

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 357**

51 Int. Cl.:

C03B 7/092 (2006.01)
C03B 5/187 (2006.01)
C03B 5/173 (2006.01)
B01F 27/072 (2012.01)
B01F 27/1121 (2012.01)
B01F 27/42 (2012.01)
B01F 27/50 (2012.01)
B01F 27/85 (2012.01)
B01F 27/90 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.02.2014 PCT/FR2014/050341**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14128402**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2014 E 14713157 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2024 EP 2958862**

54 Título: **Procedimiento para fabricar un vidrio con mezclado de una corriente de vidrio fundido y dispositivo**

30 Prioridad:

19.02.2013 FR 1351407

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2024

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE (100.0%)
Tour Saint-Gobain, 12 place de l'Iris
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**FLESSELLES, JEAN-MARC;
GOUILLART, EMMANUELLE;
JEFFROY, MARIE y
PIGEONNEAU, FRANCK**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 989 357 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para fabricar un vidrio con mezclado de una corriente de vidrio fundido y dispositivo

5 La presente invención se refiere a un método para producir un vidrio y, más particularmente, a una etapa para mezclar los constituyentes de una corriente de vidrio fundido.

Dicha etapa de mezclado se lleva a cabo generalmente para homogeneizar la composición de una corriente de vidrio fundido en toda la sección de dicha corriente, antes de su conformación.

10 Tal mezclado se puede realizar, por ejemplo, al salir del horno justo antes de que la corriente de vidrio fundido se descargue en un baño de líquido (método de "flotación") para la producción de vidrio plano.

15 Dicho mezclado también se puede realizar, por ejemplo, justo antes de que la corriente de vidrio fundido se divida en pequeñas porciones para la producción de frascos o botellas.

Se conoce la realización de procedimientos de mezclado mediante el uso de pocillos o celdas de mezclado.

20 La solicitud de patente internacional n.º WO 2004/078664 propone utilizar una celda de mezclado que puede ser un compartimento de conformación que es aproximadamente cuadrado o rectangular (visto desde arriba) y que está dotado de agitadores que tienen un rendimiento suficientemente alto como para proporcionar una homogeneización eficiente. La dimensión de dicha celda y el número de agitadores dependen del estiramiento. Su temperatura de funcionamiento está generalmente entre 1100 °C y 1350 °C, especialmente alrededor de 1200 °C.

25 El documento US3236618 describe un dispositivo de agitación con paletas horizontales que desplaza el vidrio tanto horizontal como verticalmente.

30 El documento GB1229433 enseña un dispositivo para mezclar vidrio fundido con arena por medio de dos agitadores, cuyos ejes están alineados en la dirección de la corriente de material. Como resultado de dicha configuración, hay grandes zonas no agitadas a ambos lados del agitador, pero se mueven con mucha fuerza más cerca de las paredes para forzar a la mezcla a moverse hacia la zona agitada.

35 Se conoce el uso de un mezclador que hace circular el vidrio a través de un pocillo en el que están dispuestas las paletas de agitación, que a su vez se accionan de manera rotatoria, y que se coloca entre el canal de salida del horno situado aguas arriba y el borde de escorrentía que descarga la corriente de vidrio fundido aguas abajo. Dicha solución da muy buenos resultados, pero es muy costosa de producir y mantener y es muy compleja de implementar y utilizar.

40 En los sistemas y canales de alimentación, los agitadores pueden ser notablemente verticales y comprender varios niveles de paletas inclinadas, con un agitador en un sentido y el otro en el sentido opuesto para lograr un mezclado tanto vertical como horizontal. Dichos agitadores se accionan juntos de manera rotatoria y pueden fabricarse, por ejemplo, de rodio-platino, de una aleación metálica refractaria o de cerámica estructural (alúmina, circonio-mullita, mullita, etc.).

45 Los agitadores que se utilizan actualmente de manera industrial en los canales o alimentadores para la producción de vidrio sólo realizan un mezclado parcial, lo que a menudo no es suficiente para erradicar ciertos defectos químicos en el vidrio en la corriente aguas abajo a la agitación. Dicho problema es muy grande para el denominado vidrio "electrónico" utilizado en la industria electrónica, especialmente para pantallas de visualización o incluso para paneles fotovoltaicos.

50 La presente invención pretende remediar las desventajas de la técnica anterior proponiendo un método y un dispositivo que permitan mezclar una corriente de vidrio fundido de una manera simple, muy eficiente y no costosa de implementar, especialmente para la implementación en los sistemas de alimentación y los canales.

55 Por tanto, el objeto de la invención es, en su sentido más amplio, un método para producir un vidrio que comprende la realización de una corriente de vidrio fundido que fluye a lo largo de un eje central y el mezclado de dicha corriente, realizándose dicho mezclado accionando de manera giratoria n árboles, siendo n un número entero igual o superior a dos, teniendo cada uno un eje posicionado a un ángulo de entre 0° y 30° inclusive con respecto a una vertical en la dirección del eje central de dicha corriente, estando dos árboles adyacentes separados por una distancia D con sus ejes paralelos y estando cada uno de dichos dos árboles adyacentes conectado a al menos un vástago que está situado al menos en parte en dicha corriente y teniendo cada uno de dichos vástagos un eje que es paralelo al eje del árbol al que está conectado.

65 Además, al menos para dichos dos ejes adyacentes, la distancia entre al menos un vástago y el árbol al que está conectado es superior o igual a $9/20$ de la distancia entre dichos dos árboles, y dichos dos árboles adyacentes se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos árboles adyacentes está a la izquierda y el otro a la derecha, accionándose

el árbol de la izquierda en sentido contrario a las agujas del reloj y accionándose el árbol de la derecha en el sentido de las agujas del reloj. En particular, el mezclado de la corriente se realiza en planos horizontales, siendo la tasa de estiramiento media en el plano horizontal al menos 10 veces superior a la tasa de estiramiento vertical media.

5 Por lo tanto, como resultado de elegir el sentido de rotación opuesto, el efecto de la rotación de los vástagos es aumentar la velocidad de la corriente en una zona de superposición que está situada entre dichos dos árboles.

Al menos para dos árboles adyacentes, la distancia entre al menos un vástago y el árbol al que está conectado es, de una manera preferida, superior o igual a la mitad de la distancia entre los ejes de dichos dos árboles, o incluso es superior a la mitad de la distancia entre los ejes de dichos dos árboles para mejorar la eficiencia del mezclado.

10 Por tanto, el principio de la invención se basa en el uso de varios vástagos que estiran el fluido lo suficiente como para reducir las inhomogeneidades residuales por difusión molecular. Los mezcladores denominados "caóticos" realizan dicho procedimiento de manera eficiente e incluso, en cierto sentido, de manera óptima. La conexión con la teoría del caos reside en la intersección entre las trayectorias de las partículas de fluido, lo que da como resultado un estiramiento exponencial en cuanto al tiempo. Dicha teoría proporciona elementos para cuantificar la eficiencia y la calidad del mezclado.

20 Para que los vástagos que se sumergen en el vidrio fundido se mezclen de manera caótica, es necesario, en particular, que las trayectorias de los vástagos se crucen para que los filamentos de fluido puedan estirarse sucesivamente por los diferentes vástagos, pero retroceder igualmente hacia atrás. Esto es esencial para obtener el efecto multiplicativo que, por lo tanto, hace que el mezclado sea más eficiente.

25 Para que los vástagos atrapen y estiren todos los elementos del fluido y, por lo tanto, homogeneicen el fluido correctamente en forma fina, la velocidad de rotación debe adaptarse al flujo; cuanto más se incrementa el flujo de la corriente de vidrio fundido, más se debe aumentar la velocidad de rotación de los vástagos.

30 En una primera variante del método según la invención, para dichos dos árboles adyacentes, uno de dichos árboles está conectado a al menos un vástago que está situado al menos en parte en dicha corriente y el otro árbol está conectado al menos a dos vástagos que están situados, cada uno, al menos en parte en dicha corriente.

35 En una variante secundaria de dicha primera variante, para dichos dos árboles adyacentes, uno de dichos árboles está conectado a al menos dos vástagos que están situados al menos en parte en dicha corriente y el otro árbol está conectado al menos a dos vástagos que están situados, cada uno, al menos en parte en dicha corriente.

40 En una segunda variante de realización del método según la invención, que es independiente de la primera, cuatro árboles adyacentes se accionan de manera rotatoria y cada uno de dichos árboles está conectado a un único vástago, accionándose dos árboles adyacentes de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos ejes adyacentes está a la izquierda y que el otro está a la derecha, el árbol de la izquierda se acciona en sentido contrario a las agujas del reloj y el árbol de la derecha se acciona en el sentido de las agujas del reloj.

45 En particular, es preferible que dichos dos árboles adyacentes, que se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, se accionen de manera rotatoria a la misma velocidad durante el mezclado con un desfase inicial que es

- o bien de 0° con dos árboles que comprenden, cada uno, un único vástago,
- o bien de $180^\circ/x$ con respecto al árbol adyacente, siendo x el número (número integral) de vástagos del árbol al que está conectado el mayor número de vástagos entre los dos árboles adyacentes considerados y $x \geq 2$.

55 Obviamente, las rotaciones de los vástagos (trayectoria y sentido) son tales que nunca hay ningún impacto entre dos vástagos cuando se implementa la invención, ya que un impacto de este tipo, repetido, generaría un desgaste prematuro de los vástagos en cuestión.

De manera preferida, los ejes de dichos dos árboles adyacentes que se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí están situados en un plano que es perpendicular a la dirección del eje central de la corriente.

60 De manera adicionalmente preferida, dichos dos árboles adyacentes, que se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, están dispuestos a una distancia igual del eje longitudinal central de la corriente para mejorar aún más el mezclado y, en particular, la homogeneidad transversalmente con respecto a dicha corriente.

65 De una manera adicionalmente preferida, para optimizar la eficiencia del mezclado, la velocidad de rotación de los árboles es de entre 1 y 20 revoluciones por minuto, incluidos dichos valores, para una velocidad de flujo aguas arriba del mezclado de entre 0,1 y 5,0 mm/s, incluidos dichos valores.

El flujo tiene un número de estiramiento n_b que es al menos igual a 20 y, en particular, es superior o igual a 35 (y notablemente es inferior o igual a 1000), siendo dicho número de estiramiento $n_b = L / (UT)$, con:

- L, que es una longitud a lo largo del eje de la corriente a lo largo del cual se lleva a cabo el mezclado, en mm,
- U, que es la velocidad media del fluido a lo largo de dicha longitud, en mm/s, y
- T, que es el periodo de rotación de dichos árboles que se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí y que tiene un valor de $60/V$, donde V es la velocidad de rotación de dichos árboles en revoluciones/minuto.

En una variante, la distancia entre los vástagos y el árbol al que están conectados dichos vástagos es idéntica durante el mezclado para preservar la simplicidad de la operación.

En otra variante, al menos un árbol y, de manera preferida, todos los árboles, se sumergen en dicha corriente, de manera preferida, dicho árbol o dichos árboles que se sumergen en dicha corriente tienen en la parte de los mismos que se sumerge en dicha corriente una forma que es asimétrica con respecto al eje del árbol y, de una manera adicionalmente preferida, al menos un tornillo o al menos una paleta que gira en dicha corriente para reducir el efecto de "zona muerta", con un mezclado débil, perpendicular a los árboles.

La presente invención también se refiere a un dispositivo para producir un vidrio, en particular para implementar el método según la invención, que comprende un horno que genera una corriente de vidrio fundido y un agitador para mezclar dicha corriente, comprendiendo dicho dispositivo n árboles accionados de manera rotatoria, siendo n un número entero igual o superior a dos, teniendo cada uno un eje posicionado a un ángulo de entre 0° y 30° inclusive con respecto a una vertical en la dirección del eje central de dicha corriente, estando dos árboles adyacentes separados por una distancia D con sus ejes paralelos y estando cada uno de dichos dos árboles adyacentes conectado a al menos un vástago que está situado al menos en parte en dicha corriente y teniendo cada uno de dichos vástagos un eje que es paralelo al eje del árbol al que está conectado, para dichos dos ejes adyacentes al menos, la distancia entre el eje de un vástago y el árbol al que está conectado es superior o igual a $9/20$ de la distancia entre dichos dos ejes, y dichos dos árboles adyacentes se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos árboles adyacentes está a la izquierda y el otro a la derecha, accionándose el árbol de la izquierda en sentido contrario a las agujas del reloj y accionándose el árbol de la derecha en el sentido de las agujas del reloj, realizándose el mezclado de la corriente en planos horizontales, siendo la tasa de estiramiento media en el plano horizontal al menos 10 veces superior a la tasa de estiramiento vertical media.

En una primera variante del dispositivo según la invención, para dichos dos árboles adyacentes, uno de dichos árboles está conectado a al menos un vástago que está situado al menos en parte en dicha corriente y el otro árbol está conectado al menos a dos vástagos que están situados, cada uno, al menos en parte en dicha corriente.

En una variante secundaria de dicha primera variante, para dichos dos árboles adyacentes, uno de dichos árboles está conectado a al menos dos vástagos que están situados al menos en parte en dicha corriente y el otro árbol está conectado al menos a dos vástagos que están situados, cada uno, al menos en parte en dicha corriente.

En una segunda variante de realización del método según la invención, que es independiente de la primera, cuatro árboles adyacentes se accionan de manera rotatoria y cada uno de dichos árboles está conectado a un único vástago, accionándose dos árboles adyacentes de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos ejes adyacentes está a la izquierda y que el otro está a la derecha, el árbol de la izquierda se acciona en sentido contrario a las agujas del reloj y el árbol de la derecha se acciona en el sentido de las agujas del reloj.

De una manera preferida también para dicho dispositivo, para dichos dos árboles adyacentes al menos, la distancia entre el eje de un vástago y el árbol al que está conectado es superior o igual a la mitad de la distancia entre los ejes de dichos dos árboles, o incluso es superior a la mitad de la distancia entre los ejes de dichos dos árboles.

Además, de manera preferida, dos árboles adyacentes que se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí están dispuestos a una distancia igual del eje longitudinal central de la corriente para mejorar aún más el mezclado.

En una variante específica, al menos un vástago, y de una manera preferida cada vástago, tiene una superficie lisa, sin ningún medio mecánico adicional para mezclar. Esto significa que el vástago no tiene un perfil particular tipo tornillo o no tiene paletas horizontales. Por lo tanto, el vástago tiene la forma de un cilindro, cuya sección transversal es constante, siendo de manera preferida dicha sección de tipo circular pero no necesariamente circular. De manera sorprendente, se ha observado que era posible proporcionar medios de mezclado mecánicos adicionales en la superficie de los vástagos que se sumergen en la corriente, pero que esto apenas mejora el mezclado muy bueno ya obtenido con los vástagos de superficie lisa; además, tales vástagos lisos son más fáciles de producir y son menos costosos; además, son menos frágiles y su desgaste es más uniforme, por lo que es más fácil de controlar.

En una variante bastante específica, al menos un vástago, y de una manera preferida cada vástago, tiene una sección circular que, de una manera preferida, es idéntica a lo largo de todo el vástago, con un diámetro preferido de entre 20 y 150 mm inclusive, o incluso de entre 40 y 100 mm inclusive.

Los vástagos pueden fabricarse, por ejemplo, de rodio-platino, aleación metálica refractaria o de cerámica estructural (alúmina, mullita-circonio, mullita, etc.).

El rendimiento del mezclador según la invención es mucho mejor que el de los agitadores de la técnica anterior y dicho rendimiento es apenas sensible a las condiciones de uso. De hecho, los vástagos que se desplazan de acuerdo con la invención permiten "accionar" un mayor volumen de fluido y pueden arrastrar más que los tornillos o paletas en los que el alcance de acción es mucho más débil y, por lo tanto, permiten que pase una mayor cantidad de fluido mal mezclado. Por tanto, el mezclado según la invención es mucho más homogéneo para el fluido en su conjunto.

El dispositivo según la invención, si es aplicable, permite mezclar únicamente dentro de planos horizontales que no se mezclan entre sí (si se quiere evitar, por ejemplo, contaminar el vidrio con vidrio cerca de la suela, que es más rico en material refractario). Se trata de un mezclado bidimensional que, en particular, no consume mucha energía. De este modo, el vidrio se mueve esencialmente de forma horizontal y sin ningún componente vertical como resultado de la agitación según la invención. Dicho tipo de agitación libera al agitador de toda elevación vertical. Por lo tanto, el agitador tiene poco que ver en un plano mecánico y, por esta razón, puede fabricarse de un material que sea relativamente menos resistente que otros pero que sea más refractario, como un material cerámico. Dicha agitación bidimensional del vidrio se provoca por los vástagos verticales, especialmente de tipo cilíndrico. No se descarta la existencia de al menos una barra horizontal que conecte diferentes vástagos que se accionan por el mismo árbol. Dicha barra sirve esencialmente para reforzar la solidez del agitador y, de manera preferida, no ejerce ninguna sustentación vertical y, por lo tanto, también puede ser esencialmente cilíndrica. Por lo tanto, se trata de un dispositivo de alto rendimiento, no muy caro, robusto y flexible. Un dispositivo de este tipo tiene un rendimiento extremadamente alto cuando se trata de homogeneizar un vidrio antes de que se convierta en vidrio plano. De hecho, el mezclado bidimensional que forma estratos horizontales es ampliamente suficiente para el vidrio plano, ya que se encuentran posibles estratos de diferente composición paralelos al acristalamiento formado y no están provocados por ninguna distorsión óptica.

La imposición de un componente tridimensional sobre el flujo se obtendría disponiendo paletas inclinadas, por ejemplo, en la superficie de los vástagos, lo que permitiría, por lo tanto, realizar el mezclado en tres dimensiones en el espacio. Sin embargo, una realización de este tipo consume mucha más energía, exige mucho más de los materiales y, en general, no parece necesaria. No obstante, según la invención se permite una determinada componente de mezclado vertical. La proporción de mezclado horizontal y de mezclado vertical se puede determinar comparando las tasas de estiramiento medias entre la salida y la entrada del dispositivo según la invención. Para medir dichas tasas de estiramiento medias, la simulación digital se efectúa de la manera conocida por el experto. La tasa de estiramiento corresponde a la distancia entre dos partículas de fluido al salir del dispositivo con respecto a la distancia inicial extremadamente corta entre ellas en la entrada del dispositivo. Dicho componente de mezclado minoritario vertical puede proporcionarse mediante elementos tradicionalmente implementados para mezclar fluidos viscosos, como paletas u ondulaciones helicoidales, etc.

Según la invención, el mezclado de la corriente se realiza en planos horizontales, siendo la tasa de estiramiento media en el plano horizontal al menos 10 veces y, de una manera preferida, al menos 30 veces y, de una manera aún más preferida, al menos 50 veces superior a la tasa de estiramiento vertical media.

En ausencia de un componente de mezclado vertical, el mezclado de la corriente se realiza únicamente dentro de planos horizontales que no se mezclan entre sí.

Finalmente, cuando el color del vidrio se obtiene por "coloración en el alimentador" (en la industria de fabricación de botellas, por ejemplo), los mezcladores según la invención permiten obtener una homogeneidad de color mucho mejor que los agitadores de tornillo utilizados actualmente.

La presente invención se comprenderá mejor leyendo la siguiente descripción detallada de realizaciones ilustrativas no limitativas y de las figuras adjuntas:

- la figura 1 muestra una vista en sección horizontal, vista desde arriba, de una realización ilustrativa de un agitador según una primera variante de la invención con dos árboles y cuatro vástagos, así como las trayectorias de los vástagos;
- la figura 2 muestra una vista en perspectiva de una realización ilustrativa de un agitador según la figura 1;
- la figura 3 muestra una imagen estrioscópica sin agitación;
- la figura 4 muestra una imagen estrioscópica de la agitación realizada usando un agitador según la figura 1;

- la figura 5 muestra una simulación de los efectos de la agitación realizada usando un agitador según la figura 1;

5 • las figuras 6 y 7 muestran una simulación comparada, vista desde arriba, de dos agitadores en las mismas condiciones, respectivamente para un agitador con cuatro tornillos alineados verticalmente y para un agitador según las figuras 1 y 2; y

10 • la figura 8 muestra una vista en sección horizontal, vista desde arriba, de una realización ilustrativa de un agitador según una segunda variante de la invención con cuatro árboles y cuatro vástagos, así como las trayectorias de los vástagos.

Para todas estas figuras, se respetan las proporciones entre los diferentes elementos para facilitar su lectura.

15 La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para producir un vidrio y, más precisamente, al mezclado de los diferentes constituyentes del vidrio en estado fundido.

Tal método y tal dispositivo utilizan un horno que genera una corriente de vidrio fundido que es aproximadamente horizontal en la práctica y que se muestra mediante la flecha gruesa F en la parte inferior de la figura 1.

20 Para mezclarse, dicha corriente atraviesa un agitador 1 de abajo hacia arriba en la figura 1; en la práctica, como la corriente es horizontal, atraviesa el agitador de izquierda a derecha o de derecha a izquierda. Dicho agitador se muestra en perspectiva en la figura 2.

25 Según la invención, está previsto que los vástagos 11, 12, 21, 22, en este caso cuatro, se sumerjan verticalmente en la corriente para mezclarla.

30 Los vástagos 11, 12; 21, 22 están conectados respectivamente de dos en dos a un árbol 10, 20 (no mostrado en la figura 1), en este caso dos. Dichos dos árboles están separados por una distancia igual a D que se mide perpendicularmente a la corriente. Cada eje se acciona de manera rotatoria; sólo los ejes verticales A10 y A20 de dichos dos árboles se pueden ver en la figura 1. Dichos árboles 10, 20, que son adyacentes, están dispuestos a una distancia igual, D/2, del eje longitudinal central de la corriente F.

35 Los ejes verticales A11, A12, A21, A22, de los vástagos 11, 12, 21, 22, respectivamente, están desplazados con respecto a los ejes A10, A20: los ejes A11, A12 están situados respectivamente a una distancia d_{11} , d_{12} del eje A10 y los ejes A21, A22 están situados respectivamente a una distancia d_{21} , d_{22} del eje A20.

40 Dichas distancias son idénticas: los brazos 13, 14; 23, 24 conectan los vástagos 11, 12; 21, 22 respectivamente a los árboles 10; 20.

En este caso, los árboles y los brazos no están en la corriente F; sólo los vástagos están en la corriente F.

45 Como puede verse en la figura 1 para los dos árboles, la distancia d_{11} , d_{12} ; d_{21} , d_{22} entre al menos un vástago y el árbol al que está conectado es superior o igual a $9/20$ de la distancia D entre dichos dos árboles. Dicha distancia puede ser superior o igual a la mitad de la distancia D entre los ejes de dichos dos árboles, o incluso superior a la mitad de la distancia D entre los ejes de dichos dos árboles.

T1 y T2 muestran las trayectorias de los ejes de los vástagos del árbol 10 y 20, respectivamente.

50 Como también se puede ver en la figura 1, los dos árboles adyacentes 10, 20 se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí. Visto desde arriba, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta que uno de dichos dos árboles adyacentes está a la izquierda y que el otro está a la derecha, el árbol de la izquierda se acciona en el sentido contrario a las agujas del reloj y el árbol de la derecha se acciona en el sentido de las agujas del reloj. Dichos dos árboles se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí para aumentar la velocidad de la corriente en una zona de superposición de trayectoria Z que está situada entre dichos dos árboles. Dichos dos árboles adyacentes 10, 20 están dispuestos simétricamente en este caso con respecto al eje central A de dicha corriente F, a una distancia igual de dicho eje.

60 La figura 1 muestra que siguiendo la dirección de la corriente (en este caso desde la parte inferior a la parte superior de la página) y que, teniendo en cuenta que dicha corriente se ve desde arriba, un árbol, el árbol 10, está situado a la izquierda y que el otro árbol, el árbol 20, está situado a la derecha, por lo que el árbol izquierdo 10 se acciona de manera rotatoria en sentido contrario a las agujas del reloj con respecto a su eje A10 y el árbol derecho 20 se acciona en el sentido de las agujas del reloj (sentido de las manecillas de un reloj) con respecto a su eje A20.

65

ES 2 989 357 T3

En la configuración mostrada en las figuras 1 y 2, los dos árboles están situados en una línea recta P perpendicular a la dirección de la corriente F que se va a mezclar y ambos se accionan de manera rotatoria a la misma velocidad durante el mezclado con un desfase inicial de $180^\circ/2$ (es decir, 90°) uno con respecto al otro.

5 Es posible generalizar dicha disposición siempre que los n árboles se accionen todos de manera rotatoria a la misma velocidad durante el mezclado, con un desfase inicial durante el mezclado que es

- o bien de 0° con dos árboles que comprenden, cada uno, un único vástago,

10 - o bien de $180^\circ/x$ con respecto al árbol adyacente, siendo x el número de vástagos para el árbol al que está conectado el mayor número de vástagos.

Además, en dicha configuración mostrada, cada vástago tiene una sección circular que es idéntica a lo largo de todo el vástago con un diámetro preferido de entre 20 y 150 mm inclusive, o incluso de entre 40 y 100 mm inclusive.

15 A modo de ejemplo, se ha realizado un agitador 1 con:

- la distancia d_{11} , d_{12} ; d_{21} , d_{22} , entre el eje A11, A12, A21, A22 de cada vástago, 11, 12, 21, 22 respectivamente, y el eje A10, A20 del árbol 10, 20 al que está conectado, de 310 mm

20 - la distancia D entre los ejes de los dos árboles 10, 20, de 350 mm

- el diámetro de cada vástago 11, 12, 21, 22 de 40 mm en toda la altura del vástago situada en la corriente F

25 - una altura de corriente F de 300 mm

- una anchura w de la corriente F entre las paredes de la izquierda 2 y la derecha 2' del agitador de 1100 mm.

30 Por lo tanto, se observa que para los dos árboles adyacentes, la distancia d_{11} , d_{12} ; d_{21} , d_{22} entre cada vástago y el árbol al que está conectado es superior a la distancia D entre dichos dos árboles. La razón entre dichas distancias d_{11} , d_{12} ; d_{21} , d_{22} y la distancia D, $d/D = 310/350 = 0,88$ (con $d = d_{11}$, d_{12} , d_{21} o d_{22}).

35 Se recomienda que la razón d/D sea superior a $\frac{3}{4}$ para obtener una zona de superposición Z de las dos trayectorias T1, T2 que sea suficiente para obtener la eficiencia deseada.

Los vástagos no deben estar en contacto con la suela; debe preverse una distancia mínima de entre 20 y 60 mm entre la parte inferior de cada vástago y la suela.

40 En dicho ejemplo, aplicando la fórmula $nb = L/(UT)$, donde

- L la longitud a lo largo del eje de la corriente a lo largo del cual se lleva a cabo el mezclado es igual a la distancia entre dos vástagos ($(d_{11} + d_{12} = 620 \text{ mm})$ aumentada en la suma de la mitad del diámetro de los dos vástagos ($40/2 + 40/2$), $L = 660 \text{ mm}$

45 - U, la velocidad media del fluido a lo largo de dicha longitud, es de 2 mm/s, y

- T el periodo de rotación de dichos árboles (10, 20) accionados de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, vale $60/V$, donde V es la velocidad de rotación de dichos árboles es de 8 revoluciones/minuto,

50 por tanto, la corriente tiene un número de estiramiento

$$nb = 660 / (2 \times (60 / 8)) = 44.$$

55 Dicho número de estiramiento es muy superior a 20 y es incluso superior a 35.

Cada una de las figuras 3 y 4 muestra una imagen estrioscópica digital.

60 El principio de la imagen estrioscópica se basa en observar en transmisión la desviación de un haz de luz colimado (haz de luz paralelo) durante el paso a través de una muestra de vidrio: este es un método de "sombra". De hecho, las variaciones locales en el índice de refracción actúan como lentes elementales que van a hacer que el haz de luz converja o diverja (los haces de luz se curvan en la dirección de los gradientes del índice), lo que provoca inhomogeneidades de iluminación que salen de la muestra. La imagen obtenida en transmisión se muestra en una cámara CCD. La imagen obtenida se denomina imagen estrioscópica (estriograma). Las zonas en las que el índice de refracción es localmente más débil que el entorno circundante actuarán como lentes divergentes (zonas oscuras de la estratificación en la imagen estrioscópica) y las zonas con el índice local más fuerte actuarán como lentes convergentes (zonas brillantes de la estratificación en la imagen estrioscópica).

La dirección del flujo del vidrio fundido se indica mediante el punto rodeado por un círculo. La cara superior de la corriente con respecto a la vertical es la cara situada en la parte superior de cada figura.

5 La figura 3 muestra una imagen estereoscópica obtenida sin agitación alguna, cuando no hay ninguna etapa para mezclar la corriente de vidrio ni ningún dispositivo para mezclar a través de la corriente. Las franjas son anchas, numerosas y están orientadas en direcciones muy variadas.

10 La figura 4 muestra la imagen estereoscópica obtenida durante la implementación de la solución de las figuras 1 y 2 con los parámetros indicados anteriormente. Las franjas son finas, poco numerosas y están orientadas esencialmente paralelas a la cara superior de la corriente, lo que limita su efecto nocivo. En dicha figura 4, la homogeneidad del vidrio es muy buena, casi perfecta.

15 Se han calculado las trayectorias de 48.000 partículas de fluido sin masa mediante un algoritmo de seguimiento.

La figura 5 muestra una simulación digital de los efectos proporcionados anteriormente del agitador sobre la corriente F para una velocidad de rotación de los árboles 10, 20 (no visible en la figura 5) de 8 revoluciones por minuto. Más precisamente, la figura 5 superpone la posición de las partículas de fluido entre su posición al inicio de un periodo de rotación del agitador y la posición al final de un periodo de rotación del agitador (es decir, una revolución rotacional completa de los dos árboles); no se muestran todos los periodos).

Las franjas negras aguas arriba del agitador 1 muestran la llegada de una corriente no homogénea aguas arriba del agitador.

25 Es posible observar que aguas abajo del agitador 1, no hay más franjas en absoluto; la corriente de vidrio se mezcla completamente gracias a la zona de superposición de la trayectoria del vástago Z.

Se ha observado que, dentro del intervalo de entre 1 y 20 revoluciones por minuto, un aumento notable de la velocidad de rotación a veces puede permitir aumentar la calidad del mezclado.

30 Se ha observado que, dentro del intervalo de diámetros de los vástagos de desde 20 hasta 150 mm, el aumento del diámetro a veces puede permitir que aumente la calidad del mezclado. Se han obtenido mejores resultados con vástagos que tienen todos un diámetro de entre 4 y 100 mm inclusive.

35 Se ha observado que el mezclado es homogéneo en todos los planos horizontales de la corriente cuando, al menos, un vástago 11, 12; 21, 22 y, de manera preferida, cada vástago tiene una superficie lisa, como se puede ver en la figura 2, sin ningún medio de mezclado mecánico adicional en su superficie.

40 El coste del mezclador mostrado en las figuras 1 y 2 es inferior al de los agitadores utilizados en la técnica anterior y dicho mezclador es relativamente fácil de instalar, ya que sólo requiere dos ejes de rotación (y, por lo tanto, sólo dos orificios en la cúpula).

Con dicha configuración, es posible mezclar una corriente de vidrio fundido de una manera simple, muy eficiente y no muy costosa de implementar.

45 El movimiento de rotación/contrarrotación de los vástagos tiene el efecto de llevar los elementos de la corriente hacia el centro de la corriente en la parte aguas arriba del plano P y tiene el efecto de empujar los elementos de la corriente hacia las paredes laterales en la parte aguas abajo del plano P: dicho doble efecto es esencial para permitir la homogeneización a lo largo de la anchura del fluido.

50 Sin embargo, en cuanto a la cantidad de elementos añadidos a la corriente aguas arriba del mezclador, para obtener un mezclado homogéneo aguas abajo del mezclador, puede ser necesario proporcionar medios mecánicos adicionales, tales como, por ejemplo, paletas.

55 Cada una de las figuras 6 y 7 muestra una simulación del efecto sobre una corriente de material 5 introducida en el centro de la corriente F, respectivamente aguas arriba:

- de un agitador 1' que comprende cuatro tornillos verticales 61, 62, 63, 64, con rosca a la izquierda, alineados en un plano perpendicular a una corriente horizontal F y accionados de manera rotatoria en el mismo sentido, en la figura 6 en el sentido contrario a las agujas del reloj visto desde arriba,

- de un agitador de las figuras 1 y 2 con los parámetros indicados anteriormente para una corriente horizontal F.

65 La figura 7 muestra una mejor distribución de la corriente de material aguas abajo del agitador 1 de la figura 5 que aguas abajo del agitador 1' de la figura 6.

ES 2 989 357 T3

5 Por tanto, en la configuración ilustrada en las figuras 1 y 2, el agitador comprende $n = 2$ árboles, teniendo cada uno un eje posicionado verticalmente, con $x = 2$ vástagos, teniendo cada uno un eje posicionado verticalmente, que están conectados a cada árbol y cada uno de los cuales se sumerge en la corriente F que fluye a lo largo de un eje horizontal central A. Por lo tanto, los ejes de los árboles están posicionados a un ángulo de 90° con respecto a la dirección del eje central A.

Todos los árboles están posicionados con sus ejes paralelos entre sí.

10 Sin embargo, es posible que la dirección del eje central A no sea horizontal sino que esté inclinada con respecto a la horizontal, especialmente para promover el flujo de la corriente. En dicho caso, los ejes de los árboles pueden ser perpendiculares al eje central, o pueden ser verticales, o pueden estar inclinados un ángulo de entre 60° y al menos 90° inclusive con respecto a la dirección del eje central A.

15 Independientemente de que la dirección del eje central A sea horizontal o no, es posible posicionar los árboles de manera que cada uno de ellos tenga un eje posicionado a un ángulo de entre 60° y al menos 90° inclusive con respecto a la dirección del eje central A de dicha corriente F, es decir que cada uno de los árboles tenga un eje posicionado a un ángulo de entre 0° y 30° inclusive con respecto a una vertical en la dirección del eje central A de dicha corriente F para añadir una componente adicional al mezclado y aumentar aún más las posibilidades de homogeneización. La "vertical" considerada aquí es una vertical relativa; se considera con respecto a la dirección del eje central A de dicha corriente F. En otras palabras, es perpendicular a la dirección del eje central A de la corriente F y está incluida en el plano vertical que comprende la dirección del eje central A de la corriente F.

20 En cuanto a la anchura del flujo F, es posible proporcionar $n = 3$ árboles, o incluso $n = 4$ árboles, o incluso más, siempre con:

- 25 - un árbol conectado a al menos un vástago que se sumerge en la corriente F
- 30 - un árbol conectado a al menos dos vástagos que se sumergen en la corriente F, y
- cada vástago tiene un eje paralelo al eje del árbol al que está conectado.

Se prefiere un número par de árboles; sin embargo, se puede abogar por un número impar de árboles, especialmente cuando la corriente aguas arriba del mezclador tiene una asimetría con respecto al eje central A.

35 En el caso de que se usen tres árboles ($n = 3$), o incluso más, es preferible, para que el mezclado sea lo más homogéneo posible, que para los dos árboles adyacentes, al menos incluso para todos los árboles adyacentes, la distancia entre el eje de un vástago y el eje del árbol al que está conectado sea superior o igual a $9/20$ de la distancia entre los ejes de dichos dos árboles adyacentes. Dicha distancia puede ser superior o igual a la mitad de la distancia D entre los ejes de dichos dos árboles, o incluso puede ser superior a la mitad de la distancia D entre los ejes de dichos dos árboles.

40 En el caso de que se usen tres árboles ($n = 3$), o incluso más, es preferible, para que el mezclado sea lo más homogéneo posible, que

- 45 - por un lado, dos árboles adyacentes se accionen de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos árboles adyacentes está a la izquierda y el otro a la derecha, accionándose el árbol de la izquierda en sentido contrario a las agujas del reloj y accionándose el árbol de la derecha en el sentido de las agujas del reloj, y
- 50 - por otro lado, para cada otro árbol junto a uno de dichos dos árboles adyacentes (otro árbol cuya trayectoria del vástago o vástagos se cruza con la trayectoria de un vástago de uno de los dos árboles adyacentes), dicho otro árbol se accione en el mismo sentido de rotación que el árbol adyacente, al menos un vástago del cual se cruza con la trayectoria de su propio vástago o vástagos.

55 En el caso de que se usen tres árboles ($n = 3$), o incluso más, es preferible, para que el mezclado sea lo más homogéneo posible según la dirección de la corriente, que todos los árboles estén situados en una línea recta P perpendicular al eje central A de la corriente F que se va a mezclar y que todos ellos se accionen de manera rotatoria a la misma velocidad durante el mezclado con un desfase inicial de $180^\circ/x$ (es decir, es decir 180°) con respecto a árbol adyacente si sólo hay un árbol adyacente o con respecto a los dos árboles adyacentes si hay dos de ellos.

60 En el caso de que dos árboles adyacentes incluyan cada uno un único vástago, entonces dichos dos árboles se accionan de manera rotatoria a la misma velocidad durante el mezclado con un desfase inicial nulo entre sí.

65 En el caso de que sea necesaria una agitación de alto rendimiento, es posible disponer dos filas (línea recta P), o incluso más, de árboles para obtener un efecto de estiramiento multiplicativo de los elementos de la corriente.

La figura 8 muestra una segunda variante de realización de la invención para la que cuatro árboles adyacentes 10, 20, 30, 40 (no visibles en dichas figuras, sólo se muestran los ejes A10, A20, A30, A40, respectivamente, de dichos árboles) se accionan de manera rotatoria y cada uno de dichos árboles está conectado a un único vástago 11, 21, 31, 41, accionándose de manera rotatoria dos árboles adyacentes 10, 20 en sentidos opuestos entre sí.

En dicha variante, los elementos comunes a la variante anterior tienen la misma referencia.

T1, T2, T3 y T4 muestran las trayectorias de los ejes de los vástagos de los árboles 10, 20, 30 y 40 respectivamente, dibujadas como una línea discontinua.

Los dos árboles adyacentes 10, 20 que se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, están dispuestos simétricamente en este caso con respecto al eje central A de dicha corriente F, a una distancia igual de dicho eje.

Como también se puede ver en la figura 8, dichos dos árboles centrales 10, 20 se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí para aumentar la velocidad de la corriente en una zona de superposición Z de las trayectorias T1 y T2 que está situada entre dichos dos árboles.

La figura 8 muestra que siguiendo la dirección de la corriente (en este caso desde la parte inferior a la parte superior de la página) y teniendo en cuenta que dicha corriente se ve desde arriba, un árbol, el árbol 10, está situado a la izquierda y que el otro árbol, el árbol 20, está situado a la derecha, por lo que el árbol izquierdo 10 se acciona de manera rotatoria en sentido contrario a las agujas del reloj con respecto a su eje A10 y el árbol derecho 20 se acciona en el sentido de las agujas del reloj con respecto a su eje A20.

El árbol 30 que está situado en el mismo lado lateral del dispositivo que el árbol 10 se acciona de manera rotatoria en el mismo sentido que el árbol 10 y el árbol 40, que está situado en el mismo lado lateral del dispositivo que el árbol 20 se acciona de manera rotatoria en el mismo sentido que el árbol 20.

Se ha comprobado que cuando los cuatro árboles se accionan de manera rotatoria a la misma velocidad, se obtiene una corriente homogénea aguas abajo del agitador 1.

En dicha figura, las trayectorias laterales T3 y T4 tienen el mismo diámetro que las trayectorias centrales 10, 20, pero pueden ser más pequeñas o más grandes.

En dicha configuración mostrada, hay además dos zonas de superposición de trayectoria Z' con agitación opuesta: en la intersección, por un lado, de la trayectoria T3 con la trayectoria T1 y, por otro lado, de la trayectoria T2 con la trayectoria T4. En cada una de dichas dos zonas, dado que los dos árboles adyacentes (30/120 y 20/40 respectivamente) se accionan en el mismo sentido de rotación, el efecto no es aumentar la velocidad de la corriente en dicha zona de superposición de trayectorias Z' con agitación opuesta.

La figura 9 muestra una disposición según la invención, estando los ejes de rotación de los agitadores alineados en una dirección perpendicular al flujo, habiéndose introducido una fuente continua de heterogeneidad de coloración en el punto 90. Se observa que la coloración, tras su paso por dicho dispositivo, se distribuye uniformemente en toda la anchura del flujo. Por tanto, el resultado es un mezclado muy homogéneo. Se puede observar la misma eficiencia independientemente de la posición de la fuente de coloración aguas arriba de los agitadores.

La figura 10 muestra una disposición según la técnica anterior, según la cual dos vástagos de agitación tienen sus ejes alineados en paralelo a la dirección del flujo. Se observa que una fuente colorante colocada en la posición 100 no se distribuye de manera homogénea después de pasar por la zona de mezclado. El mezclado obtenido es mucho menos homogéneo que en el caso de la figura 9.

La tabla 1 a continuación muestra las tasas de estiramiento medias vertical y horizontal según diferentes configuraciones de agitación. El caso 1 (referencia) es el de la figura 5, incluida la descripción que se refiere a la misma, teniendo los vástagos un diámetro de 40 mm en toda su altura. El caso 4 corresponde al dispositivo mostrado en la figura 6 que ejerce una componente vertical notable. El efecto de mezclado es ciertamente tridimensional, ya que la razón entre estiramientos horizontal y vertical es de 8, en comparación con una razón de entre 71 y 156, por ejemplo, según la invención. Sobre todo, los ejemplos según la invención proporcionan tasas de estiramiento en el plano horizontal al menos 8 veces superiores a las del caso número 4. Además, la tasa de estiramiento tridimensional en el caso número 4 es la raíz cuadrada de $26^2 + 3,3^2$, es decir 26,2. Esto sigue siendo al menos 8 veces inferior a la tasa de estiramiento de los ejemplos según la invención.

Caso	Tasa de estiramiento horizontal	Tasa de estiramiento vertical	Razón entre la tasa de estiramiento horizontal y vertical
------	---------------------------------	-------------------------------	---

	Caso 1 - referencia	219	1,4	156
	Caso 2 — igual que el caso 1, pero el diámetro de los vástagos = 20 mm	235	2,0	117
5	Caso 3 — igual que el caso 1, pero el diámetro de los vástagos = 80 mm	247	3,5	71
	Caso 4 — Tornillo (véase la figura 6)	26	3,3	8

Tabla 1

10 La presente invención se describió anteriormente a modo de ejemplo. Se entiende que el experto está en disposición de realizar diferentes variantes de la invención sin apartarse necesariamente del alcance de la patente tal como se define en las reivindicaciones.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un vidrio que comprende la realización de una corriente (F) de vidrio fundido que fluye a lo largo de un eje central (A) y el mezclado de dicha corriente, caracterizado porque dicho mezclado se realiza accionando de manera rotatoria n árboles (10, 20), siendo n un número entero igual o superior a dos, teniendo cada uno un eje posicionado a un ángulo de entre 0° y 30° inclusive con respecto a una vertical en la dirección del eje central (A) de dicha corriente (F), estando dos árboles adyacentes (10, 20) separados por una distancia (D) con sus ejes paralelos y estando cada uno de dichos dos árboles adyacentes (10, 20) conectado a al menos un vástago (11, 12; 21, 22) que está situado al menos en parte en dicha corriente (F) y teniendo cada uno de dichos vástagos (11, 12; 21, 22) un eje que es paralelo al eje del árbol al que está conectado,
- porque, al menos para dichos dos ejes adyacentes, la distancia (d_{11} , d_{12} ; d_{21} , d_{22} ,) entre el eje de un vástago y el eje del árbol al que está conectado es superior o igual a $9/20$ de la distancia (D) entre los ejes de dichos dos árboles y, de manera preferida, es superior o igual a la mitad de la distancia (D) entre los ejes de dichos dos árboles, para formar una zona de superposición (Z) que está situada entre dichos dos árboles,
- y porque dichos dos árboles adyacentes se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos árboles adyacentes está a la izquierda y el otro a la derecha, accionándose el árbol de la izquierda en sentido contrario a las agujas del reloj y accionándose el árbol de la derecha en el sentido de las agujas del reloj,
- y porque, el mezclado de la corriente se realiza en planos horizontales, siendo la tasa de estiramiento media en el plano horizontal al menos 10 veces superior a la tasa de estiramiento vertical media.
2. El método según la reivindicación anterior, caracterizado porque la tasa de estiramiento media en el plano horizontal es al menos 30 veces, y de una manera aún más preferida al menos 50 veces, superior a la tasa de estiramiento vertical media.
3. El método según la reivindicación anterior, caracterizado porque el mezclado de la corriente se realiza únicamente dentro de planos horizontales que no se mezclan entre sí.
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque, para dichos dos árboles adyacentes (10, 20), uno de dichos árboles (10) está conectado a al menos un vástago (11, 12) que está situado al menos en parte en dicha corriente (F) y el otro árbol (20) está conectado al menos a dos vástagos (21, 22) que están situados, cada uno, al menos en parte, en dicha corriente (F).
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque cuatro árboles adyacentes (10, 20, 30, 40) se accionan de manera rotatoria y cada uno de dichos árboles (10, 20, 30, 40) está conectado a un único vástago (11, 21, 31, 41), accionándose dos árboles adyacentes (10, 20) de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos ejes adyacentes está a la izquierda y que el otro está a la derecha, el árbol de la izquierda se acciona en sentido contrario a las agujas del reloj y el árbol de la derecha se acciona en el sentido de las agujas del reloj.
6. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los ejes de dichos dos árboles adyacentes (10, 20) están situados en un plano (P) que es perpendicular a la dirección del eje central (A) de la corriente (F) y, de manera preferida, están dispuestos simétricamente con respecto al eje central de dicha corriente.
7. El método según la reivindicación anterior, caracterizado porque dichos dos árboles adyacentes (10, 20) se accionan de manera rotatoria a la misma velocidad durante el mezclado con un desfase que es
- o bien de 0° con dos árboles que incluyen, cada uno, un único vástago,
-o bien de $180^\circ/x$ con respecto al árbol adyacente, siendo x el número de vástagos del árbol al que está conectado el mayor número de vástagos y $x \geq 2$.
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la velocidad de rotación de los árboles (10, 20) es de entre 1 y 20 revoluciones por minuto, incluidos dichos valores, para una velocidad de la corriente (F) aguas arriba del mezclado de entre 0,1 y 5,0 mm/s, incluidos dichos valores.
9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos dos árboles adyacentes (10, 20) que se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí están dispuestos a una distancia igual, $D/2$, del eje longitudinal central (A) de la corriente (F).

10. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicha corriente (F) tiene un número de estiramiento n_b que es al menos igual a 20, siendo dicho número de estiramiento $n_b = L / (UT)$, con:
- 5
- L, que es una longitud a lo largo del eje (A) a lo largo del cual se lleva a cabo el mezclado, en mm,
 - U, que es la velocidad media del fluido a lo largo de dicha longitud, en mm/s, y
 - T, que es el periodo de rotación de dichos árboles (10, 20) y que tiene un valor de $60 / V$, donde V es la velocidad de rotación de dichos árboles en revoluciones/minuto.
- 10
11. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la distancia entre los vástagos (11, 12; 21, 22) y el árbol (10, 20) al que están conectados dichos vástagos es idéntica durante el mezclado.
- 15
12. El método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos un árbol (10, 20) y, de manera preferida, todos los árboles, se sumergen en dicha corriente (F), dicho árbol o árboles que se sumergen en dicha corriente, de una manera preferida, tienen en la parte de los mismos que se sumerge en dicha corriente una forma que es asimétrica con respecto al eje del árbol.
- 20
13. Un dispositivo para producir un vidrio, en particular para implementar el método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo dicho dispositivo un horno que genera una corriente (F) de vidrio fundido y un agitador (1) para mezclar dicha corriente, caracterizado porque dicho dispositivo comprende n árboles (10, 20) que se accionan de manera rotatoria, siendo n un número entero igual o superior a dos, teniendo cada uno un eje posicionado a un ángulo de entre 0° y 30° inclusive con respecto a una vertical en la dirección del eje central (A) de dicha corriente (F), estando dos árboles adyacentes (10, 20) separados por una distancia (D) con sus ejes paralelos y estando cada uno de dichos dos árboles adyacentes (10, 20) conectado a al menos un vástago (11, 12; 21, 22) que está situado al menos en parte en dicha corriente (F) y teniendo cada uno de dichos vástagos (11, 12; 21, 22) un eje que es paralelo al eje del árbol al que está conectado,
- 25
- 30
- porque, al menos para dichos dos ejes adyacentes, la distancia (d_{11} , d_{12} ; d_{21} , d_{22} ,) entre el eje de un vástago y el eje del árbol al que está conectado es superior o igual a $9/20$ de la distancia (D) entre los ejes de dichos dos árboles y, de manera preferida, es superior o igual a la mitad de la distancia (D) entre los ejes de dichos dos árboles,
- 35
- y porque dichos dos árboles adyacentes se accionan de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos árboles adyacentes está a la izquierda y el otro a la derecha, accionándose el árbol de la izquierda en sentido contrario a las agujas del reloj y accionándose el árbol de la derecha en el sentido de las agujas del reloj,
- 40
- y porque el mezclado de la corriente se realiza en planos horizontales, siendo la tasa de estiramiento media en el plano horizontal al menos 10 veces superior a la tasa de estiramiento vertical media.
- 45
14. El dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado porque el mezclado de la corriente se realiza preferiblemente en planos horizontales, siendo la tasa de estiramiento media en el plano horizontal al menos 30 veces, y de una manera aún más preferida al menos 50 veces, superior a la tasa de estiramiento vertical media.
- 50
15. El dispositivo según la reivindicación anterior, caracterizado porque el mezclado de la corriente se realiza dentro de planos horizontales que no se mezclan entre sí.
- 55
16. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones de dispositivo anteriores, caracterizado porque, para dichos dos árboles adyacentes (10, 20), uno de dichos árboles (10) está conectado a al menos un vástago (11, 12) que está situado al menos en parte en dicha corriente (F) y el otro árbol (20) está conectado al menos a dos vástagos (21, 22) que están situados, cada uno, al menos en parte, en dicha corriente (F).
- 60
17. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15 anteriores, caracterizado porque cuatro árboles adyacentes (10, 20, 30, 40) se accionan de manera rotatoria y cada uno de dichos árboles (10, 20, 30, 40) está conectado a un único vástago (11, 21, 31, 41), accionándose dos árboles adyacentes (10, 20) de manera rotatoria en sentidos opuestos entre sí, siguiendo la dirección de la corriente y teniendo en cuenta, visto desde arriba, que uno de dichos dos ejes adyacentes está a la izquierda y que el otro está a la derecha, el árbol de la izquierda se acciona en sentido contrario a las agujas del reloj y el árbol de la derecha se acciona en el sentido de las agujas del reloj.
- 65

18. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones de dispositivo anteriores, caracterizado porque al menos un vástago (11, 12; 21, 22), y de una manera preferida cada vástago, tiene una superficie lisa.

5 19. El dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones de dispositivo anteriores, caracterizado porque al menos un vástago (11, 12; 21, 22), y de una manera preferida cada vástago, tiene una sección circular que, de una manera preferida, es idéntica a lo largo de todo el vástago, con un diámetro preferido de entre 20 y 150 mm inclusive, o incluso de entre 40 y 100 mm inclusive.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

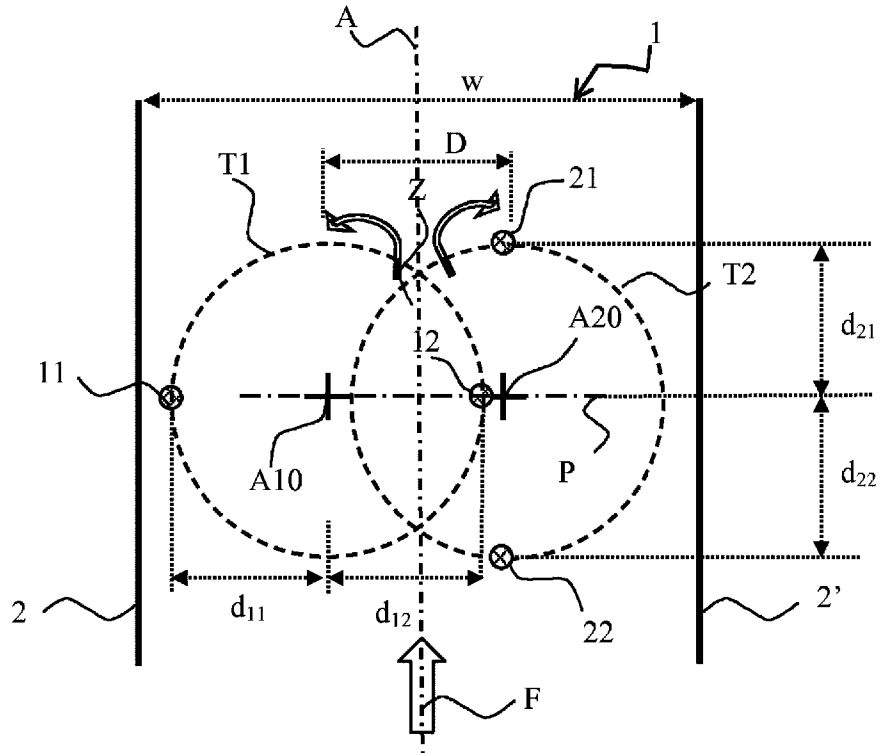


Figura 1

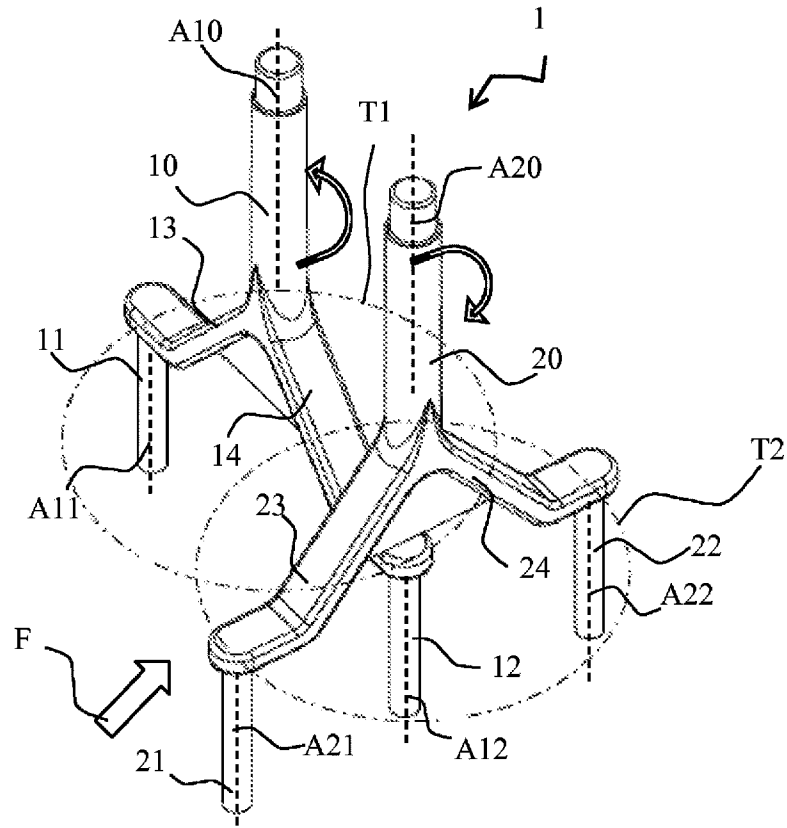


Figura 2

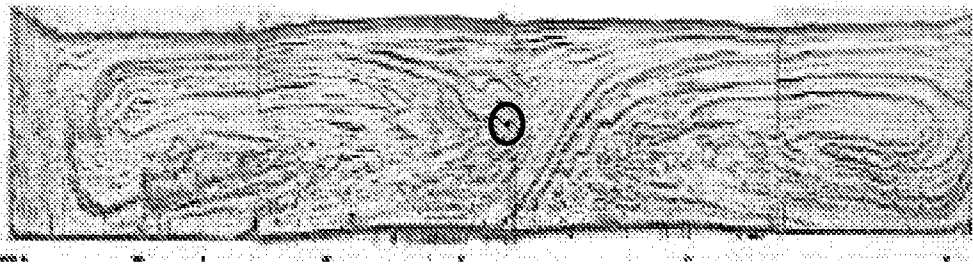


Figura 3

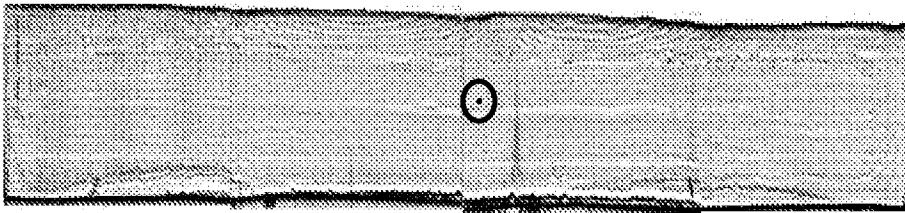


Figura 4

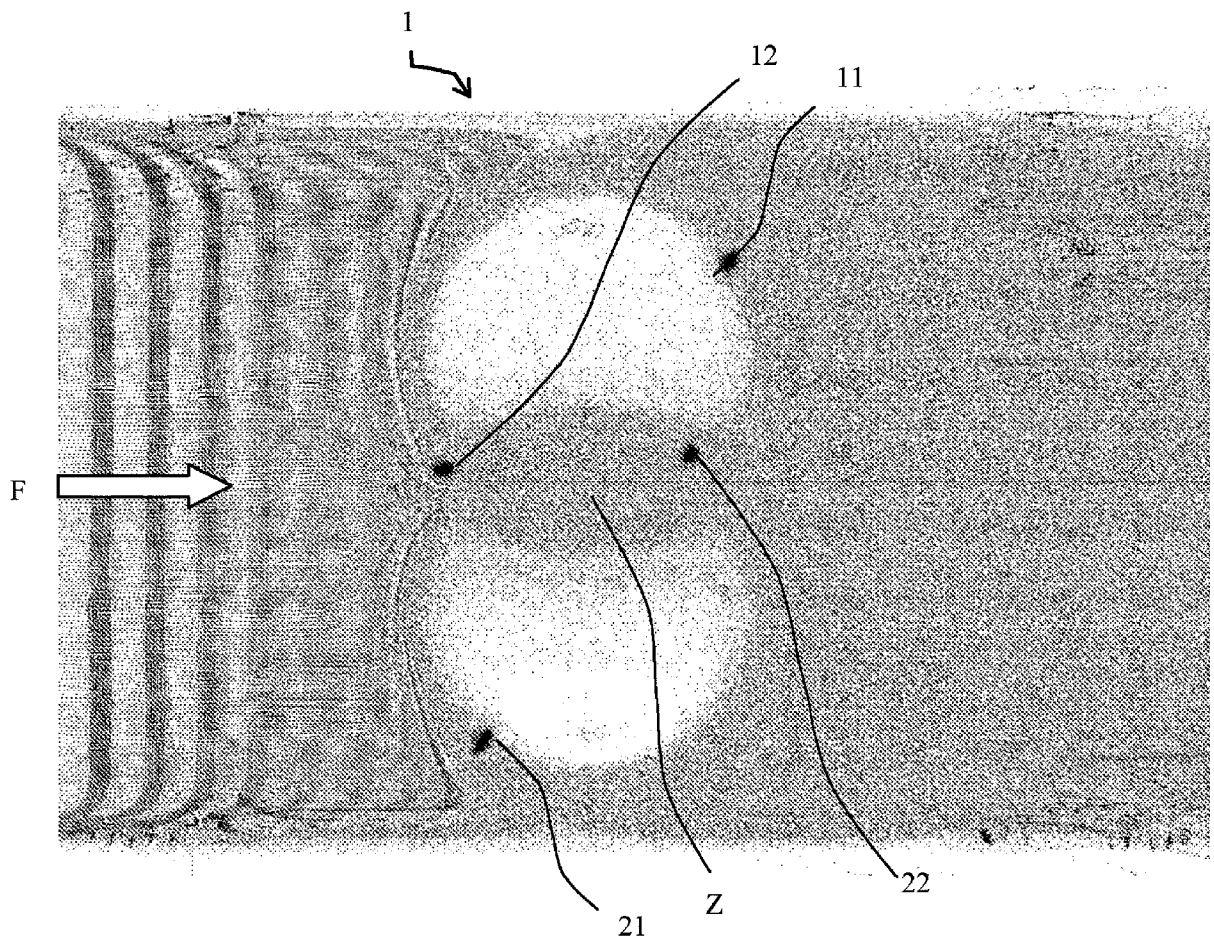


Figura 5

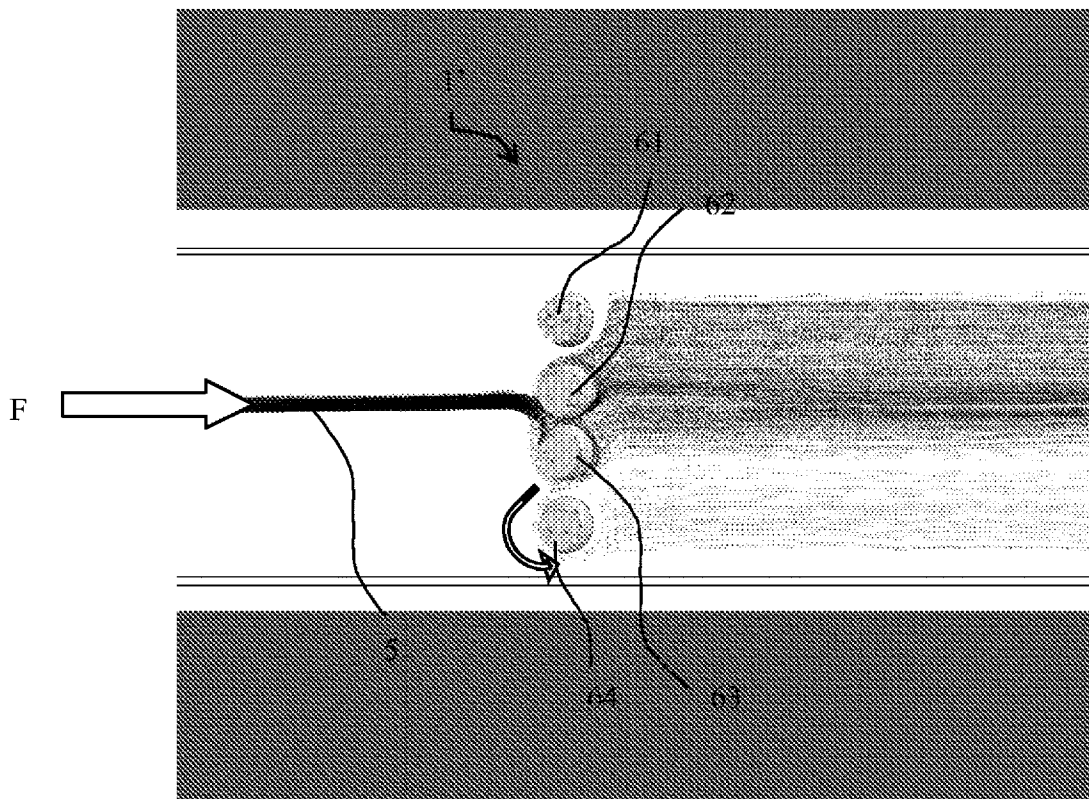


Figura 6

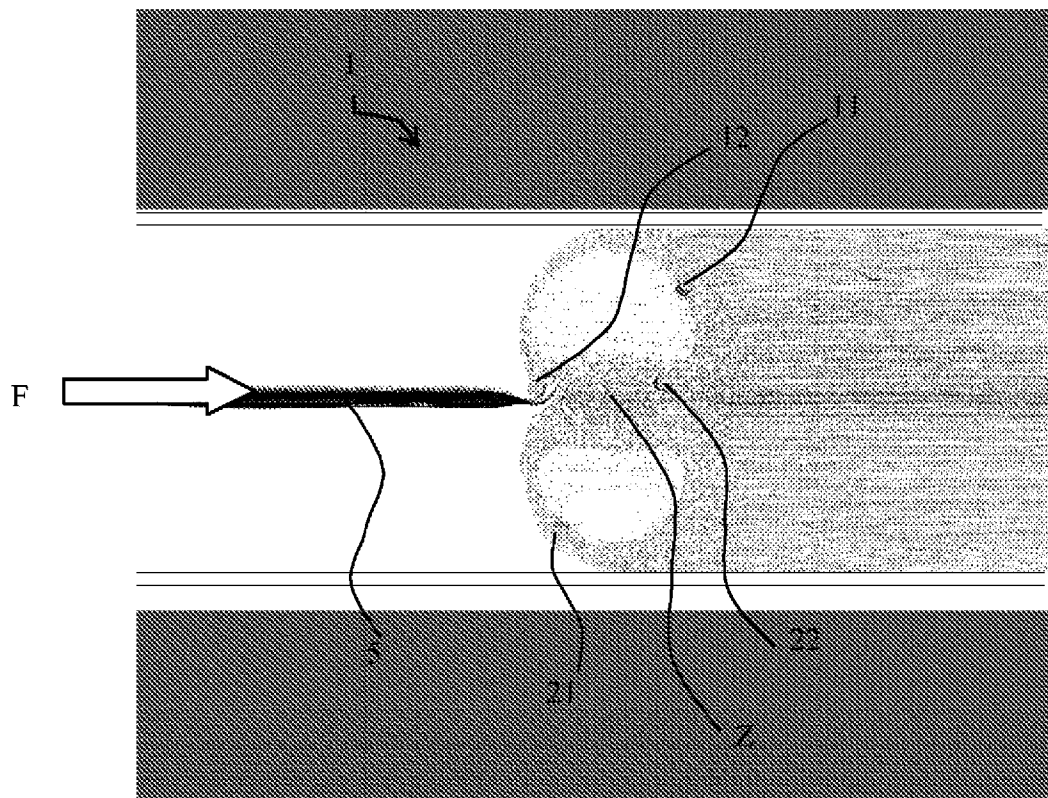


Figura 7

