

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 241**

51 Int. Cl.:

B02C 19/18 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.02.2015 PCT/CH2015/000031**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2016 WO16134489**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.02.2015 E 15710415 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2019 EP 3261767**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la fragmentación y/o debilitación de una pieza de material por medio de descargas de alta tensión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.11.2019

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

72 Inventor/es:
**KAEPPELER, JOHANNES;
MORACH, MARION ESTHER;
WEH, ALEXANDER y
MÜLLER-SIEBERT, REINHARD**

74 Agente/Representante:
AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 731 241 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la fragmentación y/o debilitación de una pieza de material por medio de descargas de alta tensión

5

Campo técnico

La invención se refiere a un procedimiento para la fragmentación y/o debilitación de una pieza de material por medio de descargas de alta tensión, un dispositivo para la realización del procedimiento, así como el uso del dispositivo para la fragmentación y/o debilitación de materiales compuestos de fibra de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones independientes.

10

Estado de la técnica

15 Por el estado de la técnica, es conocido triturar los más distintos materiales mediante descargas de alta tensión pulsadas o debilitarlos de tal manera que estos puedan triturarse de manera más sencilla en un proceso de trituración mecánica posterior.

20 A este respecto, esta tecnología no solo se utiliza en la extracción de materias primas para la trituración de materiales quebradizos como, por ejemplo, minerales o minerales que llevan piedras preciosas, sino que también se utiliza cada vez más en otras áreas técnicas, por ejemplo, para la trituración de barras de silicio bruto en la industria de semiconductores o para la trituración de residuos electrónicos para la recuperación de materiales.

25 Básicamente, el procedimiento es apropiado también de manera excelente para el reciclado de objetos difícilmente descomponibles y elementos constructivos de materiales compuestos como, por ejemplo, piezas de esquí, snowboard, carrocería, palas de aerogeneradores, etc. Sin embargo, en este caso se presenta el problema de que las instalaciones de fragmentación de alta tensión actualmente disponibles exigen un determinado tamaño de unidad del material que debe procesarse que solo puede alcanzarse, debido a las características y la diversidad de tales objetos, mediante un troceado previo individual muy trabajoso, lo que está asociado a elevados coste y ha supuesto hasta ahora un obstáculo al uso industrial de esta tecnología en el reciclado de tales objetos.

30

Un dispositivo de este tipo y un procedimiento de este tipo se conocen por el documento JP 2003 154286.

Descripción de la invención

35

Por este motivo, se plantea el objetivo de proporcionar procedimientos y dispositivos para la fragmentación y/o debilitación de piezas de material por medio de descargas de alta tensión con los que también puedan procesarse piezas de material grandes como, por ejemplo, piezas de esquí, snowboard, carrocería o palas de aerogeneradores sin laborioso troceado previo.

40

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

45 De acuerdo con estas, un primer aspecto de la invención se refiere a un procedimiento para la fragmentación y/o debilitación de una pieza de material por medio de descargas de alta tensión. De acuerdo con este procedimiento, la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse, sumergida en un líquido de proceso, pasa junto a una matriz de varios electrodos de alta tensión que son solicitados por uno o varios generadores de alta tensión con impulsos de alta tensión, de tal modo que se producen descargas de alta tensión a través de la pieza de material durante el paso de la misma junto a la matriz de electrodos de alta tensión. Los electrodos de alta tensión de la matriz se pueden desplazar independientemente entre sí a lo largo de ejes de desplazamiento que discurren en ángulo, preferentemente esencialmente de manera perpendicular a la dirección de paso de la pieza de trabajo, y se desplazan durante el paso de la pieza de material junto a la matriz y la generación de descargas de alta tensión a través de la pieza de material de tal modo a lo largo de sus ejes de desplazamiento que siguen en cada caso el contorno de la pieza de material a una determinada distancia o siguen el contorno de la pieza de material en contacto con su superficie y, a este respecto, están sumergidos en el líquido de proceso. Los ejes de desplazamiento de los electrodos de alta tensión están orientados preferentemente de manera vertical.

50

55

Con el procedimiento de acuerdo con la invención, se pueden fragmentar y/o debilitar grandes piezas de material de la más diferente conformación de manera sencilla y sin laborioso troceado previo.

60 Preferentemente, la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse al pasar junto a la matriz de electrodos de alta tensión es pasada esencialmente de manera horizontal, preferentemente desplazada. De esta manera, se obtiene la ventaja de que la zona inundada con líquido de proceso únicamente tiene que estar configurada ligeramente más alta que el mayor grosor de la pieza de material, y de que, en el caso de un desplazamiento de la pieza de trabajo, la matriz de electrodos de alta tensión puede ser estacionaria.

65

En el caso mencionado en último lugar de un "desplazamiento" de la pieza de material, la pieza de material es

pasada ventajosamente por medio de un equipo de transporte, de manera preferente en forma de una cinta transportadora o de una cadena transportadora, junto a la matriz de electrodos de alta tensión. De esta manera, la pieza de material puede ser pasada con debilitación/fragmentación en progreso de manera controlada junto a la matriz de electrodos de alta tensión y los productos de fragmentación o debilitación puede ser extraídos de manera fiable de la zona de proceso.

A este respecto, es preferente en una variante de procedimiento que el equipo de transporte se utilice como contraelectrodo de los electrodos de alta tensión que esté conectado preferentemente a tierra y que, mediante la sollicitación de los electrodos de alta tensión con los impulsos de alta tensión, se generen descargas de alta tensión entre los electrodos de alta tensión y la cinta transportadora a través de la pieza de material. De esta manera, se puede actuar de manera particularmente efectiva sobre la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse, ya que las descargas de alta tensión atraviesan el material en todo su grosor.

En otra forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, cada uno de los electrodos de alta tensión de la matriz presenta al menos un contraelectrodo propio, es decir, asociado exclusivamente a él que está conectado preferentemente a tierra. Este contraelectrodo se desplaza en cada caso junto con el respectivo electrodo de alta tensión a lo largo de su eje de desplazamiento y está dispuesto relativamente al respectivo electrodo de alta tensión de tal modo que, mediante la sollicitación del respectivo electrodo de alta tensión con impulsos de alta tensión, se generan descargas de alta tensión entre el electrodo de alta tensión y el contraelectrodo a través de la pieza de material. De esta manera, se obtiene la ventaja de que la tensión de descarga está esencialmente desacoplada del grosor de la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse, de tal modo que también pueden procesarse sin más piezas de material con gran grosor o piezas de material con grosor muy variable. Otra ventaja de esta forma de realización consiste, además, en que ofrece una enorme libertad de configuración con respecto a la superficie de apoyo o el equipo de transporte para el material que debe fragmentarse y/o debilitarse en el área de la zona de proceso, porque esta superficie o equipo en este caso no se requiere como contraelectrodo y, por tanto, se puede optimizar mejor en relación con otros aspectos.

Preferentemente, cada uno de los electrodos de alta tensión de la matriz presenta un generador de alta tensión propio con el que este es sollicitado independientemente de los otros electrodos de alta tensión con impulsos de alta tensión. De esta manera, se puede asegurar que todas las zonas de la matriz de electrodos de alta tensión presenten la misma potencia o también se puede controlar de manera específica si están en funcionamiento zonas individuales de la matriz de electrodos de alta potencia y, en caso afirmativo, con qué potencia.

A este respecto, es ventajoso, además, que el correspondiente generador de alta tensión en cada caso está unido de manera fija con el electrodo de alta tensión y se desplaza con este a lo largo del eje de desplazamiento. De esta manera, se garantiza una unión segura entre el correspondiente generador de alta tensión y el respectivo electrodo de alta tensión y el correspondiente generador de alta tensión y el respectivo electrodo de alta tensión pueden cambiarse o recibir mantenimiento como unidad.

Preferentemente, en la fragmentación o debilitación del material, se mide continuamente la distancia de cada electrodo de alta tensión de la matriz de electrodos de alta tensión al contorno del material que debe fragmentarse y/o debilitarse y los electrodos de alta tensión se desplazan a lo largo de sus ejes de desplazamiento de tal modo que la distancia medida de los electrodos se corresponde en cada caso con una distancia de referencia determinada predefinida.

También es preferente que, en la fragmentación o debilitación del material, se examine continuamente para cada electrodo de alta tensión si se encuentra una pieza de material dentro de una determinada área de distancia con respecto al correspondiente electrodo de alta tensión, y sollicitándose el correspondiente electrodo de alta tensión con impulsos de alta tensión solo cuando el examen dé como resultado que se encuentra una pieza de material dentro de esta área de distancia.

Mediante estas medidas, se puede optimizar el proceso energéticamente y/o en relación con la potencia de impacto.

La medición de distancia y/o la comprobación de la presencia de material en una determinada área de distancia se efectúa preferentemente sin contacto, por ejemplo, ópticamente o por medio de ultrasonido.

En otra forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, se fragmenta y/o debilita una pieza de material cuya extensión en dirección de paso es mayor, preferentemente mayor en un múltiplo, que la extensión de la matriz de electrodos de alta tensión en esta dirección.

En otra forma de realización preferente del procedimiento de acuerdo con la invención, se fragmenta y/o debilita una pieza de material que es un componente o una pieza de un componente de un material compuesto de fibra, preferentemente un plástico reforzado con fibra de vidrio o un plástico reforzado con fibra de carbono.

En el caso de piezas de material de este tipo, se manifiestan de manera especialmente clara las ventajas de la invención.

A este respecto, es preferente, además, en la fragmentación y/o debilitación de tales piezas de material grandes de materiales compuestos de fibra que el material, al pasar la pieza de material junto a la matriz de electrodos de alta tensión, sea debilitado primero mediante solicitación con descargas de alta tensión por medio de al menos una parte de los electrodos de alta tensión de la matriz, que después el material debilitado sea desviado bajo una deformación del mismo, ventajosamente de tal modo que pueda seguir siendo guiado esencialmente en dirección horizontal, y el material debilitado desviado se fragmente después mediante subsiguiente solicitación con descargas de alta tensión, lo que preferentemente también se efectúa por medio de una parte de los electrodos de alta tensión de la matriz.

Preferentemente, la pieza de material es alimentada a este respecto con una dirección de movimiento inclinada hacia abajo de la matriz de electrodos de alta tensión, se debilita al pasar junto a la matriz mediante solicitación con descargas de alta tensión por medio de al menos una parte de los electrodos de alta tensión de la matriz y el material debilitado es desviado bajo una deformación del mismo de tal modo que, tras la desviación, sigue siendo guiado en una dirección de movimiento menos inclinada hacia abajo, preferentemente en una dirección de movimiento esencialmente horizontal.

De esta manera, es posible procesar piezas de material muy largas de material compuesto con dispositivos de acuerdo con la invención con cubetas de líquido de proceso relativamente cortas y planas.

Si la pieza de material pasa por medio de un equipo de transporte junto a la matriz de electrodos de alta tensión, es preferente que la desviación se efectúe por medio del equipo de transporte. De esta manera, se puede prescindir de equipos de desvío adicionales.

Además, en el caso de que se fragmenten o debiliten piezas de material de materiales compuestos de fibra, es preferente fragmentar el material compuesto de fibra de tal modo que se separen las partes de plástico de las fibras. De esta manera, es posible separar las fibras de las partes de plástico, lo que permite una eliminación de residuos adecuada al material y/o reciclaje, en particular de las fibras.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un dispositivo para la realización del procedimiento de acuerdo con el primer aspecto de la invención. De acuerdo con la invención, el dispositivo comprende una matriz de varios electrodos de alta tensión que se pueden desplazar de manera independiente entre sí a lo largo de ejes de desplazamiento preferentemente paralelos, orientados preferentemente de manera vertical.

Con tal dispositivo, se pueden procesar piezas de material grandes de la más diversa conformación de manera sencilla y sin laborioso troceado previo de acuerdo con el procedimiento de acuerdo con la invención.

Preferentemente, cada uno de los electrodos de alta tensión de la matriz presenta un generador de alta tensión propio con el que puede ser solicitado independientemente de los otros electrodos de alta tensión con impulsos de alta tensión. De esta manera, se puede asegurar que todas las zonas de la matriz de electrodos de alta tensión presente la misma potencia o también se controle de manera específica si están en funcionamiento zonas individuales de la matriz de electrodos de alta potencia y con qué potencia.

A este respecto, es ventajoso, además, que el correspondiente generador de alta tensión en cada caso está unido de manera fija con el electrodo de alta tensión y puede desplazarse con este a lo largo del eje de desplazamiento. De esta manera, se garantiza una unión segura entre el correspondiente generador de alta tensión y el respectivo electrodo de alta tensión y el generador de alta tensión y el electrodo de alta tensión pueden cambiarse y mantenerse como unidad.

Ventajosamente, el dispositivo comprende un control de máquina mediante el cual, en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto, durante el paso de la pieza de material junto a la matriz de electrodos de alta tensión y la generación de descargas de alta tensión a través de la pieza de material, los electrodos de alta tensión pueden desplazarse automáticamente a lo largo de sus ejes de desplazamiento de tal modo que siguen en cada caso el contorno de la pieza de material a una determinada distancia de referencia predefinida o siguen en cada caso en contacto con la superficie de la pieza de material el contorno de la pieza de material.

Preferentemente, este control de máquina está configurado de tal modo que con él, en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto, durante el paso de la pieza de material junto a la matriz de electrodos de alta tensión, se pueda comprobar de manera continua para cada electrodo de alta tensión si se encuentra una pieza de material dentro de una determinada área de distancia predefinida con respecto al correspondiente electrodo de alta tensión, y de tal modo que con él se puede suspender la solicitación del correspondiente electrodo de alta tensión con impulsos de alta tensión cuando el examen dé como resultado que no se encuentra una pieza de material dentro de esta área de distancia.

Mediante estos tipos de funcionamiento del control de máquina se puede optimizar el proceso.

En una forma de realización preferente, el dispositivo comprende un equipo de transporte, de manera preferente en forma de una cinta transportadora o de una cadena transportadora, dispuesto en un cubeta rellenable con un líquido

de proceso con el que una pieza de material que debe ser fragmentada y/o debilitada, sumergida en un líquido de proceso, puede ser pasada conforme al uso previsto junto a la matriz de electrodos de alta tensión en una dirección que discurre esencialmente de manera perpendicular a los ejes de desplazamiento de los electrodos de alta tensión. De esta manera, la pieza de material puede pasar con debilitación/fragmentación en progreso de manera controlada
 5 junto a la matriz de electrodos de alta tensión, los productos de fragmentación o debilitación pueden ser extraídos de manera segura y fiable de la zona de proceso.

A este respecto, es preferentemente que el dispositivo presente un equipo de alimentación para el material que debe fragmentarse y/o debilitarse, preferentemente en forma de una rampa de rodillos, con el que este material se pueda
 10 alimentar con una dirección de alimentación inclinada hacia abajo a una zona formada entre el equipo de transporte y la matriz de electrodos de alta tensión.

La dirección de alimentación del equipo de alimentación discurre a este respecto preferentemente junto con la dirección de transporte del equipo de transporte en un plano vertical conjunto en ángulo con respecto a la dirección
 15 de transporte del equipo de transporte y, concretamente, de manera preferente en un ángulo mayor de 15°.

En el último caso mencionado, es preferente, además, que el dispositivo comprenda también un equipo pisador, por ejemplo, con uno o varios rodillos de presión, con el que la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse se pueda asegurar durante la alimentación contra un levantamiento del equipo de alimentación, de tal modo que,
 20 para recorrer por completo la zona (espacio de proceso) formada entre el equipo de transporte y la matriz de electrodos de alta tensión, sea desviada bajo una deformación por medio del equipo de transporte.

De esta manera, es posible procesar piezas de material largas de materiales compuestos con dispositivos de acuerdo con la invención con cubetas de líquido de proceso relativamente cortas y planas.
 25

En una variante preferente de la forma de realización preferente anteriormente descrita del dispositivo con un equipo de transporte con el que una pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse pueda ser pasada junto a la matriz de electrodos de alta tensión, el equipo de transporte, en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto, sirve como contraelectrodo a los electrodos de alta tensión, de tal modo que, mediante una sollicitación de los
 30 electrodos de alta tensión con impulsos de alta tensión, se puedan generar descargas de alta tensión entre los electrodos de alta tensión y la cinta transportadora a través de la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse. Con tales dispositivos, se puede actuar de manera particularmente efectiva sobre la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse, ya que se pueden generar descargas de alta tensión en todo el grosor de material a través del material.
 35

En otra forma de realización preferente del dispositivo de acuerdo con la invención, cada uno de los electrodos de alta tensión de la matriz presenta al menos un contraelectrodo propio que está conectado preferentemente a tierra y que puede ser desplazado junto con este electrodo de alta tensión a lo largo de su eje de desplazamiento y está dispuesto de tal manera relativamente a este que, mediante la sollicitación del correspondiente electrodo de alta
 40 tensión con impulsos de alta tensión, se pueden generar descargas de alta tensión entre el electrodo de alta tensión y el contraelectrodo a través de una pieza de material dispuesta adyacentemente a este. De esta manera, se obtiene la ventaja de que la tensión de descarga está esencialmente desacoplada del grosor de la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse, de tal modo que también pueden procesarse sin más piezas de material con gran grosor o piezas de material con grosor muy variable. Otra ventaja de esta forma de realización consiste en que
 45 ofrece una enorme libertad de configuración con respecto a la superficie de apoyo o el equipo de transporte para el material que debe fragmentarse y/o debilitarse en el área de la zona de proceso, porque esta superficie o este equipo en este caso no se necesita como contraelectrodo.

En otra variante preferente de la forma de realización preferente anteriormente descrita del dispositivo con un equipo de transporte con el que una pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse pueda ser pasada junto a la matriz de electrodos de alta tensión, el dispositivo presenta, visto en dirección de paso del material, aguas abajo de la matriz de electrodos de alta tensión, un equipo de separación para la separación de productos de fragmentación tipo fibras y tipo partículas. De esta manera, tras la fragmentación de materiales compuestos de fibra, se posibilita una separación de las fibras de las partes de plástico, lo que permite una eliminación de residuos adecuada al
 50 material y/o reciclaje, en particular de las fibras.
 55

En otra forma de realización preferente del dispositivo de acuerdo con la invención, la matriz de electrodos de alta tensión está formada por varias filas de electrodos de alta tensión dispuestas consecutivamente vistas en dirección de paso de acuerdo con el uso previsto de la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse, estando dispuestos en las filas directamente consecutivas entre sí los electrodos de alta tensión de manera desplazada en cada caso. De esta manera, se puede minimizar la distancia de los electrodos de alta tensión vista en dirección de paso de acuerdo con el uso previsto de la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse y, por tanto, maximizar el grosor de actuación.
 60

Un tercer aspecto de la invención se refiere al uso del dispositivo de acuerdo con el segundo aspecto de la invención para la fragmentación y/o debilitación de materiales compuestos de fibra, en particular de plástico reforzado con fibra
 65

de vidrio o reforzado con fibra de carbono. En el caso de usos de este tipo, se manifiestan de manera particularmente clara las ventajas de la invención.

Breve descripción de los dibujos

5 Otras configuraciones, ventajas y aplicaciones de la invención se desprenden de las reivindicaciones dependientes y de la siguiente descripción con la ayuda de las figuras. A este respecto, muestran:

- 10 la Figura 1, una sección vertical a través de un primer dispositivo de acuerdo con la invención;
- la Figura 2, una sección horizontal a través del primer dispositivo a lo largo de la línea A-A de la figura 1;
- la Figura 3, una sección vertical a través del primer dispositivo de acuerdo con la invención a lo largo de la línea B-B de la figura 1 al fragmentar un componente con forma de placa;
- la Figura 4, una representación como la de la figura 3 al fragmentar un componente perfilado;
- 15 la Figura 5, una vista lateral de una de las disposiciones de electrodos del primer dispositivo de acuerdo con la invención;
- la Figura 6, una vista lateral de una variante del electrodo de alta tensión de la figura 5; y
- la Figura 7, una representación como la de la figura 1 a través de un segundo dispositivo de acuerdo con la invención.

Modos de realización de la invención

La figura 1 muestra un primer dispositivo de acuerdo con la invención para la fragmentación de piezas de material 1 grandes de materiales compuestos de fibra en una sección vertical a lo largo de la dirección de paso de material S.

25 Como se desprende de la vista conjunta con la figura 2, que muestra una sección horizontal a través el dispositivo a lo largo de la línea A-A de la figura 1, el elemento nuclear del dispositivo está compuesto por una matriz 2 de un total de sesenta y cinco electrodos de alta tensión 3 (en las figuras, en aras de una mayor claridad, solo está provisto de la referencia 3 en cada caso uno de los electrodos de alta tensión), que están dispuestos, vistos en dirección de paso del material S, en ocho filas dispuestas consecutivamente con siete electrodos de alta tensión 3 en cada caso, estando dispuestos los electrodos de alta tensión 3 de filas directamente consecutivas entre sí de manera desplazada en cada caso.

35 Los electrodos de alta tensión 3 pueden desplazarse independientemente entre sí a lo largo de ejes de desplazamiento X paralelos, orientados verticalmente (en las figuras, en aras de una mayor claridad, solo está señalado en cada caso el eje de desplazamiento de uno de los electrodos de alta tensión y provisto con la letra de referencia X).

40 Cada uno de los electrodos de alta tensión 3 presenta un generador de alta tensión 4 propio (en las figuras, en aras de una mayor claridad, solo está señalado en cada caso el generador de alta tensión de uno de los electrodos de alta tensión con el número de referencia 4) por medio del cual es solicitado en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto representado independientemente de los otros electrodos de alta tensión 3 con impulsos de alta tensión. Los generadores de alta tensión 4 están dispuestos en cada caso directamente sobre el correspondiente electrodo de alta tensión 3 asociado a ellos, unidos de manera fija con este y se pueden desplazar junto con él a lo largo del eje de desplazamiento X de este electrodo de alta tensión 3.

45 Bajo la matriz 2 de electrodos de alta tensión 3 se encuentra, dispuesta en una cubeta 10 inundada con agua 5 (líquido de proceso), una cinta transportadora 6 por medio de la cual la pieza de material 1 que debe fragmentarse, en el presente caso un tabla de surf 1 de plástico reforzado con fibra de vidrio, es pasada en dirección de paso del material S junto a los electrodos de alta tensión 3 de la matriz 2, estando sumergido el material en la zona por debajo de los electrodos de alta tensión 3 en el agua 5 que se encuentra en la cubeta 10, al igual que los electrodos de alta tensión 3 dispuestos por encima.

50 Además, el dispositivo comprende una rampa de rodillos 11 con la que la pieza de material 1 que debe fragmentarse es alimentada con una dirección de alimentación S1 inclinada hacia abajo a la zona de proceso formada entre la cinta transportadora 6 y la matriz 2 de los electrodos de alta tensión 3, con un ángulo situado en un plano vertical con respecto a la dirección de transporte S2 de la cinta transportadora 6 de unos 15°.

60 Por encima de la rampa de rodillos 11, está dispuesto un dispositivo pisador 12 con varios rodillos de presión con el que la pieza de material 1 que debe fragmentarse es presionada durante la alimentación hacia la zona de proceso sobre la rampa de rodillos 11, de tal modo que, para recorrer por completo la zona de proceso formada entre la cinta transportadora 6 y los electrodos de alta tensión 3, en el área delantera de la zona de proceso es desviada y, a este respecto, deformada por la cinta transportadora 6 de la dirección de alimentación S1 a la dirección de transporte S2 de la cinta transportadora 6.

65 Visto en dirección de paso del material S o en dirección de transporte S2 de la cinta transportadora 6, aguas abajo de la matriz 2 de electrodos de alta tensión 3, está dispuesto un equipo de separación 13 por medio del cual pueden

separarse las fibras 9 de las partículas de plástico 8.

5 Al recorrer la zona de proceso formada entre la matriz 2 de electrodos de alta tensión 3 y la cinta transportadora 6, en primer lugar, se debilita la estructura mecánica firme de la pieza de material 1 en una primera sección de la zona de trabajo para posibilitar el desvío del material a través de la cinta transportadora 6 de la dirección de alimentación S1 a la dirección de transporte S2 de la cinta transportadora 6 bajo una deformación del material. Después, el material se fragmenta en una segunda sección de zona de proceso en tal medida que las fibras 9 se separan de la matriz de plástico 8.

10 Después, en una tercera sección c que está formada esencialmente por el equipo de separación 13, se separan las fibras 9 de las partículas de plástico 8.

15 Para el control del proceso de fragmentación, el dispositivo presenta un control de máquina (no mostrado) por medio del cual, en el funcionamiento representado, durante el paso de la pieza de material 1 junto a los electrodos de alta tensión 3 y la generación de descargas de alta tensión a través de la pieza de material 1, los electrodos de alta tensión 3 se desplazan automáticamente de tal manera a lo largo de sus ejes de desplazamiento x que siguen en cada caso el contorno de la pieza de material 1 a una determinada distancia. Como se desprende de una vista conjunta de la figura 1 con las figuras 3 y 4, que muestran secciones verticales a través del dispositivo a lo largo de la línea B-B de la figura 1 durante la fragmentación de un componente con forma de placa 1 (la figura 3) y de un componente perfilado 1 (la figura 4), esta regulación de distancia no se efectúa por filas, sino individualmente para cada electrodo de alta tensión 3, de tal modo que la matriz 2 de electrodos de alta tensión 3 se adapta, tanto en dirección de paso del material S como también transversalmente a la dirección de paso del material, al correspondiente contorno de la pieza de material 1 que debe fragmentarse.

25 También comprueba el control de instalación de manera continua para cada electrodo de alta tensión 3 si se encuentra una pieza de material 1 dentro de una determinada área de distancia con respecto al correspondiente electrodo de alta tensión 3, y solicita el correspondiente electrodo de alta tensión 3 con impulsos de alta tensión solo cuando una pieza de material 1 se encuentra dentro de esta área de distancia.

30 Como es evidente a partir de la figura 5, que muestra una de las disposiciones de electrodos del dispositivo en la vista lateral, cada uno de los electrodos de alta tensión 3 de la matriz 2 presenta un contraelectrodo 7 propio que se encuentra en el potencial de tierra que se puede desplazar junto con el correspondiente electrodo de alta tensión 3 a lo largo del eje de desplazamiento X y está dispuesto de tal modo relativamente al correspondiente electrodo de alta tensión 3 que, en el funcionamiento representado, mediante la sollicitación del correspondiente electrodo de alta tensión 3 con impulsos de alta tensión, se generan descargas de alta tensión entre el electrodo de alta tensión 3 y el contraelectrodo 7 asociado a él a través de la pieza de material 1.

40 La figura 6 muestra una vista lateral de un electrodo de alta tensión 3 que se diferencia del mostrado en la figura 5 esencialmente en que presenta dos contraelectrodos 7 situados opuestamente en espejo. Otra diferencia consiste en que este electrodo de alta tensión 3 presenta una punta de electrodo recta.

La figura 7 muestra un segundo dispositivo de acuerdo con la invención para la fragmentación de piezas de material 1 grandes de materiales compuestos de fibra en una sección vertical a lo largo de la dirección de paso de material S.

45 Este dispositivo se diferencia del primer dispositivo de acuerdo con la invención anteriormente descrito únicamente en que presenta una matriz 2 de cuatro filas de electrodos de alta tensión 3 y, para alimentar las piezas de material 1 que deben fragmentarse, no presenta una rampa de rodillos 11 oblicua con dispositivo pisador 12, sino, en lugar de ello, una mesa de rodillos 14 dispuesta en una base de la cubeta 10 (en este caso alargada). Los planos de transporte de esta mesa de rodillos 14 y de la cinta transportadora 6 coinciden, de tal modo que las piezas de material 1 son guiadas sin cambio de dirección y sin deformación a la zona de proceso y recorren esta.

Como puede reconocerse, las piezas de material 1 que deben fragmentarse son proporcionadas en este caso en pilas sobre la mesa de rodillos 14 y se alimentan después consecutivamente a la zona de proceso.

55 Mientras que en la presente solicitud están descritas realizaciones preferentes de la invención, cabe señalar claramente que la invención no está limitada a estas y también puede realizarse de otra manera dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fragmentación y/o debilitación de una pieza de material (1) por medio de descargas de alta tensión, que comprende las etapas de:

- 5 a) disposición de una matriz (2) de varios electrodos de alta tensión (3) que se pueden desplazar independientemente entre sí a lo largo de ejes de desplazamiento (X) en particular paralelos, en particular orientados verticalmente, y que, en cada caso, están orientados a un generador de alta tensión (4) común o propio en cada caso por medio del cual pueden ser solicitados con impulsos de alta tensión;
- 10 b) disposición de una pieza de material (1) que debe fragmentarse y/o debilitarse sumergida en un líquido de proceso (5);
- c) paso de la pieza de material (1) junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) en una dirección en ángulo, en particular esencialmente de manera perpendicular, a los ejes de desplazamiento (X) de los electrodos de alta tensión (3); **caracterizado por**
- 15 d) generar descargas de alta tensión a través la pieza de material (1) durante el paso de la misma junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) mediante sollicitación de los electrodos de alta tensión (3) con impulsos de alta tensión,

20 desplazándose los electrodos de alta tensión (3) en cada caso a lo largo de sus ejes de desplazamiento (X) durante el paso de la pieza de material (1) junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) y la generación de descargas de alta tensión a través de la pieza de material de tal modo que siguen en cada caso el contorno de la pieza de material (1) a una determinada distancia o siguen el contorno en contacto con la superficie de la pieza de material (1) y, a este respecto, están sumergidos en el líquido de proceso (5).

25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, pasando la pieza de material (1) al pasar junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) de manera esencialmente horizontal, en particular siendo desplazada horizontalmente.

30 3. Procedimiento según la reivindicación 2, pasando la pieza de material (1) por medio de un equipo de transporte (6), en particular por medio de una cinta transportadora (6) o de una cadena transportadora, junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3).

35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, sirviendo el equipo de transporte como contraelectrodo a los electrodos de alta tensión y generándose, mediante la sollicitación de los electrodos de alta tensión con los impulsos de alta tensión, descargas de alta tensión entre los electrodos de alta tensión y la cinta transportadora a través de la pieza de material.

40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, estando asociado a cada electrodo de alta tensión (3) al menos un contraelectrodo (7) propio que se desplaza junto con el correspondiente electrodo de alta tensión (3) a lo largo del eje de desplazamiento (X) y está dispuesto de tal modo relativamente al correspondiente electrodo de alta tensión (3) que, mediante la sollicitación del correspondiente electrodo de alta tensión (3) con impulsos de alta tensión, se generan descargas de alta tensión entre el electrodo de alta tensión (3) y el contraelectrodo (7) a través de la pieza de material (1).

45 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, estando asociado a cada electrodo de alta tensión (3) un generador de alta tensión (4) propio con el que este es sollicitado independientemente de los otros electrodos de alta tensión (3) con impulsos de alta tensión.

50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, estando unido el generador de alta tensión (4) en cada caso de manera fija con el electrodo de alta tensión (3) y desplazándose con este a lo largo del eje de desplazamiento (X).

55 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, midiéndose de manera continua la distancia de cada electrodo de alta tensión (3) al contorno de la pieza de material (1), en particular sin contacto, y desplazándose el electrodo de alta tensión (3) de tal modo a lo largo del eje de desplazamiento (X) que la distancia medida se corresponda con una determinada distancia de referencia.

60 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, examinándose de manera continua para cada electrodo de alta tensión (3), en particular sin contacto, si se encuentra una pieza de material (1) dentro de una determinada área de distancia con respecto al correspondiente electrodo de alta tensión (3), y sollicitándose el correspondiente electrodo de alta tensión (3) con impulsos de alta tensión solo cuando el examen da como resultado que se encuentra una pieza de material (1) dentro de esta área de distancia.

65 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, fragmentándose y/o debilitándose una pieza de material (1) cuya extensión en dirección de paso (S) es mayor, en particular mayor en un múltiplo, que la extensión de la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) en esta dirección (S).

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, siendo la pieza de material (1) un componente o una

pieza de un componente de un material compuesto de fibra, en particular un plástico reforzado con fibra de vidrio o un plástico reforzado con fibra de carbono.

- 5 **12.** Procedimiento según la reivindicación 10 y según la reivindicación 11, debilitándose el material de la pieza de material (1) al pasar la pieza de material (1) junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) mediante sollicitación con descargas de alta tensión por medio de al menos una parte de los electrodos de alta tensión (3) de la matriz (2), siendo desviado el material debilitado bajo una deformación del mismo en particular de tal modo que se pueda seguir siendo guiado esencialmente en dirección horizontal, y fragmentándose el material debilitado desviado mediante subsiguiente sollicitación con descargas de alta tensión.
- 10 **13.** Procedimiento según la reivindicación 12, efectuándose la subsiguiente sollicitación del material debilitado desviado con descargas de alta tensión para la fragmentación del material también por medio de una parte de los electrodos de alta tensión (3) de la matriz (2).
- 15 **14.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 13, alimentándose la pieza de material (1) con una dirección de movimiento (S1) inclinada hacia abajo de la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) y desviándose el material de la pieza de material (1) al pasar junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) tras la debilitación mediante sollicitación con descargas de alta tensión por medio de al menos una parte de los electrodos de alta tensión (3) de la matriz (2) bajo una deformación del material de tal modo que, tras la desviación, siga guiándose en una dirección de movimiento (S2) menos inclinada hacia abajo, en particular en una dirección de movimiento esencialmente horizontal.
- 20 **15.** Procedimiento según la reivindicación 3 y según una de las reivindicaciones 12 a 14, provocándose la desviación por medio del equipo de transporte (6).
- 25 **16.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 11 a 15, fragmentándose el material compuesto de fibra de tal modo que las partes de plástico (8) se separan de las fibras (9), y en particular separándose las fibras (9) completa o parcialmente mediante separación de las partes de plástico (8).
- 30 **17.** Dispositivo para la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores que comprende una matriz (2) de varios electrodos de alta tensión (3), **caracterizado por que** estos se pueden desplazar independientemente entre sí a lo largo de ejes de desplazamiento (X) en particular paralelos, en particular orientados verticalmente.
- 35 **18.** Dispositivo según la reivindicación 17, estando asociado a cada electrodo de alta tensión (3) un generador de alta tensión (4) propio con el que este puede ser sollicitado independientemente de los otros electrodos de alta tensión (3) con impulsos de alta tensión.
- 40 **19.** Dispositivo según la reivindicación 18, estando unido el generador de alta tensión (4) en cada caso de manera fija con el electrodo de alta tensión (3) y pudiéndose desplazar con este a lo largo del eje de desplazamiento (X).
- 45 **20.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 19, comprendiendo además un control de máquina mediante el cual, en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto, durante el paso de la pieza de material (1) junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) y la generación de descargas de alta tensión a través de la pieza de material (1), los electrodos de alta tensión (3) pueden desplazarse automáticamente a lo largo de sus ejes de desplazamiento (X) de tal modo que siguen en cada caso el contorno de la pieza de material (1) a una determinada distancia o siguen en cada caso en contacto con la superficie de la pieza de material (1) el contorno de la pieza de material (1).
- 50 **21.** Dispositivo según la reivindicación 20, estando configurado el control de máquina para comprobar, en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto, durante el paso de la pieza de material (1) junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) de manera continua para cada electrodo de alta tensión (3) si se encuentra una pieza de material (1) dentro de una determinada área de distancia con respecto al correspondiente electrodo de alta tensión (3), y sollicitar el correspondiente electrodo de alta tensión (3) con impulsos de alta tensión solo cuando el examen da como resultado que se encuentra una pieza de material (1) dentro de esta área de distancia.
- 55 **22.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 21, que comprende, además, un equipo de transporte (6), en particular en forma de una cinta transportadora (6) o de una cadena transportadora, dispuesto en un cubeta (10) rellenable con un líquido de proceso (5) con el que una pieza de material (1) que debe ser fragmentada y/o debilitada, sumergida en un líquido de proceso (5), puede ser pasada conforme al uso previsto junto a la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) en una dirección (S, S2) que discurre esencialmente de manera perpendicular a los ejes de desplazamiento (X) de los electrodos de alta tensión (3).
- 60 **23.** Dispositivo según la reivindicación 22, que comprende, además, un equipo de alimentación (11), en particular en forma de una rampa de rodillos (11) con el que la pieza de material (1) que debe ser fragmentada y/o debilitada puede alimentarse con una dirección de alimentación (S1) inclinada hacia abajo a una zona formada entre el equipo
- 65

de transporte (6) y la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3).

5 **24.** Dispositivo según la reivindicación 23, discurriendo la dirección de alimentación (S1) del equipo de alimentación (11) en un plano vertical en ángulo respecto a la dirección de transporte (S2) del equipo de transporte (6), en particular en un ángulo mayor de 15°.

10 **25.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 23 a 24 que comprende, además, un equipo pisador (12), en particular con uno o varios rodillos de presión, con el que la pieza de material (1) que debe fragmentarse y/o debilitarse se asegura durante la alimentación contra un levantamiento del equipo de alimentación (11), de tal modo que, para recorrer por completo la zona formada entre el equipo de transporte (6) y la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3), se deforma en esta zona como consecuencia de un desvío por medio del equipo de transporte (6).

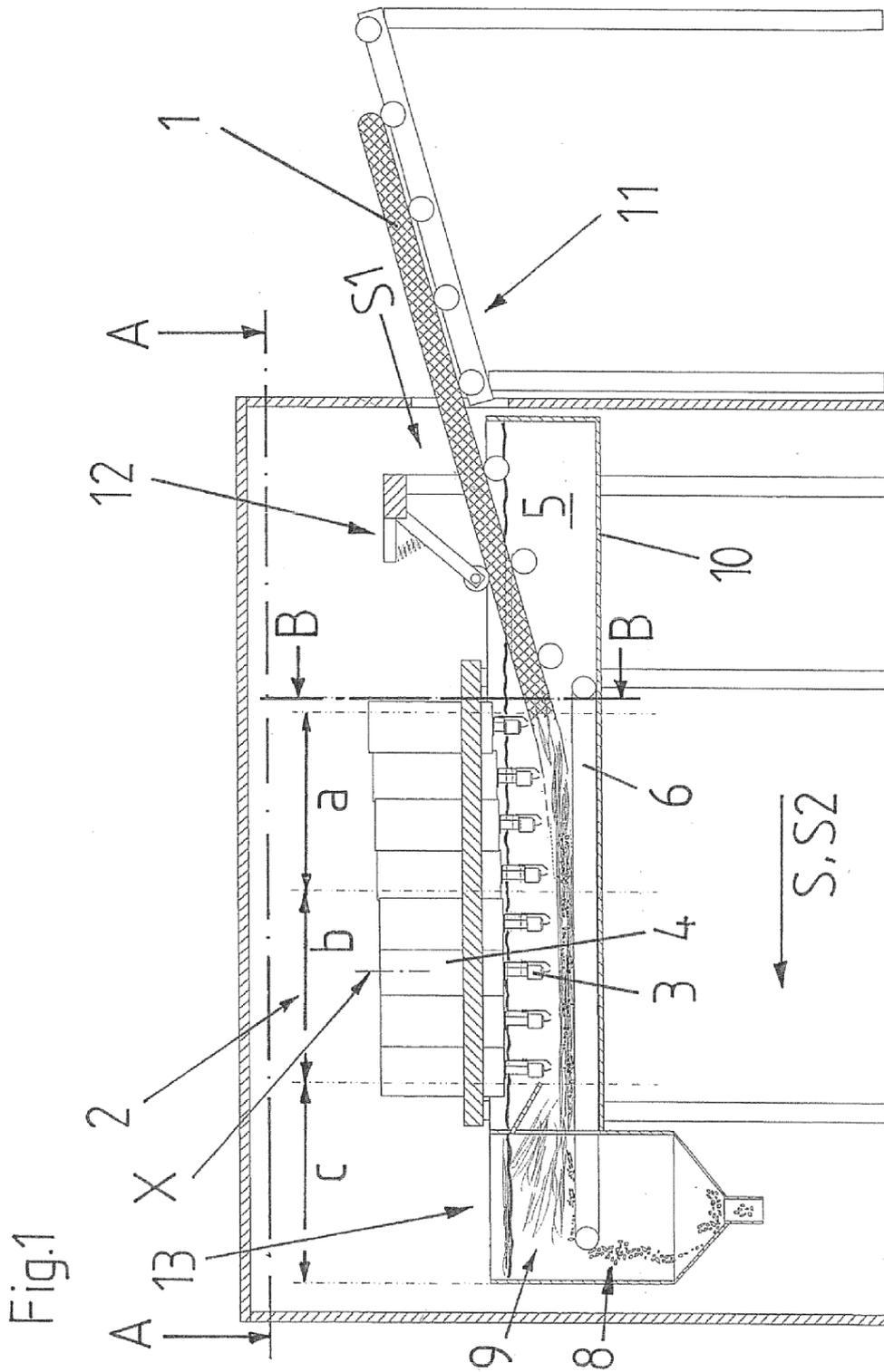
15 **26.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 22 a 25, sirviendo el equipo de transporte en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto como contraelectrodo a los electrodos de alta tensión y pudiéndose generar, mediante la sollicitación de los electrodos de alta tensión con los impulsos de alta tensión, descargas de alta tensión entre los electrodos de alta tensión y la cinta transportadora a través de la pieza de material que debe fragmentarse y/o debilitarse.

20 **27.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 25, estando asociado a cada electrodo de alta tensión (3) un contraelectrodo (7) propio que se puede desplazar con el correspondiente electrodo de alta tensión (3) a lo largo del eje de desplazamiento (X) y estando dispuesto relativamente al correspondiente electrodo de alta tensión (3) de tal modo que, en el funcionamiento de acuerdo con el uso previsto, mediante la sollicitación del correspondiente electrodo de alta tensión (3) con impulsos de alta tensión, se pueden generar descargas de alta tensión entre el electrodo de alta tensión (3) y el contraelectrodo (7) asociado a él a través de la pieza de material (1) que debe fragmentarse y/o debilitarse.

25 **28.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 27, que comprende, además, dispuesto visto en dirección de transporte (S, S2) del equipo de transporte (6) aguas abajo de la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3), un equipo de separación (13) para la separación de productos de fragmentación tipo fibras (9) y tipo partículas (8).

30 **29.** Dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 28, estando formada la matriz (2) de electrodos de alta tensión (3) por varias filas de electrodos de alta tensión (3) dispuestas consecutivamente vistas en dirección de paso (S) de acuerdo con el uso previsto de la pieza de material (1), estando dispuestos en las filas directamente consecutivas entre sí los electrodos de alta tensión (3) de manera desplazada en cada caso.

35 **30.** Uso del dispositivo según una de las reivindicaciones 17 a 29 para la fragmentación y/o debilitación de materiales compuestos de fibra, en particular de plástico reforzado con fibra de vidrio o plástico reforzado con fibra de carbono.



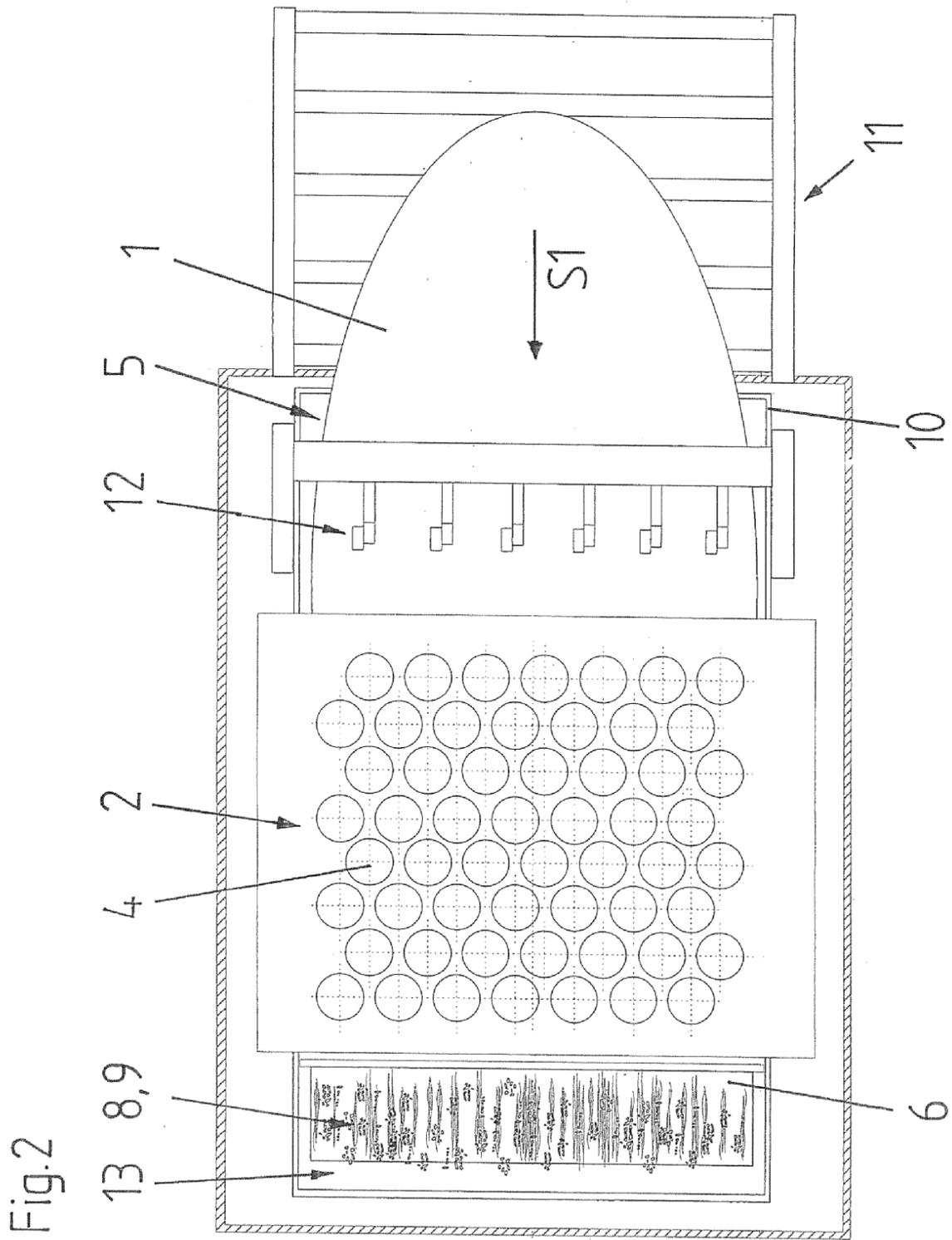


Fig.3

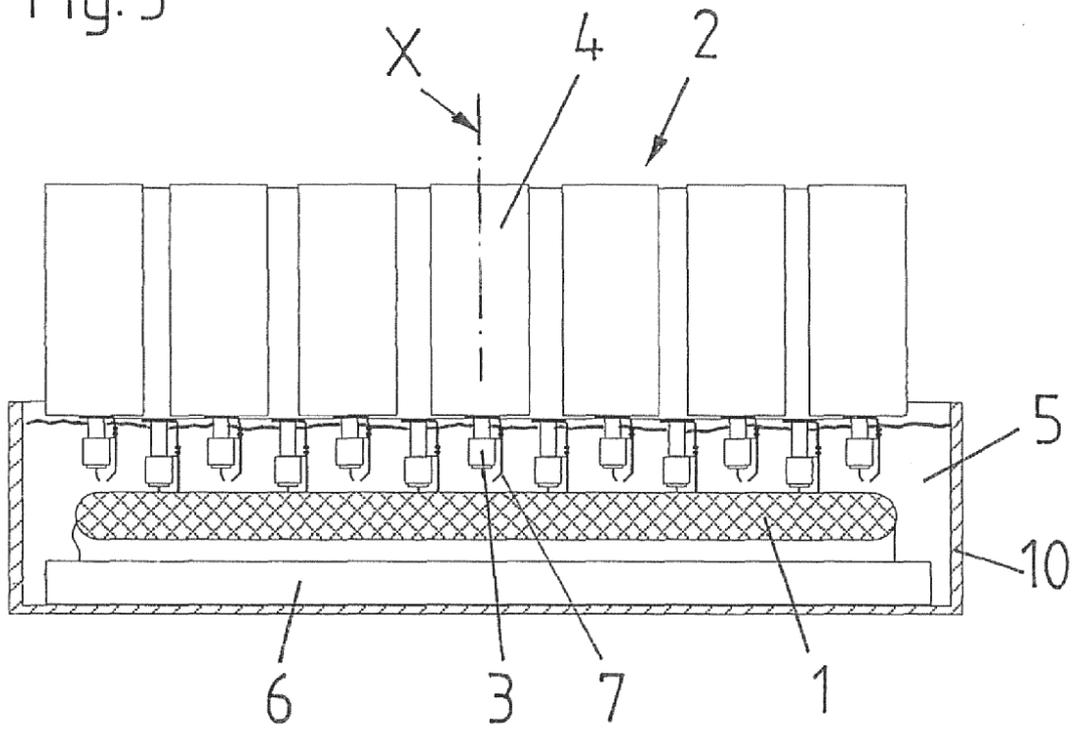


Fig.4

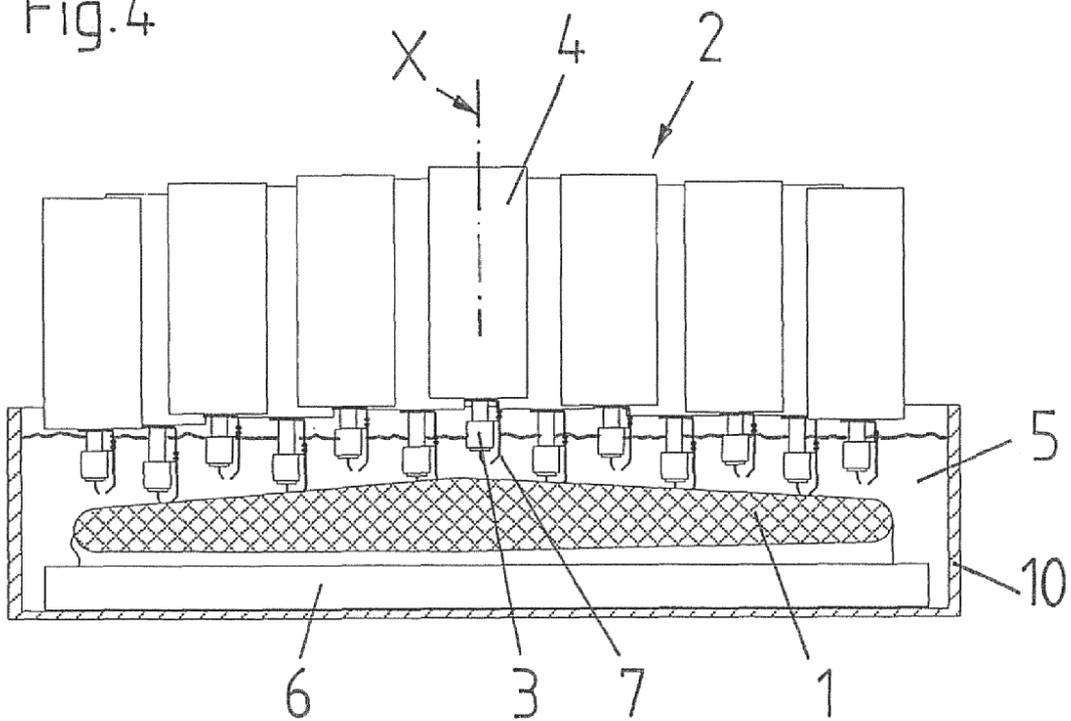


Fig.5

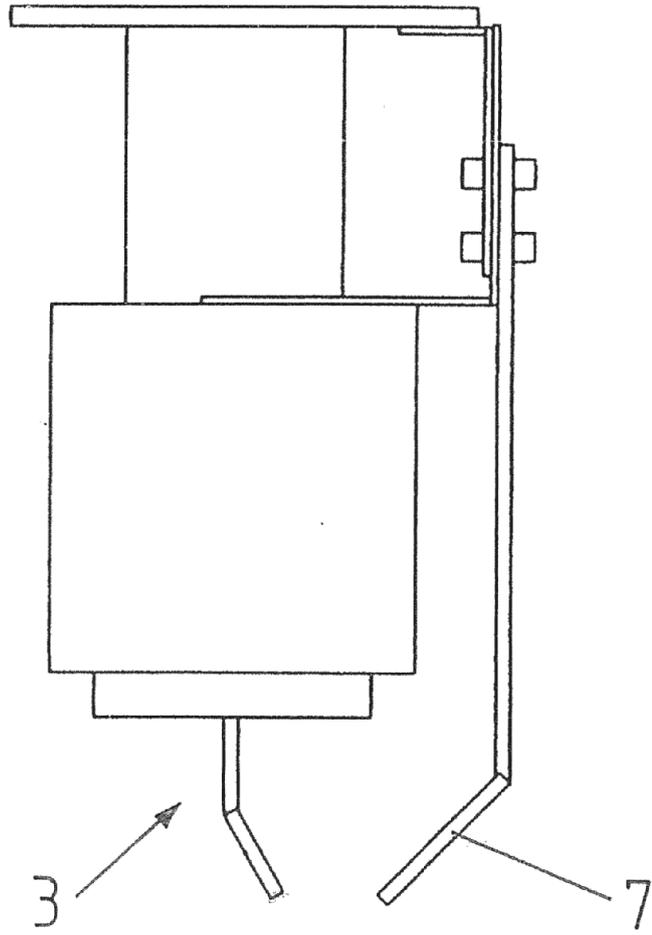


Fig. 6

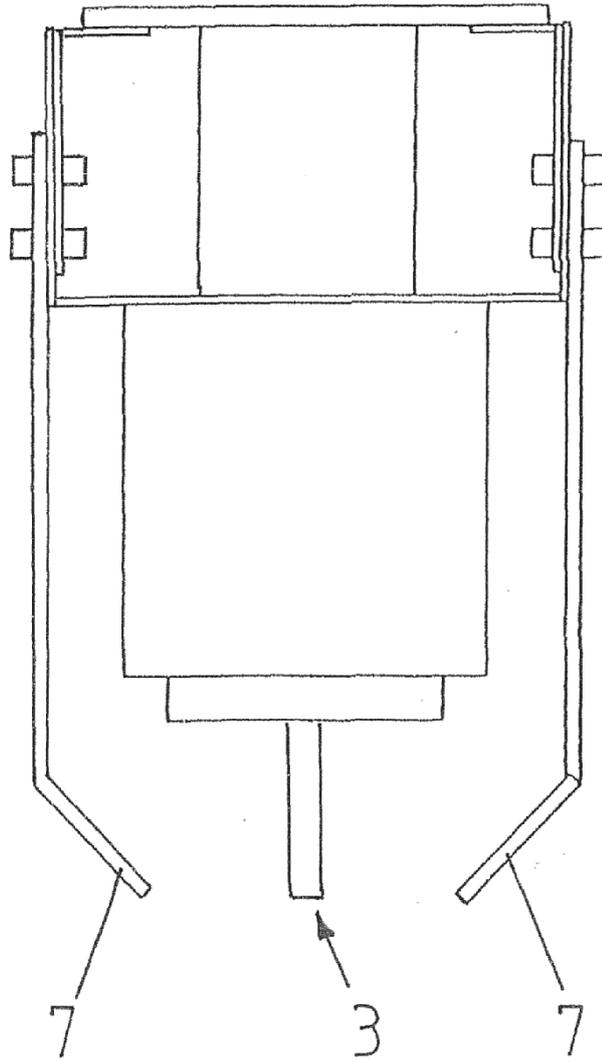


Fig.7

