 Inventor/es:  
**MÜLLER-SIEBERT, REINHARD y  
VON DER WEID, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:  
**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

**ES 2 656 504 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

### Procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material mediante descargas de alta tensión

#### CAMPO TÉCNICO

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material mediante descargas de alta tensión y a una instalación para la realización del procedimiento de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

#### ESTADO ACTUAL DE LA TÉCNICA

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

- 15 Para poder utilizar esta tecnología en la industria de forma económica tiene una importancia determinante lograr una alta eficiencia energética del proceso de fragmentación o predebilitamiento y que dicha eficiencia se pueda asegurar también bajo condiciones de servicio variables. Esto constituye un problema no resuelto hasta la fecha, en particular en el campo del procesamiento de minerales, ya que en estas aplicaciones el material a fragmentar o predebilitar es un producto natural cuyas propiedades físicas y composición pueden variar dentro de amplios márgenes.

- 20 El documento JP H10 180133 A describe un procedimiento para la fragmentación y/o el predebilitamiento de material mediante descargas de alta tensión que incluye las etapas de: preparar una zona de proceso entre al menos dos electrodos distanciados entre sí y generar descargas de alta tensión entre los al menos dos electrodos para fragmentar o predebilitar el material.

- 25 En este proceso se mide la resistencia eléctrica entre el electrodo de alta tensión y el contraelectrodo y, mientras ésta sobrepase un valor umbral determinado, el electrodo de alta tensión es sometido a impulsos de alta tensión. Si la resistencia eléctrica medida cae por debajo del valor umbral debido al contacto de los electrodos con un hierro de un armado, el electrodo de alta tensión se desplaza a otro lugar del bloque de hormigón en el que la resistencia eléctrica es superior al valor umbral y en dicho lugar es sometido de nuevo a impulsos de alta tensión.

#### DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

- 30 Por consiguiente, es un objetivo proporcionar procedimientos y dispositivos para fragmentar y/o predebilitar materiales mediante descargas de alta tensión que puedan asegurar una alta eficiencia energética del proceso de fragmentación o predebilitamiento también en caso de una calidad y/o cantidad variable de material suministrado a fragmentar o predebilitar, o que al menos reduzcan la influencia de esta variación en la eficiencia energética del proceso de fragmentación o predebilitamiento.

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

- 40 De acuerdo con esto, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material, preferentemente materiales de roca o minerales, mediante descargas de alta tensión. El material a fragmentar o predebilitar se conduce a través de una zona de proceso conformada entre al menos dos electrodos distanciados entre sí, mientras entre estos electrodos se generan descargas de alta tensión con las que el material se fragmenta y/o predebilita. Las descargas de alta tensión se disparan de forma individual o como una secuencia de varias descargas de alta tensión, en cada caso en función de uno o más parámetros de proceso determinados, de forma continua, parámetros que representan la situación actual y/o una situación futura en lo que respecta al material que se encuentra en la zona de proceso. Así, el proceso se puede dirigir de modo que solo se disparen descargas de alta tensión cuando en la zona de proceso existe una situación en la que se puede realizar un trabajo de fragmentación o predebilitamiento conforme a lo previsto mediante descargas de alta tensión, por ejemplo porque en la zona de proceso hay una altura de carga de material suficiente o por ejemplo porque en la zona de proceso hay material que todavía no está fragmentado al tamaño previsto y/o todavía no está suficientemente predebilitado. En consecuencia, el rendimiento energético del proceso se puede mejorar claramente y además se puede evitar una fragmentación excesiva y/o un predebilitamiento demasiado fuerte.
- 45
- 50

5 Preferentemente, el o los parámetros de proceso determinados de forma continua representan al menos el nivel de carga actual o un nivel de carga futuro de la zona de proceso con material, el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de las piezas actuales o el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza futuros del material que se encuentra en la zona de proceso, y/o un grado de fragmentación o predebilitamiento del material que se encuentra en la zona de proceso. Los parámetros de proceso que representan estos aspectos de la situación en relación con el material que se encuentra en la zona de proceso son particularmente adecuados para controlar el disparo de las descargas de alta tensión.

10 En una forma de realización preferente del procedimiento, para determinar el o los parámetros de proceso se determina de forma continua al menos un parámetro (parámetro de zona de proceso de acuerdo con las reivindicaciones) que representa una propiedad del contenido de la zona de proceso, de una parte del contenido de la zona de proceso o de un área adyacente a la zona de proceso. De este modo, la situación en lo que respecta al material que se encuentra en la zona de proceso se puede registrar prácticamente sin retraso.

Los siguientes parámetros son especialmente preferentes en este contexto:

15 capacidad eléctrica, conductividad eléctrica o permitividad del contenido de la zona de proceso, de una parte del contenido de la zona de proceso o del área adyacente a la zona de proceso, peso de la carga de material o nivel de llenado de la zona de proceso o del área adyacente a la zona de proceso con material, y tamaño de pieza o distribución de tamaño de pieza del material que se encuentra en la zona de proceso o en el área adyacente.

20 En una forma de realización alternativa o complementaria del procedimiento, en la que el material a fragmentar o predebilitar se suministra de modo continuo a la zona de proceso en forma de una corriente de material, para determinar el o los parámetros de proceso se determina de forma continua al menos un parámetro (parámetro de suministro de material de acuerdo con las reivindicaciones) que representa una propiedad de la corriente de material en un área aguas arriba de la zona de proceso. Así, se puede registrar una situación futura en relación con el material que se encuentra en la zona de proceso.

Los siguientes parámetros son especialmente preferentes en este contexto:

30 capacidad eléctrica, conductividad eléctrica o permitividad de la corriente de material en el área, caudal volumétrico o caudal másico de la corriente de material o del material a fragmentar o predebilitar transportado en la corriente de material en el área, y tamaño de pieza o distribución de tamaño de pieza del material que se encuentra en el área.

35 Preferentemente, en la forma de realización preferente del procedimiento arriba mencionada, en la que el o los parámetros de proceso representan en cada caso una situación futura en relación con el material que se encuentra en la zona de proceso, los momentos futuros en los que se produce en la zona de proceso la situación respectiva representada por los parámetros de proceso correspondientes se determinan en cada caso teniendo en cuenta la velocidad de suministro de la corriente de material a la zona de proceso y la distancia entre el lugar de determinación de los parámetros de suministro de material. Las descargas de alta tensión se disparan entonces en cada caso en dicho momento en función de los parámetros de proceso correspondientes. De este modo es posible disparar las descargas de alta tensión de acuerdo con la situación gracias a parámetros determinados fuera de la zona de proceso.

40 En otra forma de realización preferente del procedimiento, el o los parámetros de proceso determinados de forma continua se comparan de forma continua con un valor umbral y las descargas de alta tensión o secuencias de descargas de alta tensión se disparan en cada caso cuando el parámetro de proceso correspondiente coincide con el valor umbral o está por encima o por debajo de éste en cierta medida. Un valor umbral de este tipo se puede adaptar fácilmente a diferentes condiciones de servicio, con lo que el procedimiento se puede aplicar universalmente y también se puede incorporar como parte de un procedimiento general superior.

45 En este contexto es preferible utilizar un valor umbral determinado de antemano provocando, en el área en la que se determina el parámetro correspondiente para determinar el parámetro de proceso, una situación de material en la que se cumple un criterio deseado para disparar descargas de alta tensión, determinando acto seguido el parámetro de proceso en esta situación y utilizando éste a continuación como valor umbral en el procedimiento según la invención. Así, el procedimiento se puede adaptar de forma sencilla a los más diversos materiales y requisitos previos en relación con el resultado de fragmentación o predebilitamiento.

55 En una subvariante preferente de esta forma de realización del procedimiento, en la zona de proceso se dispone una pieza de material individual con el tamaño al que se desea disparar descargas de alta tensión, o una cantidad de material determinada a la que se desea disparar descargas de alta tensión. A continuación se

determina el parámetro de proceso que representa una propiedad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso o de un área adyacente a la zona de proceso. Este parámetro de proceso se utiliza a continuación como valor umbral en el procedimiento según la invención.

5 En otra subvariante preferente, en un área aguas arriba de la zona de proceso se dispone una pieza de material individual con un tamaño que, en caso de presencia en la zona de proceso, ha de conducir al disparo de descargas de alta tensión, o una cantidad de material determinada que, en caso de presencia en la zona de proceso, ha de conducir al disparo de descargas de alta tensión. A continuación se determina el parámetro de proceso que representa una propiedad de la pieza de material o de la cantidad de material en el área aguas arriba de la zona de proceso. Este parámetro de proceso se utiliza a continuación como valor umbral en el procedimiento según la invención.

10 En una variante preferente también está previsto determinar al menos un parámetro de un procedimiento previo al procedimiento según la invención, en el que el material a fragmentar o predebilitar se somete a un pre-tratamiento, y/o de un procedimiento posterior al procedimiento según la invención, en el que el material a fragmentar o predebilitar se somete a un post-tratamiento y el valor umbral se modifica en base a dicho parámetro.

15 Preferentemente, dicho procedimiento previo y/o posterior es un procedimiento para la fragmentación y/o el predebilitamiento mediante descargas de alta tensión, preferiblemente también es un procedimiento según la invención.

20 Ventajosamente se determina un parámetro de un procedimiento previo, que representa propiedades del material que procede del procedimiento previo y que se debe fragmentar o predebilitar en el procedimiento según la invención, preferentemente el tipo de material, la cantidad de material, la fragmentabilidad, la dureza del material y/o el tamaño de pieza de este material.

Los siguientes parámetros son especialmente preferentes en este contexto:

25 el consumo de energía de un dispositivo para el tratamiento del material en el procedimiento previo, preferiblemente una trituradora o un molino,  
el tamaño de pieza del material procedente del procedimiento previo,  
el consumo de sustancias químicas utilizadas en el procedimiento previo,  
la concentración de determinadas sustancias en un líquido de proceso del procedimiento previo, y  
la cantidad del material procedente del procedimiento previo.

30 De forma alternativa o complementaria resulta ventajoso determinar un parámetro de un procedimiento posterior, que representa propiedades del material fragmentado o predebilitado que procede del procedimiento según la invención y es conducido al procedimiento posterior, preferentemente el tipo de material, la cantidad de material, la fragmentabilidad, la dureza del material y/o el tamaño de pieza de este material.

Los siguientes parámetros son especialmente preferentes en este contexto:

35 el consumo de energía de un dispositivo para el tratamiento del material en el procedimiento posterior, preferiblemente una trituradora o un molino,  
la presión de un ciclón de molino de bolas utilizado en el procedimiento posterior,  
el tamaño de pieza del material conducido al procedimiento posterior,  
40 el consumo de sustancias químicas utilizadas en el procedimiento posterior,  
la concentración de determinadas sustancias en un líquido de proceso del procedimiento posterior,  
la tasa de rechazo o la tasa de recuperación lograda en el procedimiento posterior, y  
la cantidad del material procedente del procedimiento posterior.

45 En otra forma de realización preferente del procedimiento, la zona de proceso está inundada con un líquido de proceso durante la generación de descargas de alta tensión, preferiblemente con agua, siendo especialmente preferente que el líquido de proceso fluya a través de la zona de proceso. De este modo se pueden retirar partículas finas de la zona de proceso y asegurar unas condiciones de servicio estables.

El procedimiento según la invención se utiliza preferentemente para fragmentar y/o predebilitar un mineral de metal precioso o un mineral de metal semiprecioso, preferiblemente un mineral de cobre, de cobre/oro o de platino.

50 En otra forma de realización preferente del procedimiento, antes del procedimiento tiene lugar una fragmentación y/o predebilitamiento del material a fragmentar y/o predebilitar, preferentemente una fragmentación y/o predebilitamiento mediante descargas de alta tensión, que preferiblemente también se lleva a cabo realizando el procedimiento según la invención.

En otra forma de realización preferente del procedimiento, a continuación del procedimiento tiene lugar una fragmentación y/o debilitamiento del material fragmentado o predebilitado procedente del procedimiento, preferentemente una fragmentación y/o debilitamiento mediante descargas de alta tensión, que preferiblemente también se lleva a cabo realizando el procedimiento según la invención, o una fragmentación mecánica.

- 5 Un segundo aspecto de la invención se refiere a una instalación para su uso en el procedimiento de acuerdo con el primer aspecto de la invención. La instalación incluye una zona de proceso formada entre al menos dos electrodos dispuestos a cierta distancia entre sí, medios para transportar el material a fragmentar o predebilitar a través de la zona de proceso y medios para generar descargas de alta tensión entre los al menos dos electrodos durante el transporte del material a fragmentar o predebilitar a través de la zona de proceso, para  
 10 fragmentar o predebilitar el material. Los medios para transportar el material a fragmentar o predebilitar a través de la zona de proceso pueden incluir, por ejemplo, una cinta transportadora, un distribuidor por vibración o una superficie inclinada que actúe como rampa de deslizamiento. Los medios para generar descargas de alta tensión entre los al menos dos electrodos incluyen normalmente un generador de alta tensión y líneas de alimentación hasta los electrodos y están configurados de acuerdo con la invención de modo que es posible  
 15 un disparo selectivo de descargas de alta tensión individuales o de secuencias individuales de varias descargas de alta tensión.

- En una forma de realización preferente, la instalación según la invención dispone además de medios para la determinación continua de al menos un parámetro de proceso que representa la situación actual o una situación futura en lo que respecta al material que se encuentra en la zona de proceso y preferiblemente para la  
 20 determinación continua de al menos un parámetro de proceso que representa el nivel de llenado actual o un nivel de llenado futuro de la zona de proceso con material, el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza actuales o un tamaño de pieza o una distribución de tamaño de pieza futuros del material que se encuentra en la zona de proceso, y/o un grado de fragmentación o predebilitamiento del material que se encuentra actualmente o que se encontrará en el futuro en la zona de proceso. Los medios para la  
 25 determinación continua de al menos un parámetro de proceso incluyen normalmente sistemas de medida para averiguar determinadas magnitudes físicas en determinadas áreas de la instalación. En esta forma de realización, la instalación también dispone de un control de instalación mediante el cual se pueden disparar las descargas de alta tensión individuales o las secuencias de varias descargas de alta tensión, en cada caso en función de los parámetros de proceso respectivos determinados. Una instalación de este tipo es adecuada para la realización, en particular automatizada, del procedimiento de acuerdo con el primer aspecto de la invención.  
 30

- En este contexto es preferible que los medios para la determinación continua del al menos un parámetro de proceso estén configurados de modo que, para la determinación del parámetro de proceso, puedan determinar de forma continua al menos un parámetro (parámetro de zona de proceso de acuerdo con las reivindicaciones) que representa una propiedad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso o de un área  
 35 adyacente a la zona de proceso.

Los siguientes parámetros son especialmente preferentes en este contexto:

- la capacidad eléctrica, la conductividad eléctrica o la permitividad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso o del área adyacente a la zona de proceso,  
 40 el peso de la carga de material y/o el nivel de llenado de la zona de proceso o del área adyacente a la zona de proceso con material, y  
 el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza del material que se encuentra en la zona de proceso o en el área adyacente.

- En este contexto también es preferible que la instalación incluya además medios para el suministro continuo del material a fragmentar o predebilitar en forma de una corriente de material a la zona de proceso, y que los  
 45 medios para la determinación continua del parámetro de proceso estén configurados de modo que, para determinar el parámetro de proceso, puedan determinar de forma continua al menos un parámetro (parámetro de suministro de material de acuerdo con las reivindicaciones) de la corriente de material en un área aguas arriba de la zona de proceso.

Los siguientes parámetros son especialmente preferentes en este contexto:

- 50 la capacidad eléctrica, la conductividad eléctrica o la permitividad de la corriente de material en el área, el caudal volumétrico o el caudal másico de la corriente de material o del material a fragmentar o predebilitar transportado en la corriente de material en el área, y  
 el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza del material que se encuentra en el área.

- En este último caso también es preferible que los medios para la determinación continua del al menos un  
 55 parámetro de proceso estén configurados de modo que los parámetros de proceso determinados con los

5 mismos representen en cada caso una situación futura en lo que respecta al material que se encuentra en la zona de proceso, y que el control de instalación esté configurado de modo que, teniendo en cuenta la velocidad de suministro de la corriente de material a la zona de proceso y la distancia entre el lugar de determinación de los parámetros (parámetros de suministro de material), pueda determinar en cada caso el momento en el futuro en el que se producirá en la zona de proceso en cada caso la situación representada por los parámetros de proceso respectivos y pueda llevar a cabo en cada caso el disparo de las descargas de alta tensión o secuencias de varias descargas de alta tensión teniendo en cuenta dicho momento. De este modo es posible controlar el disparo de las descargas de alta tensión mediante parámetros determinados fuera de la zona de proceso.

10 En otra forma de realización preferente de la instalación, el control de instalación está configurado para comparar de forma continua los parámetros de proceso determinados de forma continua con un valor umbral y disparar en cada caso las descargas de alta tensión o las secuencias de descarga de alta tensión cuando el parámetro de proceso respectivo coincide con el valor umbral o está por encima o por debajo de éste en una medida determinada.

15 En este contexto también resulta ventajoso que el control de instalación esté configurado para comparar el parámetro de proceso con un valor umbral que ha sido determinado previamente con ayuda de los medios para la determinación continua del parámetro de proceso, preferiblemente de forma automática, accionando la instalación de modo que en el área en la que se determinan el o los parámetros para la determinación del parámetro de proceso se provoca una situación de material con la que se desea el disparo de descargas de alta tensión, acto seguido se determina el parámetro de proceso en dicha situación y a continuación el control de instalación utiliza este parámetro de proceso como valor umbral.

20 En este contexto también es preferible que el control de instalación esté configurado para determinar previamente el valor umbral, preferentemente de forma automática, accionando la instalación de tal modo que en la zona de proceso se dispone una pieza de material individual o una cantidad de material determinada con las que se desea el disparo de descargas de alta tensión, determinando acto seguido el parámetro de proceso mediante la determinación del parámetro de zona de proceso que representa una propiedad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso o de un área adyacente a la zona de proceso y utilizándose a continuación este parámetro de proceso por el control de instalación como valor umbral.

30 De forma alternativa o complementaria, en las instalaciones que presentan medios para el suministro continuo del material a fragmentar o predebilitar en forma de una corriente de material a la zona de proceso es preferible que el control de instalación esté configurado para determinar previamente el valor umbral, preferentemente de forma automática, accionando la instalación de tal modo que en un área aguas arriba de la zona de proceso se dispone una pieza de material individual o una cantidad de material determinada que corresponden a una pieza de material individual o a una cantidad de material con las que, si están presentes en la zona de proceso, se desea el disparo de descargas de alta tensión, determinando acto seguido el parámetro de proceso que representa una propiedad de la pieza de material o de la cantidad de material en el área aguas arriba de la zona de proceso, y utilizándose a continuación este parámetro de proceso por el control de instalación como valor umbral.

40 Además, en las instalaciones según la invención con un control de instalación configurado para comparar de forma continua el parámetro de proceso determinado de forma continua con un valor umbral, es preferible que el control de instalación esté configurado de modo que pueda modificar el valor umbral en función de uno o más parámetros de una instalación previa a la instalación según la invención y/o de una instalación posterior a la instalación según la invención.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

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

Figuras 1a a 1c: muestran de forma muy esquemática un primer procedimiento según la invención;  
 Figura 2: muestra de forma muy esquemática un segundo procedimiento según la invención;  
 Figuras 3a y 3b: muestran de forma muy esquemática un tercer procedimiento según la invención;  
 50 Figuras 4a y 4b: muestran de forma muy esquemática un cuarto procedimiento según la invención; y  
 Figuras 5a y 5b: muestran de forma muy esquemática un quinto procedimiento según la invención.

#### FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

Las Figuras 1a a 1c ilustran de forma muy esquemática un primer procedimiento según la invención para fragmentar material de roca mediante descargas de alta tensión. Como se puede distinguir, un material de roca  
 55 1 se transporta mediante una cinta transportadora 2 a una zona de proceso 5 formada entre dos electrodos 3,

- 4, en la que puede ser fragmentado mediante descargas de alta tensión 6 que se pueden generarse entre los dos electrodos 3, 4, y a continuación se saca de la zona de proceso 5 mediante otra cinta transportadora 7. Tal como se indica mediante el símbolo de condensador, continuamente se determina la capacidad eléctrica entre los dos electrodos 3, 4, es decir, del contenido de la zona de proceso 5, que varía dependiendo del tamaño de las piezas de material y, por tanto, representa el tamaño de piezas de material. Las capacidades determinadas se comparan continuamente con un valor umbral mediante el cual se establece si debe producirse o no una descarga de alta tensión 6 que fragmente la pieza de material 1.
- 5
- En la situación mostrada en la Figura 1a, en la zona de proceso 5 hay una pieza de material 1 con un tamaño de pieza inferior o igual al tamaño previsto, con lo que resulta una capacidad que es mayor que el valor umbral. En este caso no se dispara ninguna descarga de alta tensión y la pieza de material se conduce a través de la zona de proceso 5 sin fragmentación adicional.
- 10
- En la situación mostrada en la Figura 1b, en la zona de proceso 5 no hay una pieza de material, con lo que resulta una capacidad todavía mayor que en la situación mostrada en la Figura 1a. Correspondientemente, en este caso tampoco se dispara ninguna descarga de alta tensión.
- 15
- En la situación mostrada en la Figura 1c, en la zona de proceso 5 hay una pieza de material 1 con un tamaño de pieza mayor que el tamaño previsto, con lo que resulta una capacidad que es menor que el valor umbral. En este caso se dispara una descarga de alta tensión 6 que fragmenta la pieza de material.
- 20
- La Figura 2 muestra de forma muy esquemática una situación como la de la Figura 1c en un segundo procedimiento según la invención para fragmentar material de roca mediante descargas de alta tensión, que se solo se diferencia del procedimiento ilustrado en las Figuras 1a a 1c en que el electrodo inferior 3 está configurado como una banda transportadora metálica 8.
- 25
- En las Figuras 3a y 3b se ilustra de forma muy esquemática un tercer procedimiento según la invención para fragmentar material de roca mediante descargas de alta tensión. Tal como se puede distinguir, en este caso un material de roca 1 se conduce mediante un dispositivo de transporte 9a, 9b entre dos electrodos de medición 10, 11 dispuestos aguas arriba de la zona de proceso 5, a continuación se conduce a la zona de proceso 5, en la que puede ser fragmentado mediante descargas de alta tensión 6 que pueden ser generadas entre los dos electrodos 3, 4, y a continuación se saca de la zona de proceso 5 mediante una cinta transportadora 7. Tal como se indica mediante el símbolo de condensador, continuamente se determina la capacidad eléctrica entre los dos electrodos de medición 10, 11, que varía dependiendo del tamaño de la pieza de material 1 que se encuentra entre dichos electrodos 10, 11 y así representa el tamaño de la pieza de material. Las capacidades determinadas se comparan continuamente con un valor umbral, mediante el cual se decide si en el momento en el que la pieza de material 1 llega a la zona de proceso 5 debe producirse o no una descarga de alta tensión 6 para fragmentar la pieza de material 1. El momento de la llegada de la pieza de material 1 a la zona de proceso 5 se determina a partir de la velocidad de suministro S de la pieza de material 1 a la zona de proceso 5 y de la distancia conocida entre los electrodos de medición 10, 11 y la zona de proceso 5.
- 30
- 35
- En la situación mostrada en la Figura 3a, entre los dos electrodos de medición 10, 11 hay una pieza de material 1 con un tamaño de pieza mayor que el tamaño previsto, con lo que se determina una capacidad que es menor que el valor umbral. En este caso, cuando la pieza de material 1 llega a la zona de proceso 5 se dispara una descarga de alta tensión 6. Esta situación se muestra en la Figura 3b. La siguiente pieza de material 1, que en este momento se encuentra precisamente entre los electrodos de medición 10, 11, tiene un tamaño de pieza menor o igual que el tamaño previsto, con lo que se determina una capacidad que es mayor que el valor umbral. En este caso no se dispara una descarga de alta tensión cuando dicha pieza de material 1 llega a la zona de proceso 5, y la pieza de material se conduce a través de la zona de proceso 5 sin fragmentación adicional.
- 40
- Las Figuras 4a y 4b ilustran de forma muy esquemática un cuarto procedimiento según la invención para fragmentar material de roca mediante descargas de alta tensión. Tal como se puede distinguir, este procedimiento solo se diferencia del procedimiento mostrado en las Figuras 3a y 3b en que, en lugar del dispositivo de transporte 9a, 9b y del electrodo de medición inferior 10, se utiliza una cinta transportadora 2 que al mismo tiempo actúa como electrodo de medición inferior 10.
- 45
- En las Figuras 5a y 5b se ilustra de forma muy esquemática un quinto procedimiento según la invención para fragmentar material de roca mediante descargas de alta tensión. Tal como se puede distinguir, este procedimiento solo se diferencia del procedimiento mostrado en las Figuras 4a y 4b en que, en lugar de los electrodos de medición, se utiliza un sistema de cámara 12 mediante el cual se determina continuamente el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza del material en el área aguas arriba de la zona de proceso 5. Los tamaños de pieza o las distribuciones de tamaño de pieza determinados se comparan continuamente con un valor umbral, mediante el cual se determina si en el momento en el que la pieza de material 1 llega a la zona de proceso 5 debe producirse o no una descarga de alta tensión 6 para fragmentar la pieza de material
- 50
- 55

1. El momento de la llegada de la pieza de material 1 a la zona de proceso 5 se determina a partir de la velocidad de suministro S de la pieza de material 1 a la zona de proceso 5 y de la distancia conocida entre el sistema de cámara 12 y la zona de proceso 5.

5 En la situación mostrada en la Figura 5a, en el campo visual del sistema de cámara 12 se encuentra una pieza de material 1 con un tamaño de pieza mayor que el tamaño previsto, de modo que cuando la pieza de material 1 llega a la zona de proceso 5 se dispara una descarga de alta tensión 6, tal como se muestra en la Figura 5b.

Aunque en la presente solicitud se describen realizaciones preferentes de la invención, se debe señalar claramente que la invención no está limitada a éstas y que también puede ser realizada de otro modo dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

10

**Reivindicaciones**

1. Procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material (1), en particular material de roca (1) o mineral, mediante descargas de alta tensión (6), que incluye las etapas de:
  - 5 a) proporcionar una zona de proceso (5) entre al menos dos electrodos (3, 4) distanciados entre sí,
  - b) conducir el material (1) a fragmentar o predebilitar a través de la zona de proceso (5), y
  - c) generar descargas de alta tensión (6) entre los al menos dos electrodos (3, 4) durante el paso del material (1) a fragmentar o predebilitar a través de la zona de proceso (5), para fragmentar o predebilitar el material (1),
- 10 disparándose las descargas de alta tensión (6), en cada caso de forma individual o como una secuencia de varias descargas de alta tensión (6), en función de al menos un parámetro de proceso determinado de forma continua que representa la situación actual y/o una situación futura en lo que respecta al material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, donde el parámetro de proceso representa el nivel de carga actual o un nivel de carga futuro de la zona de proceso (5) con material.
- 20 3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde el parámetro de proceso representa el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza actuales o un tamaño de pieza o una distribución de tamaño de pieza futuros del material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5).
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde el parámetro de proceso representa un grado de fragmentación o predebilitamiento del material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde, para determinar el parámetro de proceso, se determina de forma continua al menos un parámetro de zona de proceso que representa una propiedad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso (5) o de un área adyacente a la zona de proceso (5).
- 30 6. Procedimiento según la reivindicación 5, donde como parámetro de zona de proceso se determina la capacidad eléctrica, la conductividad eléctrica y/o la permitividad del contenido o de parte del contenido de la zona de proceso (5) o del área adyacente a la zona de proceso (5).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 6, donde como parámetro de zona de proceso se determina un peso de carga de material y/o un nivel de carga de la zona de proceso (5) o del área adyacente a la zona de proceso (5) con material.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 7, donde como parámetro de zona de proceso se determina un tamaño de pieza o una distribución de tamaño de pieza del material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5) o en el área adyacente.
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde el material (1) a fragmentar o predebilitar de la zona de proceso (5) se suministra de modo continuo a la zona de proceso (5) en forma de una corriente de material, y donde, para determinar el parámetro de proceso, se determina de forma continua al menos un parámetro de suministro de material que representa una propiedad de la corriente de material en un área aguas arriba de la zona de proceso (5).
- 45 10. Procedimiento según la reivindicación 9, donde como parámetro de suministro de material se determina la capacidad eléctrica, la conductividad eléctrica y/o la permitividad de la corriente de material en el área.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 10, donde como parámetro de suministro de material se determina el caudal volumétrico y/o el caudal másico de la corriente de material o del material (1) a fragmentar o predebilitar transportado en la corriente de material en el área.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 11, donde como parámetro de suministro de material se determina un tamaño de pieza o una distribución de tamaño de pieza del material (1) que se encuentra en el área.
- 50 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones 9 a 12, donde el parámetro de proceso representa una situación futura en lo que respecta al material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5), y

- 5 donde, teniendo en cuenta la velocidad de suministro (S) de la corriente de material a la zona de proceso (5) y la distancia entre el lugar de determinación del parámetro de suministro de material, se determina el momento del futuro en el que se producirá en la zona de proceso (5) la situación representada por el parámetro de proceso, y donde en dicho momento se disparan las descargas de alta tensión (6) en función del parámetro de proceso.
14. Procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 13, donde el al menos un parámetro de proceso corresponde al al menos un parámetro de zona de proceso y/o al menos un parámetro de suministro de material.
- 10 15. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde el parámetro de proceso determinado de forma continua se compara de forma continua con un valor umbral y la descarga de alta tensión (6) o la secuencia de descargas de alta tensión (6) se dispara en cada caso cuando el parámetro de proceso coincide con el valor umbral o está por encima o por debajo de éste en una medida determinada.
- 15 16. Procedimiento según la reivindicación 15, donde se utiliza un valor umbral determinado de antemano provocando, en el área en la que se determina el parámetro de proceso, o el parámetro de zona de proceso o parámetro de suministro de material determinado para la determinación del mismo, una situación de material en la que se desea el disparo de descargas de alta tensión (6), determinando acto seguido el parámetro de proceso en esta situación y utilizando a continuación este parámetro de proceso como valor umbral.
- 20 17. Procedimiento según la reivindicación 16, donde se utiliza un valor umbral determinado de antemano disponiendo en la zona de proceso (5) una pieza de material (1) individual o una cantidad de material determinada para las que se desea el disparo de descargas de alta tensión (6), determinando a continuación el parámetro de proceso mediante la determinación del parámetro de zona de proceso que representa una propiedad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso (5) o de un área adyacente a la zona de proceso (5), y utilizando este parámetro de proceso como valor umbral.
- 25 18. Procedimiento según la reivindicación 9 y según una de las reivindicaciones 16 a 17, donde se utiliza un valor umbral que se determina previamente disponiendo en un área aguas arriba de la zona de proceso (5) una pieza de material (1) individual o una cantidad de material determinada, que corresponden a una pieza de materia individual o a una cantidad de material para las que, en caso de presencia en la zona de proceso (5), se desea el disparo de descargas de alta tensión (6), determinando a continuación el parámetro de proceso mediante la determinación del parámetro de suministro de material que representa una propiedad de la pieza de material (1) o de la cantidad de material en el área aguas arriba de la zona de proceso, y utilizando este parámetro de proceso como valor umbral.
- 30 19. Procedimiento según una de las reivindicaciones 15 a 18, donde se determina al menos un parámetro de un procedimiento previo al procedimiento según la invención y/o de un procedimiento posterior al procedimiento según la invención, y el valor umbral se modifica en base a dicho al menos un parámetro.
- 35 20. Procedimiento según la reivindicación 19, donde el procedimiento previo y/o el procedimiento posterior consisten en un procedimiento para fragmentar y/o predebilitar material mediante descargas de alta tensión, en particular según una de las reivindicaciones anteriores, en el que se fragmenta y/o predebilita el material conducido al procedimiento según la invención y/o el material procedente del procedimiento según la invención.
- 40 21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 19 a 20, donde se determina un parámetro de un procedimiento previo al procedimiento según la invención, que representa propiedades del material que procede del procedimiento previo, que se conduce a la zona de proceso (5) para su fragmentación o predebilitamiento, en particular el tipo de material, la cantidad de material, la fragmentabilidad, la dureza del material y/o el tamaño de pieza de este material.
- 45 22. Procedimiento según la reivindicación 21, donde se determina como parámetro el consumo de energía de un dispositivo para el tratamiento del material en el procedimiento previo, en particular una trituradora o un molino, el tamaño de pieza del material procedente del procedimiento previo, el consumo de sustancias químicas utilizadas en el procedimiento previo, la concentración de determinadas sustancias en un líquido de proceso del procedimiento previo y/o la cantidad del material procedente del procedimiento previo.
- 50 55

- 5      **23.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 19 a 22, donde se determina un parámetro de un procedimiento posterior al procedimiento según la invención, que representa propiedades del material fragmentado o predebilitado que procede del procedimiento según la invención y es conducido al procedimiento posterior, en particular el tipo de material, la cantidad de material, la fragmentabilidad, la dureza del material y/o el tamaño de pieza de este material.
- 10      **24.** Procedimiento según la reivindicación 23, donde se determina como parámetro el consumo de energía de un dispositivo para el tratamiento del material en el procedimiento posterior, en particular una trituradora o un molino, la presión de un ciclón de molino de bolas utilizado en el procedimiento posterior, el tamaño de pieza del material conducido al procedimiento posterior, el consumo de sustancias químicas utilizadas en el procedimiento posterior, la concentración de determinadas sustancias en un líquido de proceso del procedimiento posterior, la tasa de rechazo o de recuperación lograda en el procedimiento posterior y/o la cantidad del material procedente del procedimiento posterior.
- 15      **25.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde la zona de proceso (5) está inundada con un líquido de proceso durante la generación de descargas de alta tensión (6), en particular con agua.
- 20      **26.** Procedimiento según la reivindicación 25, donde el líquido de proceso fluye a través de la zona de proceso (5).
- 20      **27.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde el material (1) a fragmentar o predebilitar es un mineral de metal precioso o un mineral de metal semiprecioso, en particular un mineral de cobre, de cobre/oro o de platino.
- 25      **28.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde antes del procedimiento tiene lugar una fragmentación y/o predebilitamiento del material (1) a fragmentar y/o predebilitar, en particular una fragmentación y/o predebilitamiento mediante descargas de alta tensión, en particular llevando a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores.
- 30      **29.** Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, donde a continuación del procedimiento tiene lugar una fragmentación y/o debilitamiento del material fragmentado o predebilitado procedente del procedimiento, en particular una fragmentación y/o debilitamiento mediante descargas de alta tensión, en particular llevando a cabo el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, o una fragmentación mecánica.
- 35      **30.** Instalación para su uso en el procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que incluye:  
a) una zona de proceso (5) entre al menos dos electrodos (3, 4) distanciados entre sí,  
b) medios (2, 7; 7, 9a, 9b; 2, 7, 8) para transportar el material (1) a fragmentar o predebilitar a través de la zona de proceso (5), y  
c) medios para generar descargas de alta tensión (6) entre los al menos dos electrodos (3, 4) durante el transporte del material (1) a fragmentar o predebilitar a través de la zona de proceso (5), para fragmentar o predebilitar el material (1),  
estando configurados los medios para generar descargas de alta tensión (6) entre los al menos dos electrodos (3, 4) de modo que es posible un disparo selectivo de descargas de alta tensión (6) individuales o de secuencias individuales de varias descargas de alta tensión (6) en función de al menos un parámetro de proceso determinado de forma continua, que representa la situación actual o una situación futura en lo que respecta al material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5).
- 40      **31.** Instalación según la reivindicación 30, disponiendo la instalación de medios para la determinación continua de al menos un parámetro de proceso que representa la situación actual o una situación futura en lo que respecta al material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5), en particular para la determinación continua de al menos un parámetro de proceso que representa el nivel de carga actual o un nivel de carga futuro de la zona de proceso (5) con material, el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza actuales o un tamaño de pieza o una distribución de tamaño de pieza futuros del material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5) y/o un grado de fragmentación o predebilitamiento del material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5), y disponiendo la instalación de un control de instalación mediante el cual se pueden disparar descargas de alta tensión (6) individuales o secuencias de varias descargas de alta tensión (6) en función del parámetro de proceso respectivo determinado.
- 50      **32.** Instalación según la reivindicación 31, donde los medios para la determinación continua del al menos un parámetro de proceso están configurados de modo que, para la determinación del parámetro de
- 55

- 5 proceso, pueden determinar de forma continua al menos un parámetro de zona de proceso que representa una propiedad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso (5) o de un área adyacente a la zona de proceso (5), en particular la capacidad eléctrica, la conductividad eléctrica y/o la permitividad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso (5) o del área adyacente a la zona de proceso (5), el peso de la carga de material y/o un nivel de carga de la zona de proceso o del área adyacente a la zona de proceso con material y/o el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza del material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5) o en el área adyacente.
- 10 **33.** Instalación según una de las reivindicaciones 31 a 32, presentando la instalación medios (2; 9a, 9b; 2, 8) para el suministro continuo del material (1) a fragmentar o predebilitar en forma de una corriente de material a la zona de proceso (5), y estando configurados los medios para la determinación continua del parámetro de proceso de modo que, para determinar el parámetro de proceso, pueden determinar de forma continua al menos un parámetro de suministro de material de la corriente de material en un área aguas arriba de la zona de proceso (5), en particular la capacidad eléctrica, la conductividad eléctrica y/o la permitividad de la corriente de material y/o el caudal volumétrico y/o el caudal másico de la corriente de material o del material (1) a fragmentar o predebilitar transportado en la corriente de material y/o el tamaño de pieza o la distribución de tamaño de pieza del material que se encuentra en el área.
- 15
- 20 **34.** Instalación según la reivindicación 33, donde los medios para la determinación continua del al menos un parámetro de proceso están configurados de modo que los parámetros de proceso determinados con los mismos representan una situación futura en lo que respecta al material (1) que se encuentra en la zona de proceso (5), y donde el control de instalación está configurado de modo que, teniendo en cuenta la velocidad de suministro (S) de la corriente de material a la zona de proceso (5) y la distancia entre el lugar de determinación del parámetro de suministro de material y la zona de proceso (5), puede determinar el momento en el futuro en el que se producirá en la zona de proceso (5) la situación representada por los parámetros de proceso respectivos y puede llevar a cabo el disparo de las descargas de alta tensión (6) o de secuencias de varias descargas de alta tensión (6) teniendo en cuenta dicho momento.
- 25
- 30 **35.** Instalación según una de las reivindicaciones 31 a 34, donde el control de instalación está configurado para comparar de forma continua el parámetro de proceso determinado de forma continua con un valor umbral y disparar en cada caso las descargas de alta tensión (6) o la secuencia de descargas de alta tensión (6) cuando el parámetro de proceso coincide con el valor umbral o está por encima o por debajo de éste en una medida determinada.
- 35 **36.** Instalación según la reivindicación 35, donde el control de instalación está configurado para comparar el parámetro de proceso con un valor umbral que ha sido determinado previamente por el mismo con ayuda de los medios para la determinación continua del parámetro de proceso, en particular de forma automática, accionando la instalación de modo que, en el área en la que se determina el parámetro de proceso o el parámetro de zona de proceso determinado para la determinación de éste, se provoca una situación de material con la que se desea el disparo de descargas de alta tensión, acto seguido se determina el parámetro de proceso en dicha situación y a continuación el control de instalación utiliza este parámetro de proceso como valor umbral.
- 40
- 45 **37.** Instalación según la reivindicación 36, donde el control de instalación está configurado para comparar el parámetro de proceso con un valor umbral que ha sido determinado previamente por el mismo con ayuda de los medios para la determinación continua del parámetro de proceso, en particular de forma automática, accionando la instalación de modo que en la zona de proceso (5) se dispone una pieza de material (1) individual o una cantidad de material determinada con las que se desea el disparo de descargas de alta tensión (6), determinando acto seguido el parámetro de proceso mediante la determinación del parámetro de zona de proceso que representa una propiedad del contenido o de una parte del contenido de la zona de proceso (5) o de un área adyacente a la zona de proceso (5), y siendo utilizado a continuación este parámetro de proceso por el control de instalación como valor umbral.
- 50
- 55 **38.** Instalación según la reivindicación 33 y según una de las reivindicaciones 36 a 37, donde el control de instalación esté configurado para comparar el parámetro de proceso con un valor umbral que ha sido determinado previamente por el mismo con ayuda de los medios para la determinación continua del parámetro de proceso, en particular de forma automática, accionando la instalación de modo que en un área aguas arriba de la zona de proceso (5) se dispone una pieza de material (1) individual o una cantidad de material determinada que corresponden a una pieza de material individual o a una cantidad de material con las que, si están presentes en la zona de proceso (5), se desea el disparo de

descargas de alta tensión (6), determinando acto seguido el parámetro de proceso, mediante la determinación del parámetro de suministro de material, que representa una propiedad de la pieza de material o de la cantidad de material en el área aguas arriba de la zona de proceso, y siendo utilizado a continuación este parámetro de proceso por el control de instalación como valor umbral.

- 5 **39.** Instalación según una de las reivindicaciones 35 a 38, donde el control de instalación está configurado de modo que puede modificar el valor umbral en función de uno o más parámetros de una instalación previa a la instalación según la invención y/o de una instalación posterior a la instalación según la invención.

Fig.1a

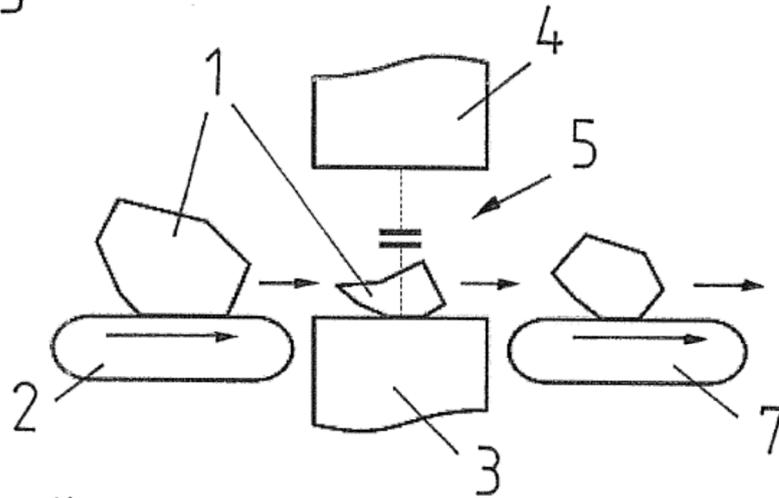


Fig.1b

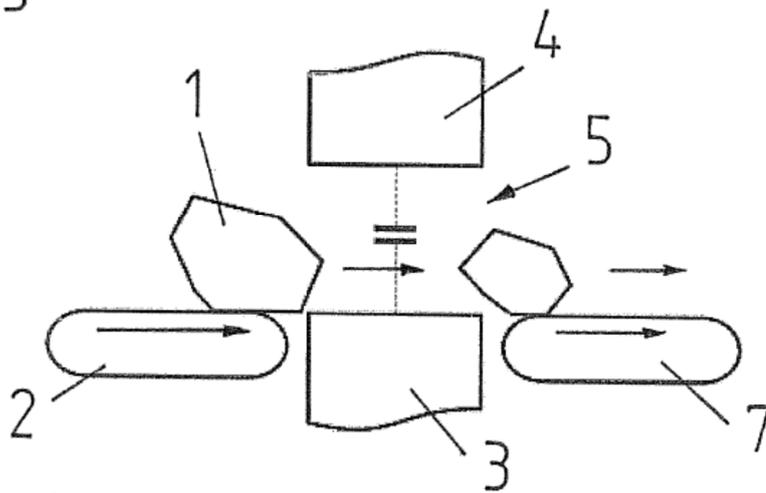


Fig.1c

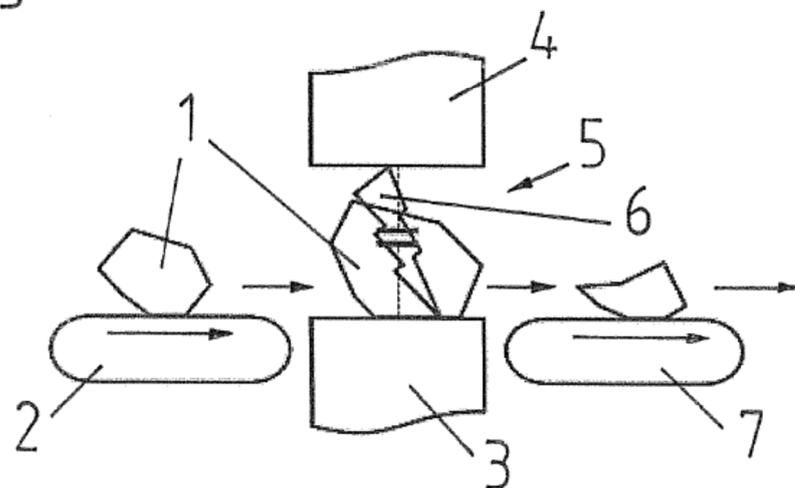


Fig.2

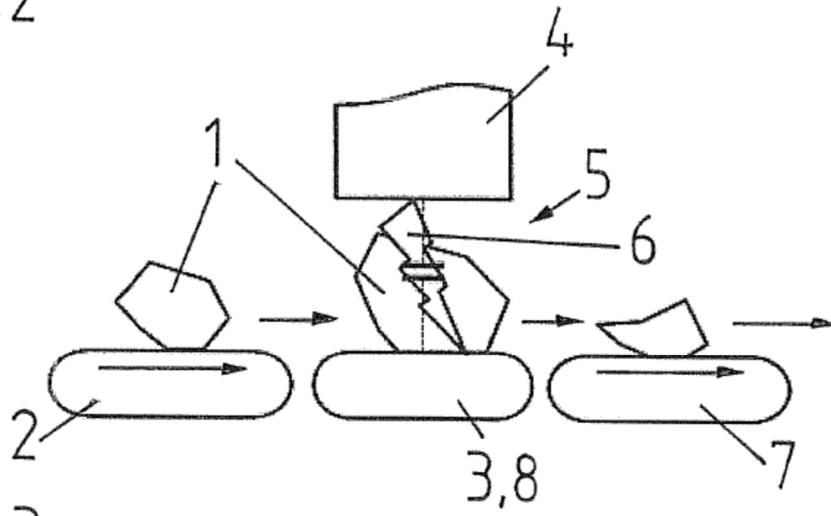


Fig.3a

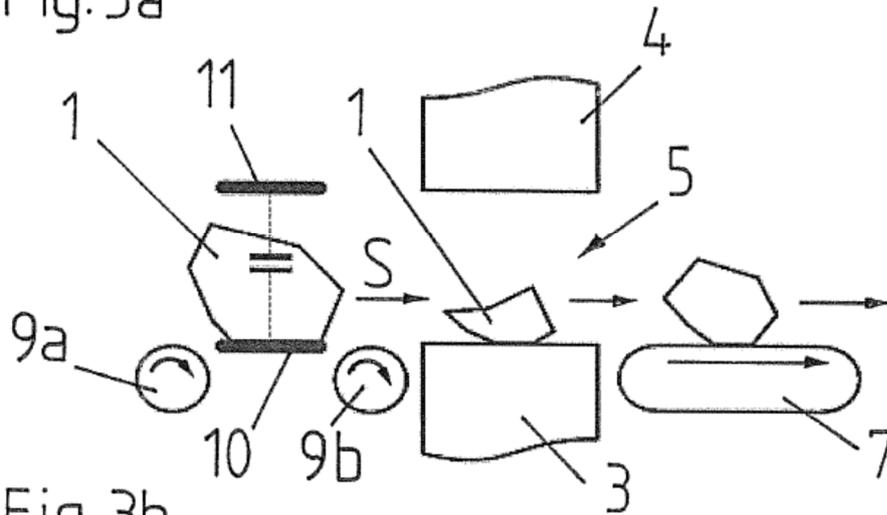


Fig.3b

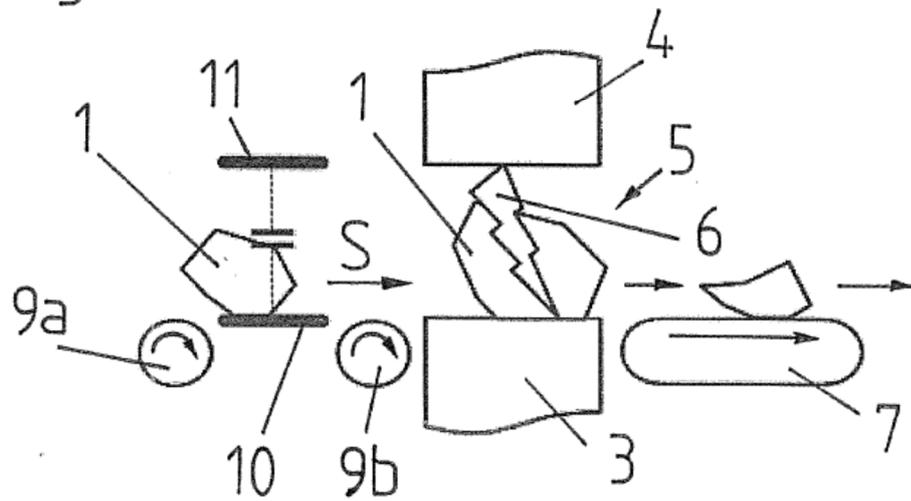


Fig.4a

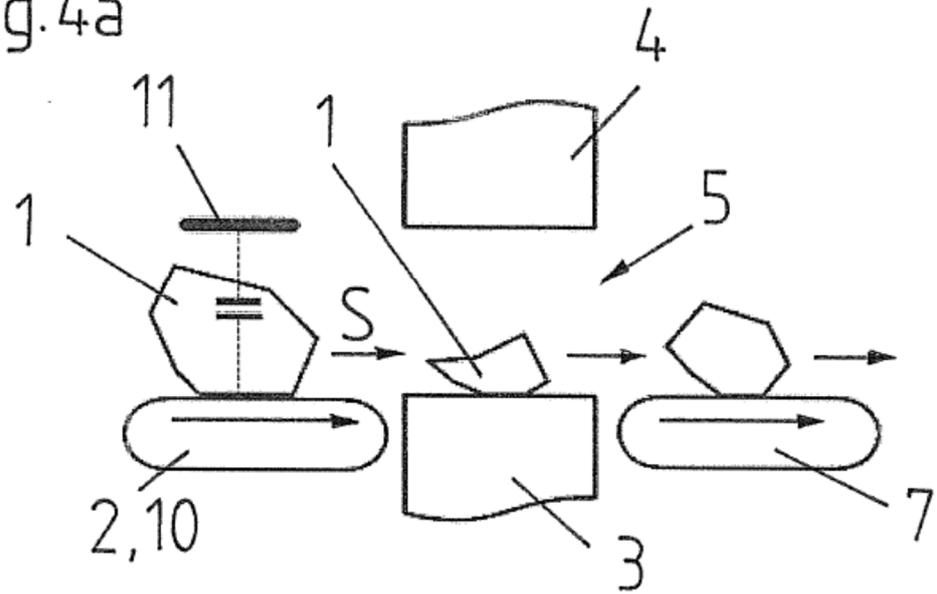


Fig.4b

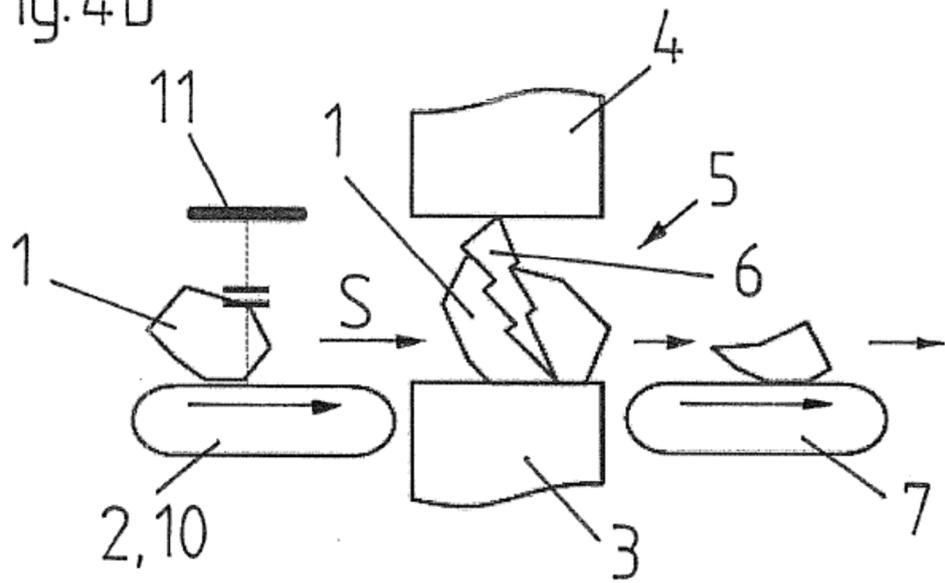


Fig.5a

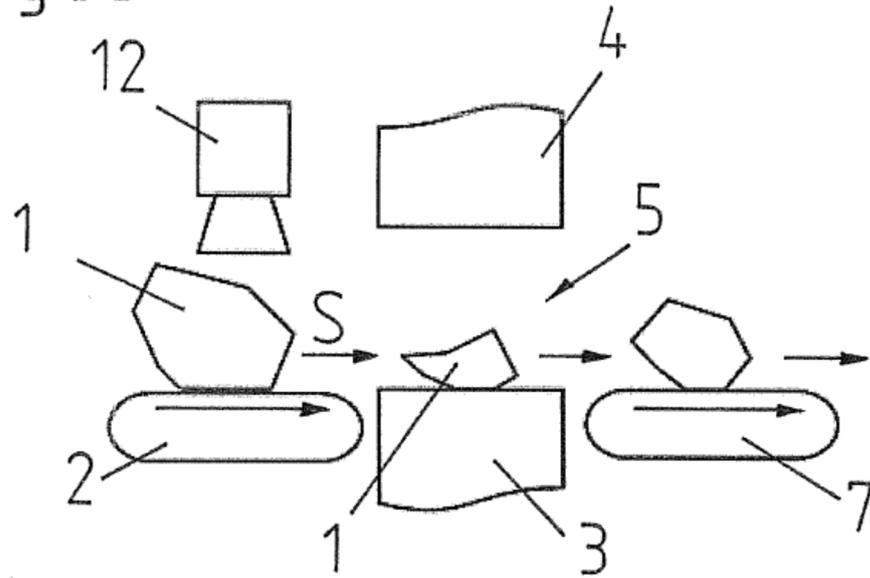


Fig.5b

