

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 929**

51 Int. Cl.:

C04B 14/06 (2006.01)

C04B 18/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.05.2015 PCT/DE2015/000238**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15172765**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.05.2015 E 15747087 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3142980**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para producir arena de machaqueo artificial, así como arena triturada, a través de tratamiento térmico mediante la utilización de arena en forma de arena fina y/o arena redonda como material inicial**

30 Prioridad:

10.05.2014 DE 102014006942

21.12.2014 DE 102014019319

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

05.07.2019

73 Titular/es:

INNOVATIVE SAND GMBH (100.0%)

Ottmarshäuser Straße 12

86356 Neusäß, DE

72 Inventor/es:

BEHNISCH, DENNIS y

IKIC, JOVAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 718 929 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 producir arena de machaqueo artificial, así como arena triturada, a través de tratamiento térmico mediante la utilización de arena en forma de arena fina y/o arena redonda como material inicial

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para producir arena de machaqueo artificial, así como arena triturada, a través de tratamiento térmico mediante la utilización de arena en forma de arena fina (fS/FSa) y/o arena redonda como material inicial.

10 La denominación arena, según la definición, se emplea en todos los sedimentos de rocas no compactados, los cuales se componen de granos de mineral sueltos con un tamaño del grano de 0,063 a 2 mm. Según DIN4022, los distintos tipos de arena se diferencian mediante su tamaño del grano, superficie y forma. Dependiendo de la distribución del tamaño del grano, la arena se asigna a las categorías arena fina (fS/FSa), arena media (mS/MSa) o arena gruesa (gS/CSa). Otra clasificación de las arenas se realiza a través de los términos "arenas redondas" y "arenas angulosas". Las arenas redondas se componen mayormente de componentes redondeados. Las mismas pueden hallarse principalmente en zonas de desiertos y se encuentran mayormente en el rango del tamaño del grano de la arena fina (fS/FSa). Las arenas angulosas se clasifican nuevamente en las arenas de machaqueo que se presentan de forma natural y las arenas de machaqueo producidas artificialmente, las así llamadas arenas trituradas. Las arenas trituradas naturales se obtienen principalmente a través de la extracción desde el fondo del mar y lechos de ríos.

20 La enorme demanda de hormigón, en continuo aumento, puede incrementar también en alto grado la demanda de arena. Porque el hormigón se compone aproximadamente de un 70% de composiciones granulométricas y el 30% restante de agua y cemento. Las composiciones granulométricas de roca en el hormigón, denominadas también como adiciones, se componen de grava y arena en el rango de tamaños del grano de 0,025 a 16 ó 32 mm - dependiendo de la curva granulométrica. En promedio, esas adiciones presentan alrededor de un 30% de parte de granos finos, por tanto composiciones granulométricas de menos de 2 mm. Por lo tanto, el hormigón se compone de aproximadamente un 21% de arena. Las partes de granos finos del hormigón varían con su campo de aplicación: La curva granulométrica del hormigón, ya mencionada, proporciona información sobre la composición exacta de las adiciones. El especialista en la materia, en el caso de partes de granos finos de las composiciones granulométricas de rocas, se refiere al así llamado "grano machacado". La utilización de arenas machacadas como adiciones de grano fino es sumamente importante para la resistencia del hormigón, ya que sólo esos granos posibilitan una sujeción recíproca, debido a lo cual el hormigón es sostenido desde el interior.

30 Es conocido el hecho de que la composición mineralógica de la arena del desierto y la arena proveniente de costas se diferencia ante todo en dos puntos. Mientras que el grano de arena de la costa típico se asocia usualmente al rango arena media (mS/MSa) hasta arena gruesa (gS/CSa), y al mismo tiempo presenta una forma angulosa y superficie rugosa, los granos de arena del desierto se tratan usualmente de granos de minerales de la categoría arena fina (fS/FSa) con geometría principalmente redondeada y superficie lisa. Las diferencias mencionadas de los granos de minerales de la arena de la costa y arena del desierto pueden aclararse simplemente a través de la desintegración marcadamente más elevada de los granos de arena del desierto, los cuales se erosionan recíprocamente a través de dispersión por el viento permanente y movimientos de rodamiento, de modo que continuamente se vuelven más pequeños, redondos y lisos.

40 Además, es conocido el hecho de que esas diferencias aparentemente no esenciales plantean grandes problemas ante todo en la industria de la construcción, puesto que la arena del desierto, debido a las propiedades desfavorables del grano, no es adecuada para el relleno de tierra virgen en el mar, ni tampoco como adición de granos finos en la producción de hormigón y de cemento (véase DELESTRAC, D. (Director) (2013). Sand - Die neue Umweitzzeitbombe. [Documentación]. Francia: ARTE). Hasta el momento, a lo sumo partes reducidas de las adiciones de grano fino se reemplazan por arena del desierto - la simple utilización de arena del desierto en lugar de la arena de la costa técnicamente no es posible.

45 Debido a que se agotan en alto grado las fuentes de arenas fragmentadas que se presentan naturalmente, formando tierra, y al mismo tiempo la arena en los grandes desiertos - los cuales además se extienden cada vez más - no es adecuada para la producción de hormigón, queda solamente el bombeo de la arena desde el fondo del mar. De este modo se daña en alto grado la vegetación. Al mismo tiempo aumenta el peligro de catástrofes naturales, lo cual representa un riesgo ante todo para los habitantes de la costa. Además, la arena del mar que contiene sal debe limpiarse antes de la utilización como adición en la producción de hormigón, puesto que un contenido de sal elevado acelera mucho la corrosión (ante todo en el hormigón armado).

55 Debe desarrollarse un procedimiento más compatible con el medio ambiente, y apto para ser realizado de forma masiva, para generar arena triturada, para cubrir la falta de arenas fragmentadas naturales y detener la carga continua de las zonas costeras.

En el estado de la técnica se emplean los siguientes procedimientos para cubrir la falta de arena de machaqueo o arena triturada, que aumenta rápidamente, en particular de arena media angulosa (mS/MSa) Por el momento se intenta poner coto a la extracción de arena proveniente de la costa y arena del mar con gestiones legales, debido a

lo cual los precios de la arena aumentan tendencialmente y al mismo tiempo pasan a un primer plano negocios de extracción ilegales. Un sector importante es la generación de arena triturada, por tanto arena de machaqueo artificial, a través del triturado de grava y desprendimientos rocosos en machacadoras de gran tamaño. Este procedimiento se utiliza para la generación artificial de arena de machaqueo artificial (arena triturada), pero en ese caso deben triturarse sedimentos de roca de mayor tamaño, con lo cual ese proceso acelera la propagación de los desiertos. Al mismo tiempo, el precio de la arena triturada se ubica marcadamente por encima del precio de las arenas de machaqueo naturales (arena de la costa), puesto que debe aplicarse una inversión de energía enorme para las trituradoras costosas, de alto rendimiento. A diferencia de residuo de vidrio representa un intento de solución marcadamente más efectivo, ya que a través del triturado y la reducción de residuos de vidrio puede producirse arena de machaqueo artificial que, entre otras cosas, es adecuada para la producción de hormigón. Sin embargo ese procedimiento, por motivos lógicos, no puede proporcionar las masas de arena requeridas que se necesitan en todo el mundo para la producción de hormigón. Además, cada vez más equipos de investigación apuntan a la búsqueda de procedimientos para acelerar el proceso de desintegración natural. Principios para ello son el bombardeo de pedazos de rocas con rayos de alta tensión para alcanzar el producto final arena (JÜNGLING, T. (2014). Die lebensnotwendige Jagd nach mehr Sand [en línea]. disponible en <http://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article127216019/Die-lebensnotwendige-Jagd-nach-mehr-Sand.html> [01/05/2014]). Ese procedimiento, si es posible, es solamente una solución a medio plazo, puesto que el misma acelera igualmente la propagación de los desiertos. De este modo, un día se producirá una falta de rocas para el bombardeo - al igual que en el caso de la generación de arena triturada a partir de grava y desprendimientos rocosos. Las cantidades de energía considerables para generar los rayos de alta tensión hacen que este procedimiento sea completamente descartado. La última área de investigación importante se encuentra en la química aplicada a la construcción, ante todo para hallar materiales sustitutos sintéticos y ligantes adecuados para ello. A través de la modificación de la pasta de cemento se intenta desarrollar y hallar arena del desierto u otros materiales sintéticos para la producción de hormigón.

Ninguno de los procedimientos mencionados ofrece una solución que pueda realizarse de forma masiva, compatible con el medio ambiente, para cubrir la demanda de arena. De este modo, ninguno de los procedimientos aborda el problema en el mismo punto que se presenta ahora en la invención. Debe desarrollarse un procedimiento para aprovechar los grandes yacimientos de arena en los desiertos, tanto para la producción de hormigón, como también para la utilización en tierras recuperadas.

Partiendo de ese estado de la técnica, se sugieren un procedimiento y un dispositivo para producir arena de machaqueo artificial, así como arena triturada, a través de tratamiento térmico, mediante la utilización de arena en forma de arena fina (fS/FSa) y/o arena redonda como material inicial, y arena de machaqueo, así como arena triturada, producida de forma correspondiente, con las características de las reivindicaciones independientes. La arena del desierto - la cual debido a sus propiedades mencionadas puede denominarse también como arena fina (fS/FSa) y arena redonda - se funde primero formando un producto intermedio; el conglomerado producido a continuación se rompe nuevamente, de modo que como producto final se obtiene arena de machaqueo, así como arena triturada, en particular arena medio angulosa (mS/MSa).

Por la solicitud DE 3248537 C2 se conoce un procedimiento en donde cuerpos moldeados sinterizados se producen a partir de arena de cuarzo, los cuales presentan una densidad reducida y al mismo tiempo una resistencia elevada. Después del procedimiento, en primer lugar arena de cuarzo es colocada en moldes determinados. En una forma de realización preferente, esos moldes son diseñados de forma eléctricamente conductora, de modo que dentro de los moldes puede aplicarse un campo de alta tensión eléctrico que debe mantenerse hasta el proceso de sinterizado. A través del efecto del campo eléctrico, los granos de arena sueltos en el molde de sinterizado adoptan una disposición espacial determinada con una porosidad relativamente elevada. Esa porosidad elevada después es determinante para la densidad reducida del cuerpo moldeado sinterizado. En el proceso sinterizado subsiguiente, la arena de cuarzo es sinterizada dentro del molde, a temperaturas marcadamente por debajo del punto de fusión. En la solicitud DE 19516867 A1 se revisan nuevamente los parámetros del procedimiento de la solicitud DE 3248537 C2, para producir cuerpos moldeados sinterizados con densidad reducida, y se corrigen algunas suposiciones incorrectas. Conforme a ello, el rango de temperatura del proceso de sinterizado no se ubica en los 1400 - 1650 °C supuestos originalmente, sino marcadamente más abajo, en 1250 - 1350 °C. La composición del material inicial, del mismo modo, ha sido definida con mayor precisión, y ha sido limitada a composiciones entre 50 - 75% de SiO₂ en el caso de 50 - 25% de Al₂O₃. Los cuerpos moldeados sinterizados obtenidos de ese modo pueden utilizarse como flujo, azulejos, ladrillos y como otros materiales de construcción, pero no sirven para reemplazar las adiciones de grano fino en el hormigón. Aun en el caso de la trituración de esos cuerpos moldeados sinterizados en partes pequeñas menores a 2 mm - las cuales no se pretenden en ninguno de los dos documentos de patente - no se obtuvo la arena media angulosa (mS/MSa) deseada. El motivo de esto reside en el proceso de sinterizado, puesto que en el caso de temperaturas de hasta 1600°C (valor máximo de la solicitud DE 3248537 C2) se encuentra marcadamente por debajo del punto de fusión de la arena (1713 °C). Los granos de arena no se funden por completo, sino que sólo se unen a través de la fusión de sus superficies. Se habla de aglutinación. Esta aglutinación conduce a que no se formen nuevos límites de los granos. En el caso de un triturado posterior, en ningún caso se obtendría el "grano machacado" deseado, sino solamente otra vez el producto inicial, ya que el conglomerado se abriría en sus puntos de unión. En este caso no tiene lugar una transformación de la arena del desierto, particularmente en las temperaturas mencionadas. La fusión de la arena y la generación de los nuevos límites de

5 granos no se pretenden en ninguno de los escritos de patente, e incluso deben evitarse absolutamente en cuanto a un producto final, a saber cuerpo moldeado sinterizado, con una densidad reducida y resistencia elevada. La fusión de los granos sueltos y, con ello, la generación de nuevos límites de grano destruiría las cavidades que se encuentran directamente relacionadas con la densidad reducida, conduciendo así a un producto final de densidad elevada, ya que no se mantendría la porosidad generada con una gran inversión a través del campo eléctrico. Otras desventajas son la utilización imprescindible de moldes (de grafito, costosos), sus procesos de llenado y vaciado, los cuales representan un paso de tratamiento discontinuo en el proceso por lo demás automatizable. Para la producción masiva este proceso es poco adecuado; en cuanto a las cantidades de arena requeridas incluso es más bien inadecuado. Por último, el procedimiento es un procedimiento costoso y que requiere mucha energía, debido a la generación y al mantenimiento de un campo de alta tensión eléctrico, al funcionamiento del horno de túnel continuo y a la construcción en general costosa y a la producción de los moldes. La arena producida en un procedimiento de esa clase, por consiguiente, no tendría posibilidades para una comercialización rentable.

10 En el estado de la técnica es conocido además un procedimiento más económico del sinterizado de granos de arena. En el "Solar Sinter Project" (proyección de sinterizado solar) de Markus Kayser, arena es sinterizada para la creación de formas estéticas mediante el efecto de la energía solar (véase KAYSER, M. (2011). Solar Sinter [en línea]. Disponible en: <http://www.markuskayser.com/work/solarsinter/> [01/05/2014]). En ese caso, haces solares se concentran en una lente y se focalizan sobre una capa de arena - debido a lo cual - de forma comparable con los procedimientos de impresión 3D conocidos - estructuras espaciales pueden producirse a partir del material base en polvo. Este procedimiento representa un subproceso de la invención mencionada en la reivindicación 1, con la diferencia fundamental de que en la invención según la reivindicación 1 no se generan cuerpos moldeados sinterizados, sino cuerpos fundidos. Los cuerpos moldeados sinterizados presentan las mismas desventajas que las descritas anteriormente con relación a la solicitud DE 3248537 C2. Además, el procedimiento en el proyecto de sinterizado solar de ningún modo promete la generación de arena media angulosa (mS/MSa) o arena triturada, sino que se limita a la generación de cuerpos moldeados sinterizados, principalmente para la creación de forma estética.

15 En la solicitud CN 101 987 se describe un procedimiento para el tratamiento de arena del desierto, en donde el material inicial se calienta a una temperatura de fusión a través de la concentración de haces solares, y a continuación el producto intermedio así producido es enfriado.

20 Ninguno de los procedimientos de sinterizado mencionados ofrece un método para transformar arena del desierto, por tanto arena redonda o arena fina (fS/FSa), en arena media angulosa (mS/MSa).

25 La presente invención crea un sustituto adecuado para los recursos agotables, para la arena de machaqueo natural, y un procedimiento que puede implementarse de forma rentable y, ante todo, compatible con el medio ambiente, para la generación del material sustituto artificial. Este material sustituto, a continuación denominado como arena de machaqueo o arena triturada, en particular como arena media angulosa (mS/MSa), representa una buena alternativa para la utilización de arena proveniente de las costas y del mar, la arena de machaqueo natural, ante todo en el área de la producción de hormigón, así como de material a granel para tierras recuperadas.

30 Preferentemente, los granos minerales primero redondos, lisos, de la arena fina (fS/FSa) (arena del desierto), cambian su estado de agregación a través del proceso de fusión y en la fase líquida entran en una unión común, debido a lo cual se produce la nueva formación de límites de los granos. Al triturarse esos compuestos de granos minerales en fracciones pequeñas de menos de 2 mm se obtiene arena cuyos granos minerales presentan una geometría y estado de la superficie que puede diferenciarse claramente con respecto al material inicial. Pueden ser máquinas trituradoras ventajosas por ejemplo una trituradora, un molino de conos o un triturador por percusión de rotor, tal como se conocen por el reciclado de desechos y vidrio. El material compuesto de granos minerales, una estructura tridimensional, se rompe naturalmente, debido a lo cual se conforman fracciones pequeñas con geometría angulosa. Esa forma angulosa y no redondeada posibilita después en el material de construcción (hormigón, así como material a granel para tierras recuperadas) la sujeción de los granos entre sí. La segunda propiedad importante, la rugosidad aumentada de la superficie, se realiza a través del proceso térmico de deformación. El endurecimiento del material compuesto de granos de arena tridimensional, después del proceso de fusión, es comparable con los procesos de deformación conocidos. En la deformación de granulados para formar metales se observa que el estado de la superficie, después del endurecimiento desde la masa fundida, en la mayoría de los casos no cumple con las exigencias elevadas (en la técnica: superficies lisas). Las mismas, casi de forma exclusiva, deben tratarse posteriormente en procesos de alisado. En la invención este principio se presenta en el orden inverso. El material inicial, a través de los procesos de pulido naturales, presenta una superficie demasiado lisa para la utilización en el hormigón. Ese estado de la superficie se produjo a través del roce continuo de los granos de arena entre sí, lo cual debe atribuirse a la dispersión por el viento y a movimientos de rodamiento resultantes de ello. Con la deformación térmica del material inicial se empeora su superficie. Expresado de otro modo, se aumenta la rugosidad de la superficie. Sin embargo, en este caso esto es conveniente en cuanto a las exigencias. Una mayor rugosidad impide el deslizamiento de granos sueltos unos junto a otros, contribuyendo igualmente a la estabilización en el material de construcción.

35 De este modo está garantizado el sustituto principal de arena tradicional, proveniente de las costas y del mar, por arena triturada según el procedimiento de producción mencionado.

Las ventajas del procedimiento descrito se encuentran principalmente en el desarrollo del proceso extremadamente compatible con el medio ambiente, el cual puede recurrir por completo a energías renovables. De este modo, en una variante de la invención ni siquiera se necesitan campos fotovoltaicos, es decir tecnología costosa de semiconductores. La ubicación directa del producto inicial arena en las zonas de la mayor radiación solar ofrece ventajas en cuanto al transporte y el almacenamiento del material inicial, así como en cuanto al grado de efectividad técnico elevado del proceso. A través de esta invención se logra acceder a los grandes yacimientos de arena en las zonas del desierto para el sector de la construcción y tierras recuperadas, cuidando con ello la vegetación marina. De este modo puede reducirse drásticamente el riesgo elevado de catástrofes naturales en zonas costeras, causado por el bombeo de arena. Al mismo tiempo se frena la propagación en aumento de los desiertos.

De manera ventajosa, el material inicial se calienta al menos hasta que se forman nuevos límites de los granos. En particular, en el proceso de triturado puede evitarse y excluirse la descomposición de retorno al producto inicial. Se ha comprobado que en el caso de condiciones ambiente habituales (presión = 1 bar, temperatura = 23°C), es suficiente una temperatura de al menos 1700 °C para producir la estructura tridimensional necesaria y asegurarse de que se hayan formando nuevos límites de los granos. No obstante, en algunos ensayos ya a temperaturas marcadamente por encima del punto de fusión, a partir de aproximadamente 1810°C, se obtuvo el resultado deseado. Los métodos para generar la temperatura de fusión a través de la concentración de los haces solares posibilitan temperaturas muy elevadas, más allá de 2000°C y de todos modos no se regulan de forma exacta. La regulación de la temperatura de fusión deseada, por tanto, sólo es relevante en el caso de la utilización de los dispositivos de fusión convencionales y debe determinarse con precisión en una serie de ensayos previos, dependiendo de la composición precisa de la arena y considerando los parámetros del ambiente. En este punto cabe señalar que la resistencia posterior del hormigón o de la tierra recuperada acumulada depende en alto grado de la proporción del grano machacado en la arena utilizada. Naturalmente es posible una mezcla de arena de grano "machacado" y "no machacado", pero ésta debería evitarse en el proceso de producción, a través de la temperatura de fusión correcta.

Según una realización ventajosa del procedimiento, la estructura tridimensional, después del proceso de fusión, se enfría hasta que alcanza una rotura frágil en el proceso de triturado. Se ha comprobado que la estructura preferentemente debe enfriarse al menos a 600°C para mostrar un comportamiento de fragilidad. Una valoración conveniente de ese comportamiento de fragilidad puede efectuarse utilizando la escala de resistencia al rayado (grado de dureza de Mohs). El cuarzo, el componente principal del material inicial, en condiciones normales presenta resistencia al rayado de 7. A partir de un valor de 6 se logra que no se produzca una deformación plástica antes de que el material se rompa. De manera correspondiente, es ventajoso enfriar el producto intermedio hasta alcanzar una resistencia al rayado de 6 o más. El cambio del estado de agregación de líquido (masa fundida) a sólido (estructura tridimensional, a modo de un vidrio) no sucede de forma abrupta, sino que atraviesa varias fases. En el caso de temperaturas superiores a 1600°C la estructura es de líquida a viscosa. Hasta una temperatura de 1200°C posee un estado pastoso que, en algunas máquinas trituradoras, provocaría un atascamiento. Entre 600 °C y 1200 °C la estructura en apariencia es sólida, pero el resultado durante el triturado no necesariamente es exitoso. Resultados exitosos se alcanzan mayormente en el caso de un enfriamiento a menos de 600°C. Para no correr riesgos se recomienda un enfriamiento completo a temperatura ambiente.

Según una forma de realización preferente, la temperatura de fusión se genera a través de la concentración de haces solares con la ayuda de al menos una lente colectora y/o al menos un espejo. Ambos sistemas siguen un principio similar, de modo que haces solares son captados y concentrados. Las temperaturas máximas se alcanzan en el punto focal, por tanto en el punto de intersección de los haces solares concentrados. Tanto con una lente colectora, como también con el o los espejo/s en ese punto focal puede generarse sin problemas temperaturas superiores a 2000 °C.

El espejo o los espejos, en una forma de realización preferente, están realizados como al menos un espejo parabólico o como una disposición de al menos dos espejos con diferentes ángulos de inclinación para concentrar la luz solar en un punto o intersección en común. Se considera ventajosa la utilización de muchos espejos más reducidos, por ejemplo 100 espejos con una superficie de 0,4 metros cuadrados, para concentrar de ese modo potencias de hasta 1000 vatios por metro cuadrado en la superficie de trabajo, para el tratamiento térmico del material inicial. El especialista en la materia denomina la suma de los espejos inclinados de forma diferente como concentrador.

Un perfeccionamiento de la invención representa la utilización de espejos planos reflectantes, los cuales, en particular de forma automática, se orientan según la posición del sol, reproduciendo de ese modo la luz sobre el espejo o los espejos y/o las lentes colectoras. De este modo se incrementa la eficiencia del sistema, ya que el dispositivo de calcinado propiamente dicho no debe diseñarse de forma móvil para seguir la posición del sol. Esto tiene como consecuencia el hecho de que el punto focal igualmente no se desplaza a lo largo de la superficie de trabajo, de modo que la temperatura elevada puede generarse de forma dirigida, en un punto fijo. El especialista en la materia denomina ese espejo plano como campos de heliostatos. La combinación de campo de heliostatos y espejo parabólico se emplea por ejemplo en el horno de fusión solar "Centre du Four Solaire Félix Trombe" Odeillo, en Francia.

Según un perfeccionamiento ventajoso, el material inicial, en la variante C, se calienta a través de la concentración de haces solares y/o, como se muestra en la variante D, se calienta a una temperatura de precalentamiento a través de la utilización de un dispositivo calentador convencional que obtiene su suministro de energía mediante energía solar transformada o almacenada, en donde la temperatura de precalentamiento se ubica por debajo de la temperatura de fusión y el calentamiento a la temperatura de precalentamiento tiene lugar de forma espacialmente separada del calentamiento a la temperatura de fusión. A través del calentamiento del material inicial a una temperatura de precalentamiento de por ejemplo 1000°C antes del proceso de fusión propiamente dicho, la duración del proceso, en el caso de una masa constante del material inicial, puede reducirse aproximadamente a la mitad. Por tanto, se considera ventajoso calentar el material inicial en un primer tratamiento térmico mediante un horno de túnel o un dispositivo para la concentración de haces solares. En la última variante, se recomienda posicionar el material inicial por encima del punto focal, puesto que de ese modo puede alcanzarse un mayor efecto superficial y la potencia máxima de la instalación, que puede alcanzarse en el punto focal, usualmente no se necesita en el precalentamiento. La utilización de espejos de concentración, debido a las posibilidades mejoradas de distribución y de intersección puede ser más conveniente que la utilización de lentes colectoras, en cuanto a las áreas de acción. Como áreas de acción deben entenderse áreas preferentemente por encima del punto focal en la dirección del dispositivo, para la concentración de los haces solares. Cuanto más cerca se encuentra el área de acción en las proximidades del dispositivo para la concentración, tanto más grande es la superficie efectivamente activa y tanto más reducida es la potencia por unidad de superficie.

Esa variante se encuentra optimizada en cuanto a la producción en masa y a la eficiencia energética, y en una primera estimación, representa la más rentable de las alternativas mencionadas. Se sugiere fundir el material inicial para formar placas delgadas.

Según una forma de realización preferente, la temperatura de fusión se genera de modo convencional a través de la utilización de un láser y/o de un horno de túnel, con la limitación de que esos dispositivos de fusión obtienen su energía desde campos fotovoltaicos. Por lo tanto, una forma de realización posible presenta al menos un campo fotovoltaico, debido a lo cual la energía para el dispositivo de fusión convencional se obtiene desde la energía solar. La instalación trabaja de forma completamente autónoma y no depende de otras fuentes de energía. La limitación en cuanto a la combinación de dispositivo de fusión convencional y campos fotovoltaicos se efectúa por dos razones. Por una parte, resulta técnicamente conveniente instalar el dispositivo en el desierto, ya que allí se almacena el material inicial y se encuentra presente una radiación solar muy elevada. Además, la demanda energética de la instalación está cubierta de ese modo con energía solar económica, de modo que la arena de machaqueo generada también puede venderse a menor precio. La energía solar transformada con la ayuda de instalaciones fotovoltaicas puede conservarse de manera conveniente en distintos acumuladores intermedios, hasta la demanda efectiva de los consumidores. Los acumuladores intermedios de esa clase, por ejemplo junto con acumuladores eléctricos, pueden ser también volantes de inercia mecánicos, así como acumuladores hidráulicos y neumáticos.

Otra variante ventajosa consiste en el hecho de apilar el material inicial sobre una base formando capas, en particular sobre una cinta transportadora, en donde éste se funde sobre la misma, se enfría y se pasa directamente al proceso de triturado para generar las fracciones pequeñas. La cinta transportadora es ventajosa para la producción en masa de la arena media angulosa (mS/MSa), así como arena de machaqueo, puesto que de ese modo se garantiza un proceso continuo. La sección de refrigeración puede realizarse igualmente a través de la cinta transportadora, adaptando la velocidad y/o la longitud de la cinta transportadora de modo correspondiente para poder observar un tiempo de refrigeración entre el proceso de fusión y el proceso de triturado. También son posibles dispositivos de refrigeración activos, por ejemplo un ventilador o un sistema de refrigeración eléctrico que pueden conducir a una aceleración del proceso, pero que tienen como consecuencia inversiones de energía elevadas y no son estrictamente obligatorios. La longitud y velocidad óptimas de la cinta transportadora deben determinarse respectivamente en ensayos, ya que ante todo dependen de la temperatura ambiente y de la temperatura de fusión efectivamente alcanzada. En este punto cabe señalar que la puesta a disposición de energía para el funcionamiento de la cinta transportadora puede tener lugar igualmente mediante campos fotovoltaicos.

La base, a través de las temperaturas de fusión muy elevadas, se encuentra expuesta a cargas térmicas intensas, por lo cual pueden emplearse revestimientos especiales, resistentes al calor (por ejemplo aleaciones cerámicas). Preferentemente, el material inicial se apila en capas con una altura suficiente, de modo que el mismo sólo se funde en un área superior, por ejemplo 3/4, 2/3 o 1/2, y de ese modo, al mismo tiempo, un área inferior, correspondiente a 1/4, 1/3 o 1/2, representa una capa de aislamiento entre la base y la estructura tridimensional fundida. De este modo se evita igualmente una adhesión de la estructura tridimensional a la base después del proceso de fusión. En general, la división debe seleccionarse de modo que se impida una fusión superficial en la base y, al mismo tiempo, se genere una capa de aislamiento lo más reducida posible, ya que la misma debe separarse nuevamente. La capa de aislamiento, la cual usualmente representa un área de granos de arena sinterizados o parcialmente fundidos, convenientemente se separa de la placa compuesta antes del proceso de triturado a través de un proceso de cribado o de alisado breve, para no reducir la pureza del producto final.

Es conveniente colocar un dispositivo de cribado delante del dispositivo de fusión, por una parte para eliminar partículas extrañas más gruesas y, además para posibilitar una limitación del rango del tamaño del grano. Se ha observado que una limitación del rango del tamaño del grano genera una estructura más homogénea y garantiza una aceleración mínima del proceso de fusión. Puesto que ese ahorro de tiempo, sin embargo, no es determinante,

el aspecto principal del proceso de cribado reside en la eliminación de partículas extrañas desde el material inicial, como rocas más gruesas o residuos orgánicos.

5 Se sugiere poner en funcionamiento la cinta transportadora directamente en el proceso de cribado, guiarla a través del dispositivo de fusión y dejarla marchar avanzado el proceso de triturado. De este modo el procedimiento se automatiza por completo y se garantiza una tasa de producción elevada.

Se recomienda además el equipamiento de la cinta transportadora con una placa de expulsión y/o una cinta vibradora, ya que a través de esos componentes puede lograrse una capa de arena delgada, uniforme, que en particular puede regularse con precisión en cuanto a su altura de la capa a través de una placa de expulsión ajustable. La regulación de la altura de la capa es ventajosa ante todo para generar la capa de aislamiento descrita.

10 Después del proceso de triturado la arena es transportada por ejemplo hacia recipientes colectores correspondientes y a continuación puede prepararse para ser transportada o almacenada.

15 Según la invención se plantea también la utilización del procedimiento descrito con una instalación autónoma en forma de un vehículo para el desierto, por ejemplo un vehículo de orugas que presenta un dispositivo de fusión mencionado en la invención, el cual concentra la luz solar, por ejemplo a través de un sector central en el vehículo, en la capa de arena que se encuentra debajo del vehículo. El dispositivo de fusión central podría estar realizado en forma de una estructura de torre y en el mejor de los casos está realizado de modo que puede rotar en 360°. Con la ayuda de un campo de heliostatos móvil puede captarse cualquier posición posible del sol y puede reflectarse hacia el dispositivo de fusión móvil. De manera alternativa puede utilizarse un dispositivo realizado de forma móvil para la concentración de haces solares, por ejemplo una lente de Fresnel que pueda inclinarse y rotar. De este modo, directamente debajo del vehículo se producen los productos intermedios fundidos que, por ejemplo a través de un rastrillo en la parte posterior del vehículo o en otro vehículo que por ejemplo marcha detrás, pueden transportarse para el triturado. Nuevamente se producen granos de arena, cuya forma y rugosidad de la superficie fueron mejoradas en cuanto a la utilización en hormigón, así como que posibilitan dicha utilización. La arena angulosa, adecuada para el hormigón, puede acumularse directamente en el vehículo o puede descargarse de otro modo y acumularse de forma separada.

20 A través de la desintegración continua de montañas, obras de construcción y todos los otros sedimentos de roca que finalmente se descomponen formando las partículas de polvo más finas (polvo del Sahara), la propagación de los desiertos es un proceso natural y en las condiciones actuales es inevitable. En el futuro, con nuestro procedimiento está garantizada una compactación duradera de márgenes del desierto (cerca de la civilización) a través de la utilización de máquinas autónomas, de forma conveniente en cuanto a los costes.

30 La invención se explica ahora mediante ejemplos de realización y las figuras esquemáticas que se adjuntan.

Las figuras muestran:

Figura 1: una primera forma de realización preferente de un dispositivo según la invención para generar arena adecuada para producir hormigón,

35 Figura 2: una segunda forma de realización preferente de un dispositivo según la invención para generar arena adecuada para producir hormigón,

Figura 3: una tercera forma de realización preferente de un dispositivo según la invención para generar arena adecuada para producir hormigón,

40 Figura 4: una forma de realización preferente de un vehículo según la invención para generar arena adecuada para la producción de hormigón.

45 La figura 1 esquemática muestra una posible instalación para realizar una forma de realización preferente de un procedimiento según la invención. En este caso, el material inicial 1, mediante un recipiente de almacenamiento 6 (por ejemplo en forma de embudo) se coloca sobre un tamiz 7, debido a lo cual el material inicial 1 se libera de las impurezas más gruesas. El material inicial 1 cribado, después del proceso de cribado, alcanza directamente una cinta transportadora 8 adecuada, como base. Dicha cinta transportadora está provista de una placa de eyección 9, debido a lo cual se genera una capa uniforme con un grosor de la capa regulable. De manera opcional, la planicidad de la capa de material puede mejorarse con la ayuda de una cinta vibradora. La capa de arena uniforme, además, mediante la cinta transportadora 8, llega al nivel del tratamiento térmico, en donde la misma es conducida a través de la proximidad directa del punto focal 10 de un dispositivo 5 para la concentración de haces solares (por ejemplo lente colectora convexoplana), de modo que el material inicial 1 se funde. Cuanto más grande es la superficie del dispositivo 5 para la concentración de haces solares, cuanto más luz solar 13 es captada y concentrada en el punto focal 10 y, de modo correspondiente, tanto más elevado es el rendimiento de la instalación. De manera preferente, en el tratamiento térmico no se funde todo el material inicial 1 apilado en capas, sino solamente un área superior, por ejemplo los dos tercios superiores, para obtener con el tercio inferior una capa de aislamiento 11 con respecto a la base, la cinta transportadora 8. Un grosor de la capa ventajoso se ubica entre 5 y 50 mm, dependiendo de la potencia de la instalación. El tiempo de acción necesario para la fusión térmica puede regularse mediante la

velocidad de la cinta transportadora 8, de modo que en un proceso de fusión ininterrumpido, como producto intermedio, se produce una placa compuesta 2. Esa placa compuesta posee por ejemplo las medidas 500 x 500 x 20 mm (largo x ancho x alto) y después de una refrigeración suficiente sobre la cinta transportadora 8 llega directamente a una máquina trituradora 4, por ejemplo una trituradora, debido a lo cual la placa compuesta 2 se tritura formando el producto final 3, la arena de machaqueo o arena triturada, en particular arena media angulosa (mS/MSa). El producto final 3 se recolecta en un contenedor 12 adecuado para el transporte y se almacena.

En la figura 2 se ilustra otra forma de realización preferente de un dispositivo según la invención. El material inicial 14, de forma análoga a la figura 1, en este punto ya cribado, nivelado y apilado en capas, mediante la cinta transportadora 8 llega a un horno de túnel 15 que por ejemplo funciona a 1000°C, en donde fuentes de calor 16 están colocadas preferentemente por encima de la base, la cinta transportadora 8. De este modo, el material inicial 14 preparado es conducido por debajo de las fuentes de calor 16. De este modo se logra calentar el material inicial 14 preparado a una temperatura de precalentamiento, por ejemplo 1000°C, de manera que el proceso en conjunto puede acelerarse. El horno de túnel 15 es abastecido de la energía necesaria mediante campos fotovoltaicos 17, de manera que en este caso no son necesarias otras fuentes de corriente. A continuación, el material inicial 18 precalentado llega al dispositivo de fusión, preferentemente a un espejo parabólico 21, para la concentración de luz solar 20 reflectada. Esa luz es reflectada por uno o varios espejos planos 19 hacia el concentrador, el espejo parabólico 21. El espejo o los espejos planos 19 están diseñados de modo que los mismos preferentemente pueden orientarse automáticamente según la posición del sol. El material inicial 18 precalentado se funde en el punto focal 10 del concentrador 21, en donde se considera ventajoso producir una capa de aislamiento 11 con respecto a la base, la cinta transportadora 8, con el tercio inferior del material 18 apilado en capas. A continuación, el producto intermedio 2 fundido alcanza una máquina trituradora 4, debido a lo cual la placa compuesta se tritura formando el producto final 3, la arena de machaqueo o arena triturada, en particular arena media angulosa (mS/MSa). La arena de machaqueo 3 generada en este procedimiento puede utilizarse tanto para el terraplenado de tierras recuperadas en el mar, como también para la producción de hormigón, ya que la misma se sostiene debido a su geometría angulosa y, gracias a esto, se encarga de la estabilización requerida en el material de construcción.

En la figura 3 se muestra un procedimiento, en el cual el material inicial 1, por ejemplo arena fina (fS/FSa), así como arena redonda, preferentemente arena del desierto, se conduce primero a una fusión, de modo que se forman nuevos límites de los granos. La estructura tridimensional producida en base a ello, como producto intermedio 2, a continuación se enfría y se tritura en fracciones pequeñas de menos de 2 mm, en una máquina trituradora 4. Los granos de arena generados del producto final 3 corresponden en particular a la categoría arena media (mS/MSa) y se denominan como arena de machaqueo o arena triturada. Las temperaturas de fusión elevadas, como se muestra en esta figura esquemática, pueden alcanzarse a través de la concentración de haces solares en un concentrador 22, por ejemplo en una disposición de espejos. Los espejos 23 individuales, en una forma de realización preferente, se diseñan inclinados de forma diferente, de modo que la luz solar 20 reflectada se concentra en un área de acción 10. Con este fin, preferentemente, la luz solar 13 se reproduce en el concentrador 22 mediante un espejo plano 19, denominado por el especialista en la materia como campo de heliostatos. El procedimiento ofrece una solución a largo plazo para cubrir la demanda de arena de machaqueo y aprovecha la arena del desierto para la industria del hormigón. La arena triturada producida en este procedimiento (arena de machaqueo artificial) puede utilizarse para producir hormigón y para las tierras recuperadas en el mar, cuidando los recursos agotables de la arena de machaqueo natural, ante todo de las zonas costeras, océanos y ríos.

La figura 4 esquemática muestra un posible vehículo para realizar una forma de realización preferente de un procedimiento según la invención. El vehículo diseñado como vehículo de orugas 24 se desplaza debajo de la radiación solar 13 directa, por encima del material inicial 1. Preferentemente es controlado mediante una consola de control 27 en el área anterior del vehículo, así como mediante un sistema de sensores que posibilita un funcionamiento autónomo con respecto al suelo y a la posición del sol. De manera ventajosa, la carcasa de la consola de control 27 puede estar cubierta con campos fotovoltaicos 17, de modo que para el funcionamiento del vehículo no se necesitan otras fuentes de energía. Mediante un dispositivo 5 para la concentración de haces solares, por ejemplo una lente de Fresnel, en el punto focal 10 se genera la temperatura de fusión necesaria para transformar el material inicial 1 en el producto intermedio 2, una placa compuesta. Para ello, la lente de Fresnel 5 está colocada en una estructura de torre, por encima del vehículo. Al mismo tiempo, mediante una caja ancha de forma correspondiente, en el centro del vehículo, así como directamente debajo de la lente de Fresnel 5, se asegura que la luz concentrada sea continua hasta alcanzar el suelo. El producto intermedio 2, mediante un rastrillo 25 en la parte posterior del vehículo, se separa del suelo y se desvía en la dirección de la máquina trituradora 4. Allí, de manera análoga a los ejemplos de realización antes descritos, se genera el producto final 3, la arena machacada. A través de un recipiente colector 26 que se extiende desde el vehículo de orugas 24, como un carro, el producto final 3 puede recolectarse y por ejemplo almacenarse de forma intermedia para ser transportado posteriormente.

Lista de referencias:

- 1 Material inicial (arena del desierto, arena fina, arena redonda)
- 2 Producto intermedio (estructura tridimensional, placa compuesta)
- 3 Producto final (arena de machaqueo, arena triturada, arena media angulosa (mS/MSa))

ES 2 718 929 T3

- 4 Máquina trituradora (por ejemplo trituradora)
- 5 Dispositivo para concentrar haces solares (por ejemplo lente colectora o lente de Fresnel)
- 6 Recipiente de almacenamiento (por ejemplo tolva)
- 7 Tamiz
- 5 8 Cinta transportadora
- 9 Placa de expulsión (por ejemplo regulable en altura)
- 10 Punto focal (así como área de acción)
- 11 Capa de aislamiento (por ejemplo compuesta por el material inicial)
- 12 Recipiente colector (por ejemplo contenedor)
- 10 13 Luz solar
- 14 Material inicial apilado en capas (cribado y aplanado)
- 15 Horno de túnel
- 16 Fuente de calor (por ejemplo serpentín de calentamiento)
- 17 Campos fotovoltaicos (por ejemplo con suministro directo de corriente)
- 15 18 Material inicial precalentado (por ejemplo 1000°C)
- 19 Espejo plano (por ejemplo campo de heliostatos)
- 20 Luz solar reflectada (desde el espejo plano hacia el concentrador)
- 21 Espejo parabólico
- 22 Concentrador (por ejemplo disposición de varios espejos)
- 20 23 Espejos (por ejemplo todos inclinados de forma diferente)
- 24 Vehículo de orugas
- 25 Rastrillo
- 26 Recipiente colector (por ejemplo carro)
- 27 Consola de control (por ejemplo cabina del conductor)
- 25

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para producir arena de machaqueo artificial o arena triturada a través de tratamiento térmico mediante la utilización de arena del desierto en forma de arena fina y/o arena redonda como material inicial (1), en donde el material inicial (1) se calienta a una temperatura de fusión a través de
- 5 A) la concentración de haces solares,
y/o
- B) a través de la utilización de un dispositivo de fusión convencional que obtiene su suministro de energía mediante energía solar transformada o almacenada,
- 10 debido a lo cual respectivamente varios granos de arena se funden unos con otros formando un producto intermedio (2) tridimensional, en donde el producto intermedio (2) así producido se enfría, y finalmente se tritura a un tamaño del grano inferior a 2 mm en un proceso de triturado, en donde se produce un producto final (3) que se diferencia del material original (1) en cuanto a la forma y a la rugosidad de la superficie.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en donde el material inicial (1) se calienta hasta la conformación de nuevos límites del grano o más allá de éstos y/o en donde el material inicial (1) se calienta primero a una temperatura de precalentamiento a través de
- 15 C) la concentración de haces solares,
y/o
- D) a través de la utilización de un dispositivo calentador convencional que obtiene su suministro de energía mediante energía solar transformada o almacenada,
- 20 en donde la temperatura de precalentamiento se ubica por debajo de la temperatura de fusión y el calentamiento a la temperatura de precalentamiento se realiza de forma espacialmente separada del calentamiento a la temperatura de fusión, y/o en donde el material inicial (1), antes del tratamiento térmico, primero se libera de impurezas mediante un tamiz (7) adecuado, y/o debido a ello se limita también el rango del tamaño del grano del material inicial (1) para el procesamiento posterior.
- 25 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en donde el producto intermedio (2) se enfría hasta que el mismo, en el proceso de triturado, presenta un comportamiento de fragilidad.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la temperatura de fusión en la variante A se alcanza a través de la concentración de los haces solares con la ayuda de al menos una lente colectora (5) y/o al menos un espejo, el cual en particular está diseñado como espejo parabólico (21) y/o como una
- 30 disposición (22) de al menos dos espejos con diferentes ángulos de inclinación (23) para la concentración de la luz solar en un punto focal en común, así como área de acción.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en donde la eficiencia de al menos una lente colectora (5) y/o de al menos un espejo para la concentración de la luz solar se mejora a través de la utilización de espejos reflectantes (19) que se orientan según la posición del sol y que guían la luz solar sobre las lentes colectoras (5) o hacia al menos un espejo, para la concentración.
- 35 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la temperatura de fusión en la variante B se alcanza a través de la utilización de un horno de túnel (15) y/o de un láser que obtienen su suministro de energía a través de instalaciones solares (17).
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el material inicial (1) se apila sobre una base formando capas y se funde formando el producto intermedio (2), en donde la base en particular es una cinta transportadora (8) o un crisol.
- 40 8. Procedimiento según la reivindicación 7, en donde la base es una cinta transportadora (8), y en donde el producto intermedio (2) sobre la cinta transportadora (8) se suministra directamente al proceso de triturado para generar el producto final (3), y/o en donde el material inicial (1) llega a la cinta transportadora (8) como capa delgada con grosor de la capa uniforme, mediante la cual éste es guiado al menos directamente hasta el lugar del tratamiento térmico o es guiado a través del mismo, en donde la duración del efecto de la energía térmica se regula mediante la velocidad de la cinta transportadora (8).
- 45 9. Procedimiento según la reivindicación 7, en donde una superficie de trabajo de la cinta transportadora (8), sobre la cual se sitúa el material inicial (1) y es transportado, se compone de un material resistente a la fusión hasta al menos 2000°C o de un revestimiento que garantiza además un desprendimiento sencillo del material inicial (1) tratado térmicamente.
- 50

10. Procedimiento según la reivindicación 9, en donde como producto intermedio (2) tridimensional se genera un producto intermedio (2) plano, de modo que

5 a) el punto focal (10) de una lente (5) se enfoca sobre una superficie de trabajo de la cinta transportadora (8) sobre la cual se sitúa el material inicial (1), y el material inicial (1) se lleva así a la fusión a través de la introducción de energía solar, de modo que respectivamente varios granos de arena se funden térmicamente unos con otros formando el producto intermedio (2) plano,

y/o

b) el material inicial (1) se lleva a la fusión mediante un láser que obtiene su suministro de energía mediante energía solar transformada y/o almacenada.

10 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en donde el producto intermedio (2) se enfría a continuación por debajo de 500°C, y por último, en un proceso de triturado, en uno o en varios pasos, se tritura a un tamaño del grano de entre 0,0125 y 2,0 mm, en donde se produce el producto final (3).

15 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 11, en donde el material inicial (1) se funde sólo en un área superior, de modo que un área inferior representa una capa de aislamiento (11) entre el producto intermedio (2) y la base.

13. Arena de machaqueo, así como arena triturada, obtenida a través de un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12.

20 14. Dispositivo para producir arena de machaqueo artificial o arena triturada a través de tratamiento térmico mediante la utilización de arena del desierto en forma de arena fina y/o arena redonda como material inicial (1), con

- un dispositivo de fusión para calentar el material inicial a una temperatura de fusión, en donde el dispositivo de fusión presenta un dispositivo para la concentración de haces solares o un horno de túnel (15), y/o un láser que obtiene su suministro de energía desde instalaciones solares (17),

- una sección de refrigeración conectada aguas abajo del dispositivo de fusión

25 • una trituradora (4) conectada aguas abajo de la sección de refrigeración.

15. Dispositivo según la reivindicación 14, en donde la sección de refrigeración presenta un dispositivo de refrigeración activo y/o está diseñada como vehículo, y/o está configurada para realizar un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 12.

Fig. 1

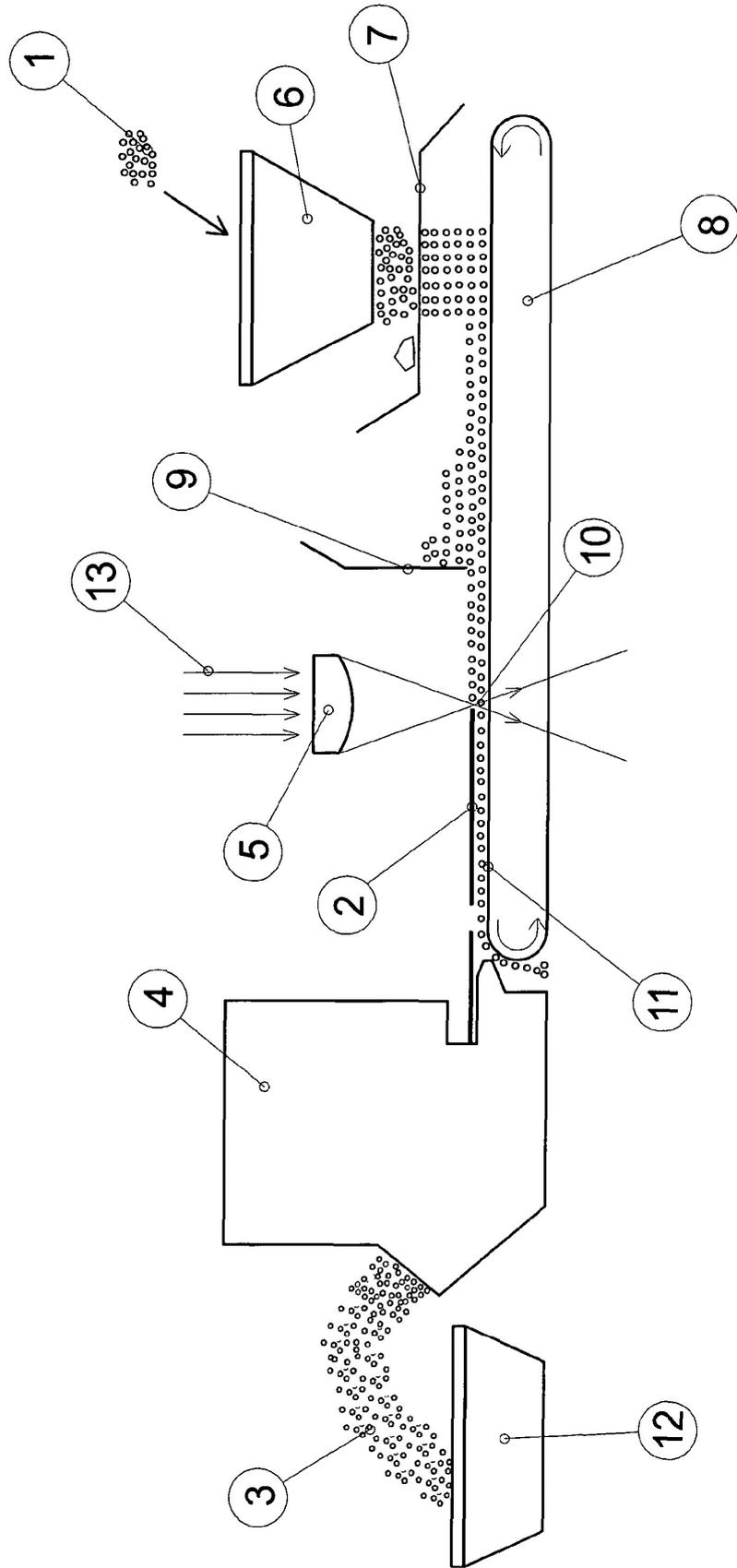
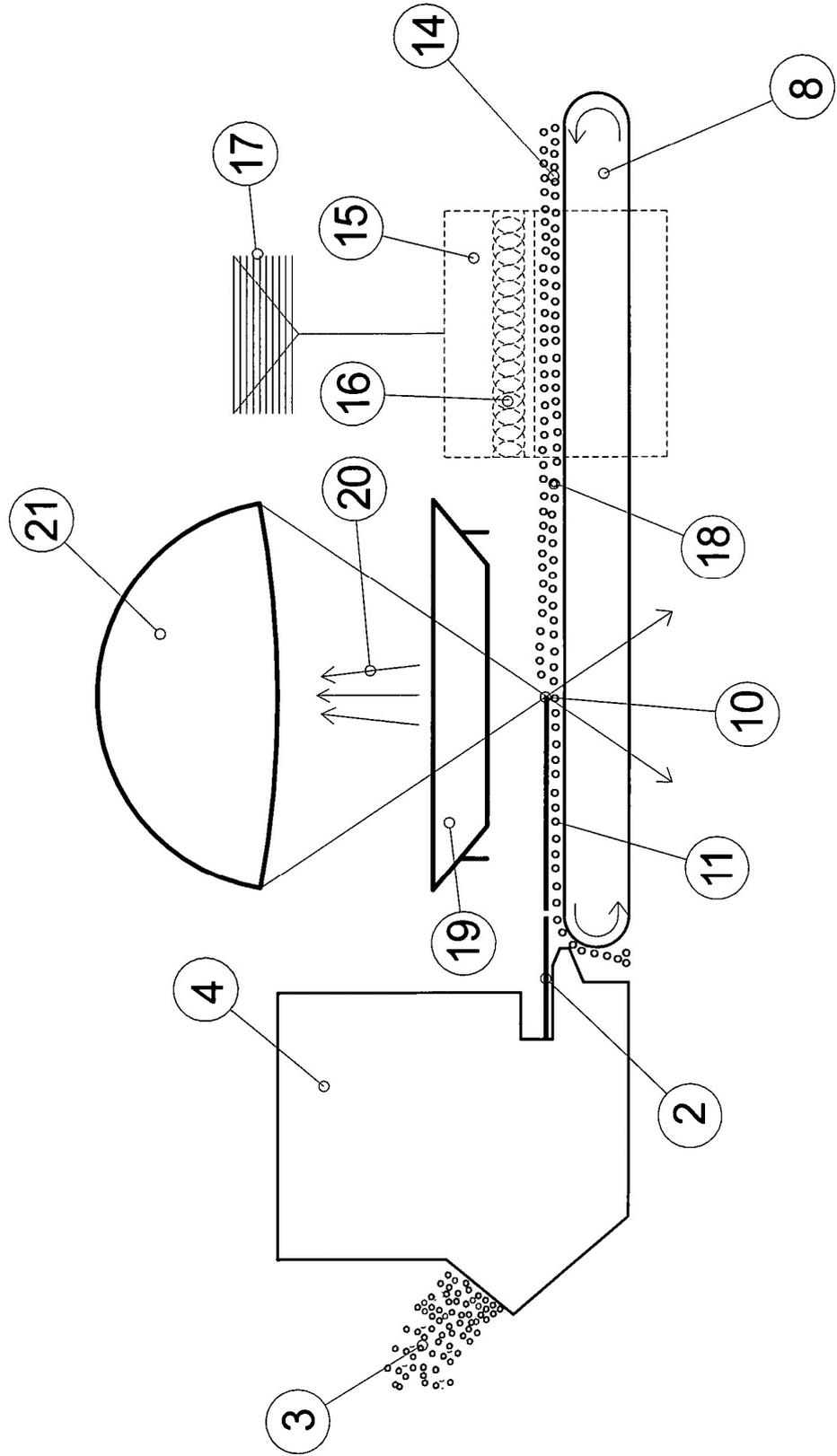


Fig. 2



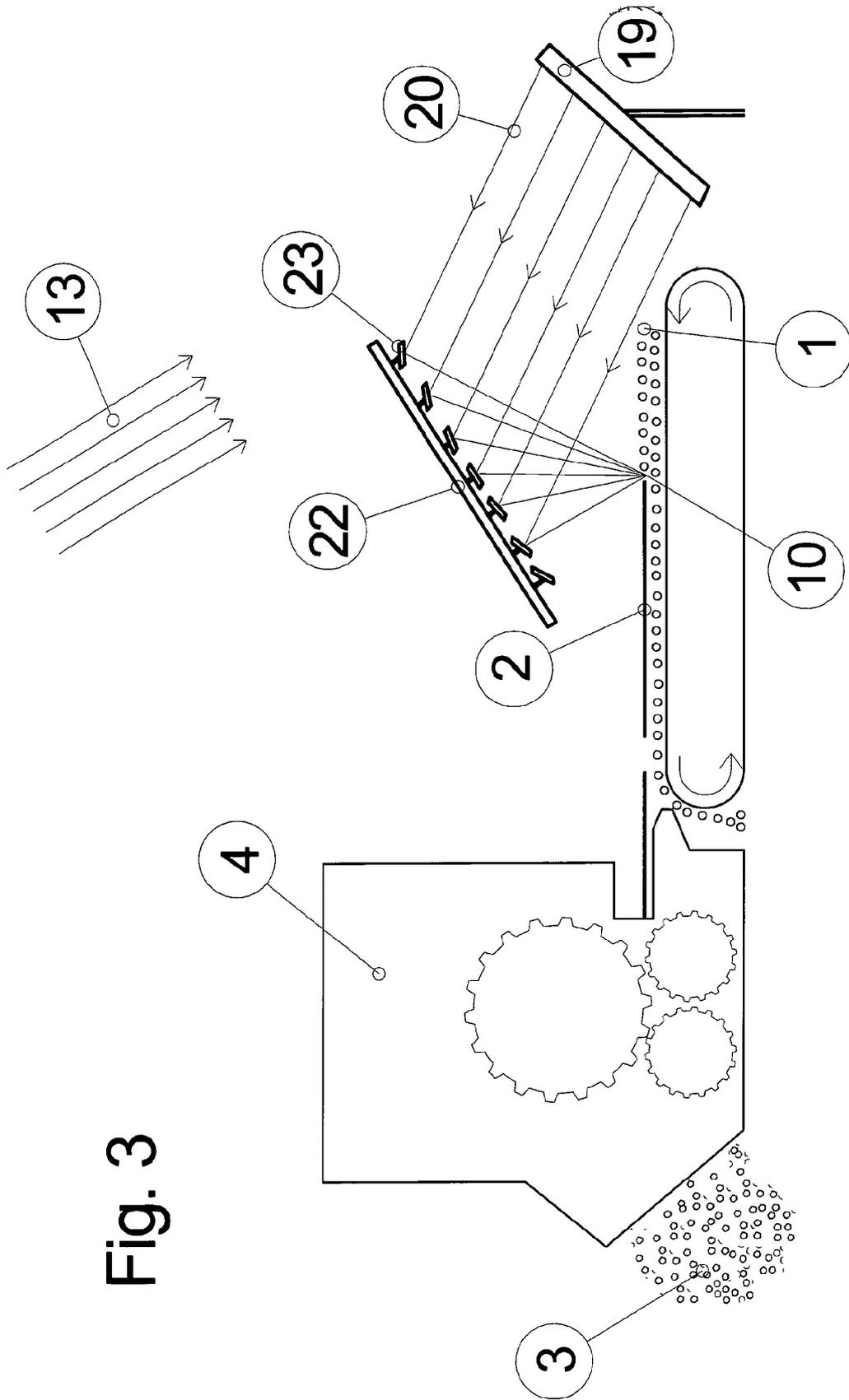


Fig. 3

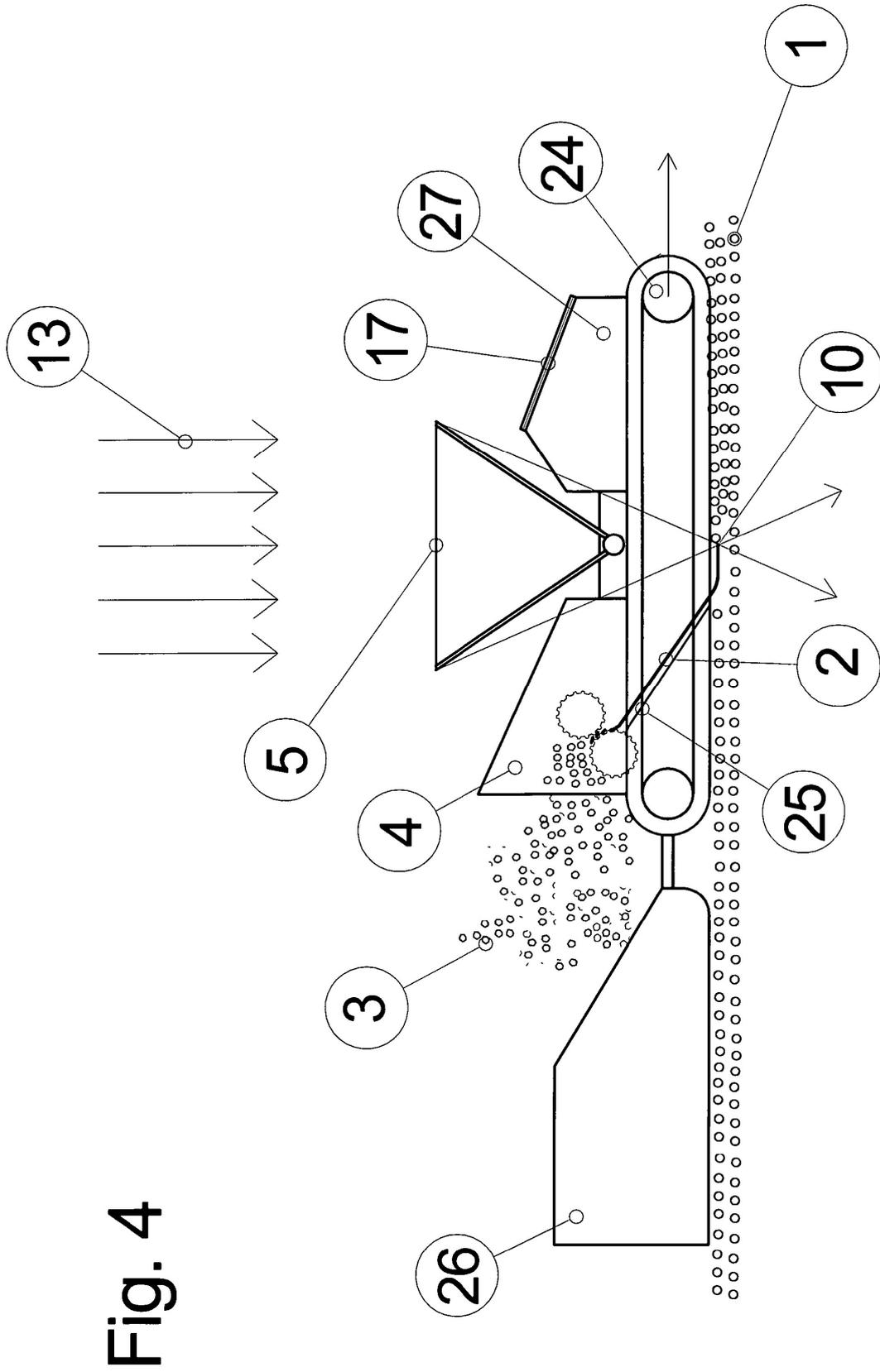


Fig. 4