

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 769 748**

51 Int. Cl.:

C04B 20/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.06.2016 PCT/AT2016/050175**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.12.2016 WO16191788**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2016 E 16732916 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 3325422**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la fabricación de un granulado expandido**

30 Prioridad:

03.06.2015 AT 501082015 U

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

29.06.2020

73 Titular/es:

**BINDER + CO AG (100.0%)
Grazer Strasse 19-25
8200 Gleisdorf, AT**

72 Inventor/es:

**BRUNNMAIR, ERNST ERWIN y
SALCHINGER, GERHARD**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 769 748 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 fabricación de un granulado expandido

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un granulado expandido de material mineral en forma de granos de arena con un agente expansor, por ejemplo, un granulado expandido de arena de perlita u obsidiana; donde el material se alimenta en un horno esencialmente vertical; donde el material se transporta en una cuba de horno del horno a lo largo de un recorrido de transporte a través de varias zonas de calentamiento dispuestas separadas unas de otras verticalmente, donde cada zona de calentamiento se puede calentar con al menos un elemento calefactor controlable de forma independiente; donde el material se calienta a este respecto a una temperatura crítica, a la que las superficies de los granos de arena se vuelven plásticas y los granos de arena se expanden debido al agente expansor; donde el material expandido se descarga del horno.

La presente invención se refiere además a un dispositivo para la fabricación de un granulado expandido de un material en forma de granos de arena, que comprende un horno esencialmente vertical con una cuba de horno, que prestante un extremo superior y un extremo inferior, donde entre los dos extremos discurre un recorrido de transporte, que pasa a través de varias zonas de calentamiento dispuestas por separado verticalmente entre sí, donde las zonas de calentamiento presentan respectivamente al menos un elemento calefactor controlable independientemente entre sí, para calentar el material a una temperatura crítica y expandir los granos de arena.

Estado de la técnica

Por el documento AT 12878 U1 se conoce un procedimiento para la expansión de célula cerrada de materiales minerales, en particular de arenas de rocas volcánicas, como p. ej. perlita u obsidiana. A este respecto, la expansión se realiza mediante agua ligada en el material, que hace de agente expansor, cuando el material en forma de granos de arena se calienta en un horno de cuba a una temperatura crítica a la que se vuelve plástica la superficie de los granos de arena. El material se alimenta desde arriba en el horno y cae un recorrido de caída en la cuba de horno debido a la fuerza de gravedad.

El documento WO 2013/053635 da a conocer un procedimiento para la fabricación de un granulado expandido de material mineral en forma de granos de arena con un agente expansor, donde el material se alimenta en un horno vertical; donde el material se transporta en una cuba de horno del horno a lo largo de un recorrido de transporte a través de varias zonas de calentamiento dispuestas separadas unas de otras verticalmente, donde cada zona de calentamiento se puede calentar con al menos un elemento calefactor controlable de forma independiente; donde el material se calienta a este respecto a una temperatura crítica, a la que las superficies de los granos de arena se vuelven plásticas y los granos de arena se expanden debido al agente expansor; donde el material expandido se descarga del horno.

A este respecto aparecen fuerzas ascensionales en las que se influye entre otros por la densidad del material antes y después del proceso de expansión, así como por un efecto de chimenea en la cuba de horno. Estas provocan en general un aumento del tiempo de permanencia del material en la cuba de horno, lo que también se puede usar en parte para prolongar de forma dirigida el tiempo de permanencia en la cuba de horno. Típicamente de este modo y manera se pueden expandir las arenas brutas de las granulaciones entre 100 μm y 700 μm . No obstante, las granulaciones esencialmente más pequeñas del material a expandir no se pueden realizar con el procedimiento conocido, dado que la velocidad de descenso de la arena en la cuba de horno (llena de gas) disminuye con granulación más pequeña. Desde un cierto tamaño de grano mínimo no se pueden usar por tanto tamaños de grano todavía más pequeños para el procedimiento de expansión conocido, dado que las fuerzas ascensionales son demasiado grandes para estos tamaños de grano todavía más pequeños. Es decir, estos granos de arena ya no pasan a través de la cuba de horno, donde en particular se produce un pegado del material caliente en la cuba de horno. Esto significa p. ej. de nuevo que el material fino, que se produce forzosamente durante la preparación de arenas volcánicas, con granulaciones de menos de 100 μm no se puede procesar en un producto final valioso en forma de granos de arena o microesferas expandidos, sino que solo representa un desecho inservible.

Objeto de la invención

Por ello, el objetivo de la presente invención es poner a disposición un procedimiento de expansión mejorado, que evite las desventajas arriba mencionadas y en particular permita la expansión del material fino, así como un dispositivo para la realización del procedimiento mejorado.

Descripción de la invención

El núcleo de la invención es efectuar el transporte del material en forma de granos de arena a través de la cuba de horno por medio de un flujo de aire, en tanto que el material se alimenta junto con una cantidad de aire en la cuba de horno. Para evitar que las fuerzas ascensionales originadas conduzcan a que el tiempo de permanencia se aumenta

de forma incontrolada, el transporte por medio del aire o flujo de aire ocurre desde abajo hacia arriba, es decir, contra la fuerza de la gravedad. De esta manera se puede garantizar que la expansión solo se realiza en la mitad superior, preferentemente solo en el tercio superior, de la cuba de horno o de un recorrido de transporte a través de la cuba de horno. Esto de nuevo posibilita evitar un pegado de los granos de arena calientes en una pared interior de la cuba de horno. Dado que, por consiguiente, el tiempo de permanencia de los granos de arena ya expandidos se puede mantener correspondientemente breve, se puede minimizar o impedir de forma dirigida no solo el pegado en la pared interior de la cuba de horno, sino también la adherencia de los granos de arena expandidos entre sí, cuando esta adherencia se debe evitar. En conjunto, por consiguiente, se puede procesar material fino con diámetros de menos de 100 μm , que hasta ahora solo supuso un desecho durante la preparación, formando un producto final valioso en forma de microesferas expandidas.

Por ello en un procedimiento para la fabricación de un granulado expandido de material mineral en forma de granos de arena con un agente expansor, por ejemplo, un granulado expandido de arena de perlita u obsidiana; donde el material se alimenta en un horno esencialmente vertical; donde el material se transporta en una cuba de horno del horno a lo largo de un recorrido de transporte a través de varias zonas de calentamiento dispuestas separadas unas de otras verticalmente, donde cada zona de calentamiento se puede calentar con al menos un elemento calefactor controlable de forma independiente; donde el material se calienta a este respecto a una temperatura crítica, a la que las superficies de los granos de arena se vuelven plásticas y los granos de arena se expanden debido al agente expansor; donde el material expandido se descarga del horno está previsto según la invención que la alimentación del material se realice desde abajo junto con una cantidad de aire, donde el material se transporta desde abajo hacia arriba a lo largo del recorrido de transporte por medio de la cantidad de aire, que fluye desde abajo hacia arriba en la cuba de horno y que configura un flujo de aire, y donde la expansión de los granos de arena se realiza en la mitad superior, preferentemente en el tercio superior, del recorrido de transporte. Es decir, en particular que el material se le añade al flujo de aire, visto en una dirección de transporte o en una dirección del flujo de aire en la cuba de horno, antes del primer elemento calefactor. La descarga se realiza preferentemente en el extremo superior de la cuba de horno.

Análogamente en un dispositivo para la fabricación de un granulado expandido de un material en forma de granos de arena, que comprende un horno esencialmente vertical con una cuba de horno, que presenta un extremo superior y un extremo inferior, donde entre los dos extremos discurre un recorrido de transporte, que pasa a través de varias zonas de calentamiento dispuestas por separado verticalmente entre sí, donde las zonas de calentamiento presentan respectivamente al menos un elemento calefactor controlable independientemente entre sí, para calentar el material a una temperatura crítica y expandir los granos de arena está previsto según la invención que esté previsto al menos un medio de suministro, para inyectar el material no expandido en la cuba de horno junto con una cantidad de aire en el extremo inferior de la cuba de horno en la dirección del extremo superior de la cuba de horno, de modo que la cantidad de aire configure un flujo de aire que fluye desde abajo hacia arriba, por medio del que el material se transporta desde abajo hacia arriba a lo largo del recorrido de transporte, para expandirse en la mitad superior, preferentemente en el tercio superior, del recorrido de transporte. Sería concebible, p. ej. soplar la cantidad de aire en la cuba de horno por medio de una boquilla y suministrar el material por separado p. ej. por medio de una prolongación de tubo del flujo de aire que sale de la boquilla, preferentemente en el lugar de la velocidad de aire máxima. A este respecto, el material se puede suministrar de forma dosificada, donde para la dosificación entra en consideración tanto una alimentación volumétrica, como también una gravitatoria del material.

Debido al conocimiento de que el proceso de expansión es un proceso isoentálpico, que va acompañado de una caída de temperatura, esta última se puede detectar de forma dirigida. Esto se puede utilizar de nuevo para establecer un tratamiento por temperatura de los granos de arena expandidos después del proceso de expansión verdadero, a fin de influir en las propiedades superficiales de los granos de arena expandidos. P. ej. se puede impedir un nuevo calentamiento por encima de la temperatura crítica, a fin de prevenir un desgarro de la superficie. O un nuevo aumento de temperatura semejante se puede iniciar de forma consabida cuando se debe asumir o incluso obtener de forma consabida un desgarro de la superficie de los granos de arena. Por ello, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que en el caso de detección de una primera reducción de la temperatura del material entre dos posiciones sucesivas a lo largo del recorrido de transporte se regulen los elementos calefactores a lo largo del recorrido de transporte restante en función de la temperatura crítica, a fin de impedir o posibilitar de forma dirigida un aumento de la temperatura del material a lo largo del recorrido de transporte restante a o por encima de la temperatura crítica.

Análogamente, en una forma de realización preferida del dispositivo según la invención está previsto que estén previstos medios de medición de temperatura del material para la medición directa y/o indirecta de la temperatura y/o de la modificación de temperatura del material, así como una unidad de regulación y control, que está conectada con los medios de medición de temperatura del material y con los elementos calefactores de las zonas de calentamiento, a fin de detectar una primera reducción de la temperatura del material, preferiblemente de al menos 20 $^{\circ}\text{C}$, entre dos posiciones sucesivas a lo largo del recorrido de transporte, y que los elementos calefactores se puedan regular mediante la unidad de regulación y control en función de la temperatura crítica, a fin de impedir o posibilitar de forma dirigida un aumento de la temperatura del material a lo largo del recorrido de transporte restante a o sobre la temperatura crítica.

Como medio de medición de temperatura del material entran en consideración, por ejemplo, los sensores de temperatura que están dispuestos a lo largo del recorrido de transporte y pueden entrar en contacto con el material o solo están previstos para la determinación de la temperatura en la cuba de horno en las zonas de calentamiento respectivas, sin entrar en contacto directo con el material.

5 Además, la temperatura del material y en particular la modificación de temperatura del material se puede determinar indirectamente de forma especialmente sencilla, en tanto que como medios de medición de temperatura del material están previstos equipos de medición para la determinación del consumo de potencia de los elementos calefactores. En el caso de elementos calefactores operados eléctricamente, estos equipos de medición se pueden limitar esencialmente a aquellos para la medición del consumo de corriente, donde se parte de una tensión de suministro conocida.

15 La modificación de temperatura del material se posibilita mediante la determinación de la modificación del flujo de calor de los elementos calefactores hacia el material, que depende de la diferencia de temperatura entre los elementos calefactores y el material. Durante el calentamiento del material se reduce sucesivamente la diferencia de temperatura entre los elementos calefactores y el material. Correspondientemente se reduce el flujo de calor, es decir, la modificación constatada del flujo de calor de una zona de calentamiento a la siguiente es en primer lugar una disminución. Correspondientemente disminuye en primer lugar el consumo de potencia de los elementos calefactores a lo largo del recorrido de transporte. Directamente después del proceso de expansión y la caída de temperatura acompañante, la diferencia de temperatura entre el material y los elementos calefactores es claramente mayor que directamente antes del proceso de expansión. Correspondientemente también aumenta el flujo de calor, es decir, la modificación constatada del flujo de calor o del consumo de potencia de los elementos calefactores de una zona de calentamiento a la siguiente es ahora un aumento. Este aumento detectado del flujo de calor o del consumo de potencia de los elementos calefactores es apropiada por ello para constatar la caída de temperatura y su zona dentro de la cuba de horno.

Por ello en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que la modificación de temperatura del material a lo largo del recorrido de transporte se mida indirectamente mediante la determinación de un consumo de potencia de los elementos calefactores.

30 En otra forma de realización preferida, los resultados de las mediciones de temperatura se comparan con los resultados de la determinación del consumo de potencia de los elementos calefactores o se ponen en relación y así se detecta el lugar de la expansión a fin de elevar la exactitud de esta detección. A este respecto, las mediciones de temperatura se pueden llevar a cabo por medio de los sensores de temperatura, no obstante, no se debe realizar una medición de temperatura directa del material.

40 El material a expandir, muy fino y polvoriento o en forma de granos de arena, se prepara preferentemente antes de que se suministre al proceso de expansión, dado que normalmente no se deben evitar las aglomeraciones durante el transporte del material. Tales aglomeraciones se favorecen por la humedad del material. Si se expandiesen los aglomerados correspondientes, se obtendrían aglomerados a partir de granos de arena expandidos, lo que no obstante no se desea en general. En lugar de ello, en el producto final se debe tratar en el caso normal de microesferas individuales. Por ello se debe prever habitualmente un proceso de secado durante la preparación del material.

45 Pero incluso en el estado seco apenas es posible de forma práctica el transporte del material polvoriento sin aglomeraciones. Por ejemplo, durante el transporte del material seco polvoriento se forman aglomerados indeseados por medio de canales de vibración. Por ello está previsto según la invención dispersar el material antes del proceso de expansión, a fin de evitar la expansión de los aglomerados. Correspondientemente en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que el material se disperse en la cantidad de aire, preferentemente antes de que el material entre en la cuba de horno.

La dispersión se puede realizar a este respecto de modos diferentes. Por ejemplo, sería concebible exponer el material en el flujo de aire a ultrasonidos para dispersar el material.

55 Un método especialmente sencillo y elegante consiste en usar la cantidad de aire misma para la dispersión. A este respecto, para un buen resultado de dispersión se debe garantizar solo que la cantidad de aire fluya con una velocidad suficientemente grande, por lo que preferentemente está previsto el uso de aire comprimido que constituye al mismo tiempo la cantidad de aire. Una estructura especialmente compacta se puede implementar cuando el aire comprimido y el material se guía a través de una boquilla de sólido/aire. Correspondientemente, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que la dispersión se realice por medio de aire comprimido en una boquilla de sólido/aire, preferentemente con un difusor aguas abajo, que conecta con la cuba de horno.

65 Análogamente en una forma de realización preferida del dispositivo según la invención está previsto que el al menos un medio de suministro comprenda una boquilla de sólido/aire, a la que se le puede suministrar aire comprimido y el material no expandido, a fin de dispersar el material en la cantidad de aire. Es decir, la cantidad de aire se pone a

disposición en último término por medio de la boquilla y se inyecta en la cuba de horno. Además, en una forma de realización especialmente preferida del dispositivo según la invención está previsto que el dispositivo comprenda además un difusor, que está conectado después de la boquilla de sólido/aire y conecta con el extremo inferior de la cuba de horno. Para obtener a este respecto un resultado de dispersión especialmente bueno y posibilitar una

5 transición óptima del material dispersado en la cuba de horno, en una forma de realización especialmente preferida del dispositivo según la invención está previsto que el difusor con una sección transversal final libre radial conecte con el extremo inferior de la cuba de horno, que es igual a una sección transversal de entrada libre radial de la cuba de horno en su extremo inferior.

10 Gracias al flujo de aire se puede garantizar que no quede material expandido en la cuba de horno. Para ello es suficiente en general dimensionar la cantidad de aire teniendo en cuenta la sección transversal de la cuba de horno, de modo que se garantice que la arena dispersada en el flujo de aire, todavía no expandida no vuelva a caer de forma inestable precisamente contra el flujo de aire. Correspondientemente, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que la cantidad de aire se dimensione y alimente de modo que el

15 material alimentado en la cuba de horno no caiga hacia abajo contra el flujo de aire.

El calentamiento del aire y de los granos de arena en la cuba de horno, así como la expansión de los granos de arena formando microesferas provocan que los últimos no queden en la cuba de horno, sino que se descarguen junto con el aire fuera de la cuba de horno. Por ello, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que la descarga del material expandido se realice junto con el aire calentado en la cuba de

20 horno en un flujo de gas - material. La presencia de un flujo de gas - material no indica que el aire deba fluir a la misma velocidad que el material. En general el aire fluye más rápido de modo que está presente una velocidad relativa entre el gas y el material, donde esta velocidad relativa disminuye habitualmente a lo largo del recorrido de transporte, es decir, más abajo en la cuba de horno la velocidad relativa es habitualmente mayor que más arriba.

25 Para mejorar aún más el procedimiento según la invención, en el dimensionado descrito de la cantidad de aire se puede tener en cuenta además un flujo de capa límite que se configura de forma inevitable por sí mismo en una zona cerca de la pared interior de la cuba de horno con una cierta extensión radial. Correspondientemente, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que la cantidad de aire se dimensione y alimente de modo que, en un extremo superior de la cuba de horno, una velocidad promedio del flujo de aire se sitúa en un rango del 50 % al 95 % de una velocidad máxima de un flujo de capa límite, donde el flujo de capa límite se forma por el flujo de aire en la zona de una pared interior que limita radialmente la cuba de horno y presenta una elevada concentración de material respecto al flujo de aire restante y donde la velocidad promedio del flujo de aire resulta de la promediación de la velocidad del flujo de aire radialmente desde un centro radial de la cuba

30 de horno hasta la pared interior. Gracias a este diseño de la cantidad de aire o flujo de aire se puede excluir prácticamente completamente un pegado de los granos de arena en la pared interior. Otra ventaja de este diseño de la cantidad de aire o flujo de aire consiste en el tiempo de permanencia óptimo resultante del material en la cuba de horno, que evita una expansión demasiado temprana y el peligro de una sobreexpansión. Eventualmente, gracias a un ligero aumento de la cantidad de aire se puede desplazar la expansión en la dirección del final de la cuba de

35 horno, es decir, hacia arriba, a fin de minimizar aún más el peligro de la sobreexpansión.

Se menciona que la cuba de horno no debe estar formada sin falta con simetría en rotación y por tanto puede presentar un centro radial, el cual es un centro de la sección transversal libre de la cuba de horno transversalmente, preferentemente normalmente a la dirección de transporte. La pared interior que limita radialmente bordea esta

40 sección transversal libre.

Para facilitar el procesamiento posterior o manipulación del material expandido, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que al flujo de gas - material se le añada aire refrigerante para enfriar el material expandido. Esto simplifica p. ej. la separación sin problemas del material expandido en un filtro y/o el almacenamiento sin peligros del material expandido en un recipiente de acopio.

50

Análogamente, en una forma de realización preferida del dispositivo según la invención está previsto que esté previsto al menos un medio de suministro de aire refrigerante a fin de suministrar aire refrigerante a un flujo de gas - material que se escapa de la cuba de horno en el extremo superior para la refrigeración del material expandido. El al menos un medio de suministro de aire refrigerante comprende a este respecto típicamente una línea de alimentación para el aire refrigerante y una boquilla, en la que desemboca la línea de alimentación y con la que se inyecta el aire refrigerante en el flujo de gas - material.

55

Para poder procesar posteriormente el material o las microesferas expandidas, en particular envasar y/o almacenar, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que el material expandido se separe del flujo de gas - material por medio de un filtro.

60

Análogamente en una forma de realización preferida del dispositivo según la invención está previsto que esté previsto un filtro para separar el material expandido del flujo de gas - material que se escapa de la cuba de horno en el extremo superior.

65

5 En una forma de realización especialmente preferida del procedimiento según la invención está previsto que la separación se realice por medio del filtro, después de que el material expandido se haya enfriado a una temperatura de procesamiento, donde la temperatura de procesamiento es preferentemente menor o igual a 100 °C. Esto permite una estructura económica del filtro, dado que los requerimientos de los materiales del filtro se pueden disminuir con vistas a la resistencia al calor.

Análogamente, en una forma de realización especialmente preferida del dispositivo según la invención está previsto que el al menos un medio de suministro de aire refrigerante esté conectado delante del filtro.

10 En una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que después de la descarga se determina el tamaño y/o densidad de los granos de arena expandidos. Esto posibilita establecer y/o adaptar los parámetros de proceso - por ejemplo, la temperatura a la que se calienta o la cantidad alimentada de material y aire o la velocidad promedio del flujo de aire en la cuba de horno - en función del resultado de la medición de tamaño y densidad del material expandido. De esta manera se puede realizar una regulación, en particular automática, para garantizar la calidad deseada de las microesferas producidas.

15 Análogamente, en una forma de realización especialmente preferida del dispositivo según la invención está previsto que estén previstos medios para la determinación del tamaño y/o densidad de los granos de arena expandidos. En el mercado están disponibles básicamente sensores correspondientes, p. ej. para la determinación óptica de tamaño y densidad.

20 En particular, de esta manera se puede garantizar el tamaño deseado de las microesferas generadas, donde como microesferas se entienden típicamente granos de arena expandidos con un diámetro menor o igual a 150 µm. Correspondientemente, en una forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que los granos de arena expandidos presenten un diámetro promedio menor o igual a 150 µm, preferiblemente menor o igual a 100 µm, de forma especialmente preferida menor o igual a 75 µm.

25 Se puede reconocer que para la regulación o ajuste de los parámetros de proceso también se pueden realizar adicional o alternativamente todavía otras mediciones de control. P. ej. con los sensores ópticos se puede realizar una inspección óptica automatizada de la calidad superficial de las microesferas generadas, en la que se constata si estas están abiertas o cerradas.

Breve descripción de las figuras

35 La invención se explica ahora más en detalle mediante un ejemplo de realización. Los dibujos son a modo de ejemplo y deben exponer las ideas de la invención, pero de ningún modo limitarlas o reproducirlas de forma concluyente.

40 En este caso, muestran:

la figura 1, una representación esquemática de un dispositivo según la invención en un esquema de flujo del procedimiento según la invención,

45 la figura 2, un diagrama de una distribución de velocidad de un flujo de aire en una cuba de horno según la línea de corte A-A en la figura 1.

Modos de realización de la invención

50 La figura 1 muestra una representación esquemática de un dispositivo según la invención, con el que se puede realizar un procedimiento según la invención para la fabricación de microesferas expandidas 29 o de granulado expandido 29. El material de partida para las microesferas expandidas 29 es un material arenoso o en forma de barra con un agente expansor. En el ejemplo de realización mostrado, la arena de perlita 1 se adopta como el material, donde en la perlita está ligada agua que hace de agente expansor en el proceso de expansión.

55 Para la realización del proceso de expansión, el dispositivo según la invención comprende un horno 2 con una cuba de horno 3, que se extiende desde abajo hacia arriba perpendicularmente desde un extremo inferior 19 hacia un extremo superior 18. Entre los extremos 19, 18 discurre un recorrido de transporte 4, que está indicado en la figura 1 mediante una línea a trazos. Esta línea marca simultáneamente un centro radial 17 de la cuba de horno 3. En el horno 2 están previstas varias zonas de calentamiento 5 dispuestas unas tras otras, vistas una sobre otra o en una dirección de transporte 32, a través de las que pasa el recorrido de transporte 4. Cada zona de calentamiento 5 está provista con al menos un elemento calefactor 6 controlable independientemente, que puede ser p. ej. un elemento calefactor eléctrico 6. Por medio de los elementos calefactores 6 se puede llevar la arena de perlita 1 en el horno 2 o cuba de horno 3 a una temperatura crítica, a la que las superficies de los granos de arena de perlita 1 se vuelven plásticas y los granos de arena de perlita 1 se expanden debido al agente expansor - aquí vapor de agua.

65 Según la invención la arena de perlita 1 se alimenta junto con una cantidad de aire en el extremo inferior 19 en el

horno 2 o cuba de horno 3 y se sopla en la dirección del extremo superior 18, es decir, de abajo hacia arriba. Para esta inyección está prevista la boquilla de sólido/aire 10. A esta se le suministra, por un lado, la arena de perlita 1, que está guardada en un recipiente de arena fina 7, a través de un tornillo sin fin de dosificación 8. Por otro lado, a la boquilla de sólido/aire 10 se le suministra aire comprimido 30. La boquilla de sólido/aire 10 garantiza que se configure un flujo de aire 14 que fluye desde abajo hacia arriba, por medio del que la arena de perlita 1 se transporta desde abajo hacia arriba a lo largo del recorrido de transporte 4 en la dirección de transporte 32. Mediante el transporte de abajo hacia arriba se impide que las fuerzas ascensionales originadas conduzcan a que el tiempo de permanencia de la arena de perlita 1 o del granulado expandido 29 en la cuba de horno 3 se aumente de forma incontrolada. Simultáneamente se puede garantizar que la expansión se realice primeramente en la mitad superior, preferentemente en el tercio superior, de la cuba de horno 3 o del recorrido de transporte 4, por lo que se puede evitar un pegado de la arena de perlita 1 o del granulado expandido 29 en una pared interior 16 de la cuba de horno 3, así como un pegado de granos individuales de la arena de perlita 1 o del granulado expandido 29 entre sí.

Típicamente la arena de perlita 1 tiene aprox. 780 °C directamente antes de su expansión. Dado que en el proceso de expansión, en el que se dilatan los granos de arena de perlita 1, se trata de un proceso isoentálpico, la arena de perlita 1 se enfría durante la expansión, típicamente a aprox. 590 °C, lo que también se designa como caída de temperatura. Según el material la caída de temperatura es de al menos 20 °C, preferentemente al menos 100 °C. Una detección de la caída de temperatura o la detección de la posición en la que se produce la caída de temperatura en la cuba de horno 3 posibilita poder regular los elementos calefactores 6 de forma dirigida a lo largo del recorrido de transporte restante 4, a fin de influir en particular en la estructura superficial o las propiedades superficiales del granulado expandido 29.

Correspondientemente, a lo largo del recorrido de transporte 4 está prevista una pluralidad de posiciones 9 para una medición de temperatura, a fin de poder determinar la posición de la caída de temperatura. A este respecto, en el presente ejemplo de realización no tiene lugar una medición de temperatura absoluta, sino que se determina el consumo de potencia de los elementos calefactores 6 o se determina como se modifica este consumo de potencia a lo largo del recorrido de transporte 4. Directamente después del proceso de expansión y la caída de temperatura acompañante, la diferencia de temperatura entre el granulado expandido 29 y los elementos calefactores 6 es claramente mayor que entre la arena de perlita 1 y los elementos calefactores 6 directamente antes del proceso de expansión. Correspondientemente también aumenta el flujo de calor. Es decir, la modificación constatada del flujo de calor o del consumo de potencia de los elementos calefactores 6 de una zona de calentamiento 5 a la siguiente es un aumento, mientras que debido al calentamiento sucesivo de la arena de perlita 1 antes del proceso de expansión la modificación del consumo de potencia a lo largo del recorrido de transporte 4 es una reducción.

Para la regulación, en particular para la regulación a lo largo del recorrido de transporte restante 4 después de la caída de temperatura, los elementos calefactores 6 están conectados con una unidad de regulación y control (no representada), de modo que se puede impedir o posibilitar de forma dirigida un aumento de la temperatura del material a lo largo del recorrido de transporte restante 4 a o sobre la temperatura crítica.

Las microesferas 29 generadas de esta manera tienen un diámetro menor o igual a 150 µm. Para obtener realmente microesferas 29 individuales en el producto final y no partículas demasiado grandes en forma de aglomerados de microesferas 29, se debe impedir que la arena de perlita 1 situada en la cuba de horno forme aglomerados que se expandan luego formando aglomerados correspondientes de microesferas 29. Una aglomeración de la arena de perlita 1 se favorece mediante la humedad. Por ello la arena de perlita 1 se prepara antes de que llegue al recipiente de arena fina 7, donde la preparación contiene un proceso de secado. No obstante, dado que incluso en el estado seco apenas es posible un transporte de la arena de perlita 1 en polvo fino sin formación de aglomerados, la arena de perlita 1 se dispersa en la cantidad de aire con la que se alimenta en la cuba de horno 3.

La dispersión se produce por medio de la boquilla de sólido/aire 10 en el ejemplo de realización mostrado. Adicionalmente está previsto un difusor 11 que conecta, por un lado, con la boquilla de sólido/aire 10 y, por otro lado, con el extremo inferior 19 de la cuba de horno 3. El difusor 11 presenta una sección transversal radial libre, que se ensancha visto en la dirección de transporte 32 hacia una sección transversal final radial 22. A este respecto, la sección transversal final radial 22 es igual o mayor que una sección transversal de entrada radial 23 de la cuba de horno 3 en el extremo inferior 19, lo que posibilita una transición óptima de la arena de perlita dispersada 1 del difusor 11 a la cuba de horno 3.

Después del proceso de expansión, el granulado expandido 29 se descarga junto con el aire calentado en la cuba de horno 3 en el extremo superior 18 de la cuba de horno 3 tras el paso de una sección final 24 de la cuba de horno 3. Es decir, las microesferas 29 están presentes en un flujo de gas - material 12.

A través de una línea de alimentación 25, se le añade aire refrigerante al flujo de gas - material 12, después de que este se ha descargado de la cuba de horno 3. De este modo se enfría el granulado expandido 29, preferentemente a una temperatura de procesamiento menor o igual a 100 °C, lo que facilita una manipulación posterior del granulado expandido 29, en particular durante su procesamiento posterior.

El flujo de gas - material 12 se le suministra a un dispositivo de medición del tamaño de partículas 20, para

determinar el tamaño de las microesferas 29.

5 A continuación, el flujo de gas - material 12 se le suministra a un filtro 13, para separar el granulado expandido 29 del flujo de gas - material 12. Un aire de escape 28 purificado por el filtro 13 se entrega a la atmósfera a través de un ventilador 27 aguas abajo del filtro 13.

10 El granulado expandido 29 separado en cambio se le suministra a través de una válvula rotativa 26 aguas abajo del filtro 13 en primer lugar a un dispositivo de medición de densidad 21, en el que la densidad del granulado expandido 29 se determina antes de que se conduzca a un silo 31.

Tanto como dispositivo de medición del tamaño de partículas 20, como también como dispositivo de medición de densidad 21 se pueden usar dispositivos conocidos en sí, que trabajan, por ejemplo, a base de sensores ópticos.

15 La determinación del tamaño de partícula y de la densidad del granulado expandido 29 permite ajustar los parámetros de proceso, como p. ej. la temperatura o distribución de temperatura en la cuba de horno 3 o a lo largo del recorrido de transporte 4 o la cantidad alimentada de arena de perlita 1 o la cantidad alimentada de aire, en función de los resultados de medición de los dispositivos de medición 20, 21. En particular, por consiguiente se puede realizar una regulación automática, para ajustar la calidad deseada, en particular el tamaño y densidad deseados de las microesferas 29. Por ejemplo, la unidad de regulación y control (no representada) se puede prever para procesar los resultados de medición de los dispositivos de medición 20, 21 y regular correspondientemente los parámetros de proceso.

25 Entre los parámetros de proceso también se cuentan la velocidad v del flujo de aire 14 en la cuba de horno 3. A este respecto se debe tener en cuenta que en una zona cerca de la pared interior 16 se configura un flujo de capa límite 15 del flujo de aire 14, flujo de capa límite 15 que presenta una cierta dilatación radial. El flujo de capa límite 15 se destaca a este respecto porque en este está presente una concentración elevada de arena de perlita 1 o microesferas 29 respecto al flujo de aire restante 14.

30 La figura 2 ilustra las relaciones de flujo a lo largo de una sección radial a través de la cuba de horno 3 según la línea de corte A-A en la figura 1. Se puede reconocer que la velocidad v en el flujo de capa límite 15 de la pared interior 16 en la dirección hacia el centro radial 17 aumenta en primer lugar claramente hasta una velocidad máxima $v_{b,max}$ del flujo de capa límite 15 (caracterizado en la figura 2 mediante la flecha de puntos y trazos). Además, hacia el centro radial 17 no aumenta la velocidad v o, según está representado en la figura 2, solo más ligeramente. Si se promedia la velocidad v desde el centro radial 17 hasta la pared interior 16, entonces se produce una velocidad promedio v_a , que está simbolizada en la figura 2 por una flecha gruesa. En costosos ensayos se ha mostrado que se excluye prácticamente completamente un pegado de la arena de perlita 1 o de las microesferas 29 en la pared interior 16, cuando el flujo de aire 14 está diseñado o ajustado de modo que en el extremo superior 18 de la cuba de horno 3 se sitúa la velocidad promedio v_a en un rango del 50 % al 95 % de la $v_{b,max}$. En el ejemplo de realización representado v_a es aproximadamente el 90 % de la $v_{b,max}$.

40 El flujo de aire 14 se puede ajustar a este respecto mediante la elección o diseño apropiados de la boquilla de sólido/aire 10 y/o mediante elección de una presión apropiada del aire comprimido 30. Lo último se puede realizar básicamente igualmente de forma automatizada por medio de la unidad de regulación y control (no representada).

45 Lista de referencias

- | | |
|----|------------------------------------------|
| 1 | Arena de perlita |
| 2 | Horno |
| 3 | Cuba de horno |
| 4 | Recorrido de transporte |
| 5 | Zona de calentamiento |
| 6 | Elemento calefactor |
| 7 | Recipiente de arena fina |
| 8 | Tornillo sin fin de dosificación |
| 9 | Posición para la medición de temperatura |
| 10 | Boquilla de sólido/aire |
| 11 | Difusor |
| 12 | Flujo de gas - material |
| 13 | Filtro |

ES 2 769 748 T3

14	Flujo de aire
15	Flujo de capa límite
16	Pared interior
17	Centro radial de la cuba de horno
18	Extremo superior de la cuba de horno
19	Extremo inferior de la cuba de horno
20	Dispositivo de medición de tamaño de partículas
21	Dispositivo de medición de densidad
22	Sección transversal final radial del difusor
23	Sección transversal de entrada radial de la cuba de horno en su extremo inferior
24	Sección final de la cuba de horno
25	Línea de alimentación de aire refrigerante
26	Válvula rotativa
27	Ventilador
28	Aire de salida purificado
29	Granulado expandido / microesferas
30	Aire comprimido
31	Silo
32	Dirección de transporte
V	Velocidad del flujo de aire
v_a	Velocidad promedio del flujo de aire
$v_{b,max}$	Velocidad máxima del flujo de capa límite

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un granulado expandido (29) de material mineral en forma de granos de arena (1) con un agente expansor, por ejemplo un granulado expandido de arena de perlita (1) u obsidiana; donde el material (1) se alimenta en un horno (2) esencialmente vertical; donde el material (1) se transporta en una cuba de horno (3) del horno (2) a lo largo de un recorrido de transporte (4) a través de varias zonas de calentamiento (5) dispuestas separadas unas de otras verticalmente, donde cada zona de calentamiento (5) se puede calentar con al menos un elemento calefactor (6) controlable de forma independiente; donde el material (1) se calienta a este respecto a una temperatura crítica, a la que las superficies de los granos de arena (1) se vuelven plásticas y los granos de arena (1) se expanden debido al agente expansor; donde el material expandido (29) se descarga del horno (2); caracterizado porque la alimentación del material (1) se realiza desde abajo junto con una cantidad de aire, donde el material (1) se transporta desde abajo hacia arriba a lo largo del recorrido de transporte (4) por medio de la cantidad de aire, que fluye desde abajo hacia arriba en la cuba de horno (3) y que configura un flujo de aire (14), y donde la expansión de los granos de arena (1) se realiza en la mitad superior, preferentemente en el tercio superior, del recorrido de transporte (4).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, en el caso de detección de una primera reducción de la temperatura del material (1) entre dos posiciones sucesivas (9) a lo largo del recorrido de transporte (4), se regulan los elementos calefactores (6) a lo largo del recorrido de transporte restante (4) en función de la temperatura crítica, a fin de impedir o posibilitar de forma dirigida un aumento de la temperatura del material a lo largo del recorrido de transporte restante (4) a o por encima de la temperatura crítica.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque la modificación de temperatura del material (1) a lo largo del recorrido de transporte (4) se mide indirectamente mediante la determinación de un consumo de potencia de los elementos calefactores (6).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el material (1) se dispersa en la cantidad de aire, preferentemente antes de que el material (1) entre en la cuba de horno (3).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la dispersión se realiza por medio de aire comprimido (30) en una boquilla de sólido/aire (10), preferentemente con un difusor (11) aguas abajo, que conecta con la cuba de horno (3).
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la descarga del material expandido (29) se realiza junto con el aire calentado en la cuba de horno (3) en un flujo de gas-material (12).
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque al flujo de gas-material (12) se le añade aire refrigerante para enfriar el material expandido (29).
8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado porque el material expandido (29) se separa del flujo de gas-material (12) por medio de un filtro (13).
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque la separación por medio del filtro (13) se realiza después de que el material expandido (29) se ha enfriado a una temperatura de procesamiento, donde la temperatura de procesamiento es preferentemente menor o igual a 100 °C.
10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la cantidad de aire se dimensiona y alimenta de modo que el material alimentado (1) en la cuba de horno (3) no cae hacia abajo contra el flujo de aire (14).
11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la cantidad de aire se dimensiona y alimenta de modo que, en un extremo superior (18) de la cuba de horno (3), una velocidad promedio (v_a) del flujo de aire (14) se sitúa en un rango del 50 % al 95 % de una velocidad máxima ($v_{b,max}$) de un flujo de capa límite (15), donde el flujo de capa límite (15) se forma por el flujo de aire (14) en la zona de una pared interior (16) que limita radialmente la cuba de horno (3) y presenta una elevada concentración de material (1) respecto al flujo de aire (14) restante y donde la velocidad promedio (v_a) del flujo de aire (14) resulta de la promediación de la velocidad (v) del flujo de aire (14) radialmente desde un centro radial (17) de la cuba de horno (3) hasta la pared interior (16).
12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque se determina el tamaño y/o densidad de los granos de arena expandidos (29) y porque los parámetros de proceso se adaptan en función del tamaño y/o densidad de los granos de arena expandidos (29), de modo que los granos de arena expandidos (29) presentan un diámetro promedio menor o igual a 150 μm , preferiblemente menor o igual a 100 μm , de forma especialmente preferida menor o igual a 75 μm .
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque después de la descarga se determina el tamaño y/o densidad de los granos de arena expandidos (29).

14. Dispositivo para la fabricación de un granulado expandido (29) de un material en forma de granos de arena (1), que comprende un horno (2) esencialmente vertical con una cuba de horno (3), que presenta un extremo superior (18) y un extremo inferior (19), donde entre los dos extremos (18, 19) discurre un recorrido de transporte (4), que
 5 pasa a través de varias zonas de calentamiento (5) dispuestas por separado verticalmente entre sí, donde las zonas de calentamiento (5) presentan respectivamente al menos un elemento calefactor (6) controlable independientemente entre sí, para calentar el material (1) a una temperatura crítica y expandir los granos de arena (1), caracterizado porque está previsto al menos un medio de suministro (10), para inyectar el material no expandido (1) en la cuba de horno (3) junto con una cantidad de aire en el extremo inferior (19) de la cuba de horno (3) en la
 10 dirección del extremo superior (18) de la cuba de horno (3), de modo que la cantidad de aire configura un flujo de aire (14) que fluye desde abajo hacia arriba, por medio del que el material (1) se transporta desde abajo hacia arriba a lo largo del recorrido de transporte (4), para expandirse en la mitad superior, preferentemente en el tercio superior, del recorrido de transporte (4).
- 15 15. Dispositivo según la reivindicación 14, caracterizado porque están previstos medios de medición de temperatura del material para la medición directa y/o indirecta de la temperatura y/o de la modificación de temperatura del material (1), así como una unidad de regulación y control, que está conectada con los medios de medición de temperatura del material y con los elementos calefactores (6) de las zonas de calentamiento (5), a fin de detectar una primera reducción de la temperatura del material (1), preferiblemente de al menos 20 °C, entre dos posiciones
 20 sucesivas (9) a lo largo del recorrido de transporte (4), y porque los elementos calefactores (6) se pueden regular mediante la unidad de regulación y control en función de la temperatura crítica, a fin de impedir o posibilitar de forma dirigida un aumento de la temperatura del material a lo largo del recorrido de transporte restante (4) a o sobre la temperatura crítica.
- 25 16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 15, caracterizado porque el al menos un medio de suministro comprende una boquilla de sólido/aire (10), a la que se le puede suministrar aire comprimido (30) y el material no expandido (1), a fin de dispersar el material (1) en la cantidad de aire.
- 30 17. Dispositivo según la reivindicación 16, caracterizado porque el dispositivo comprende además un difusor (11), que está conectado después de la boquilla de sólido/aire (10) y conecta con el extremo inferior (19) de la cuba de horno (3).
- 35 18. Dispositivo según la reivindicación 17, caracterizado porque el difusor (11) conecta con el extremo inferior de la cuba de horno (3) gracias a una sección transversal final libre radial (22), que es igual a una sección transversal de entrada libre radial (23) de la cuba de horno (3) en su extremo inferior (19).
- 40 19. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 18, caracterizado porque está previsto un filtro (13), para separar el material expandido (1) de un flujo de gas-material (12) que se escapa de la cuba de horno (3) en el extremo superior (18).
- 45 20. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 19, caracterizado porque está previsto al menos un medio de suministro de aire refrigerante (25), para suministrarle aire refrigerante a un flujo de gas-material (12) que se escapa de la cuba de horno (3) en el extremo superior (18) para la refrigeración del material expandido (1).
21. Dispositivo según la reivindicación 20, si depende de la reivindicación 19, caracterizado porque el al menos un medio de suministro de aire refrigerante (25) está conectado antes del filtro (13).
22. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 14 a 21, caracterizado porque están previstos medios (20, 21) para la determinación del tamaño y/o de la densidad de los granos de arena expandidos (29).

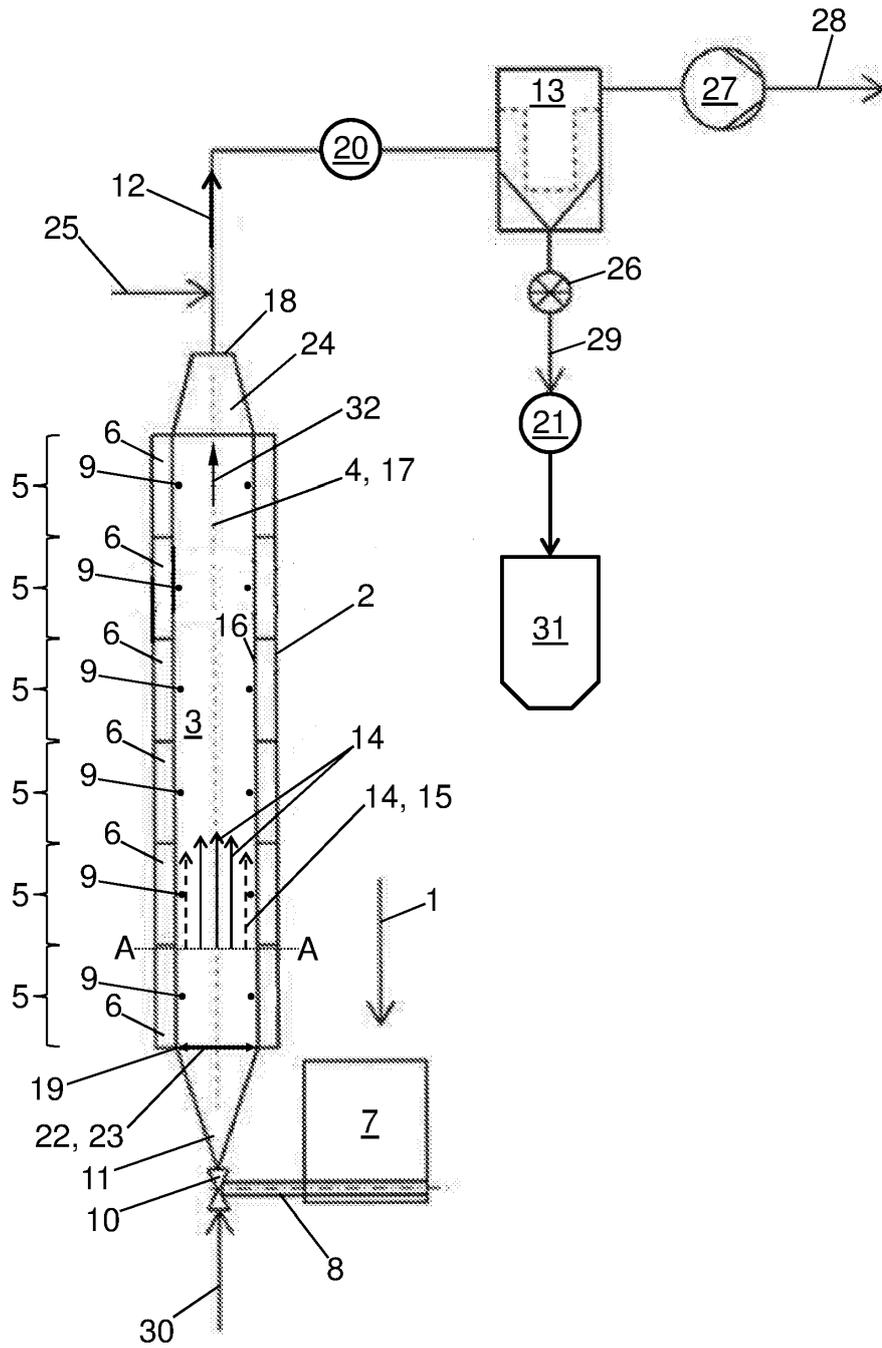


Fig. 1

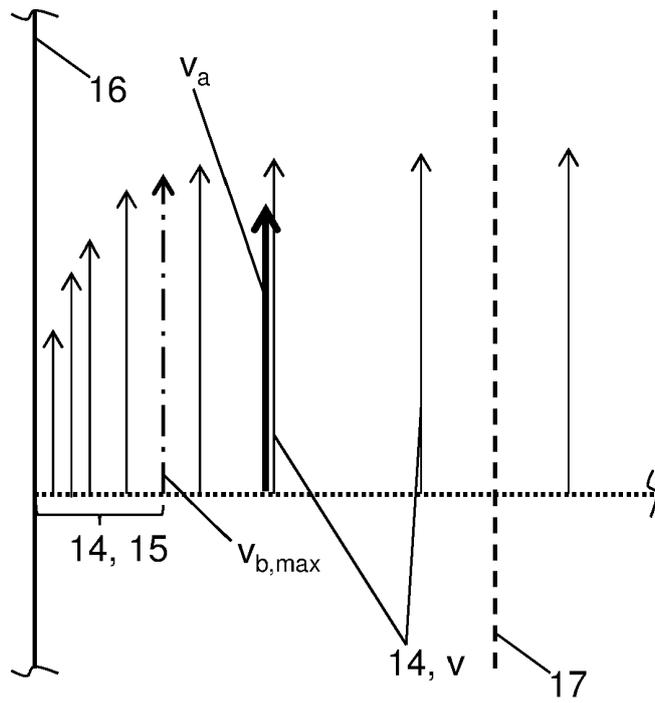


Fig. 2