

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 731 123**

51 Int. Cl.:

C03C 1/02 (2006.01)

C03C 3/078 (2006.01)

C03B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.04.2013 PCT/GB2013/050923**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.10.2013 WO13156757**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.04.2013 E 13717831 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.05.2019 EP 2838857**

54 Título: **Un pellet y un método de fabricación de vidrio**

30 Prioridad:

18.04.2012 GB 201206791

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

14.11.2019

73 Titular/es:

**SIBELCO UK LIMITED (100.0%)
Brookside Hall
Sandbach, Cheshire CW11 4TF, GB**

72 Inventor/es:

**LEESE, SAMUEL MARK y
SHEPPARDSON, PETER ROBERT**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 731 123 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

Un pellet y un método de fabricación de vidrio

Descripción de la invención

5 La presente invención se refiere a un pellet. En particular, la presente invención se refiere a un pellet para el uso en un proceso de lotes de vidrio. La presente invención se refiere también a un proceso para la producción de dicho pellet, así como a un método para fabricar vidrio.

10 El vidrio es un material sólido, no cristalino y amorfo. Los vidrios son típicamente frágiles y con frecuencia ópticamente transparentes. Un vidrio se define como un producto inorgánico de fusión que ha sido enfriado durante su transición como vidrio al estado sólido sin cristalizar. El principal componente de la mayoría de los vidrios, de uso generalizado, es el silicio (SiO_2).

15 El silicio puro tiene un punto de fusión termodinámico relativamente alto de 2000°C , y requiere unas temperaturas de proceso superiores a 2300°C . El silicio puro puede ser convertido en vidrio para aplicaciones especiales. No obstante, es frecuente añadir sustancias al vidrio común para simplificar el procesamiento. Un componente que se añade al silicio en un vidrio es el carbonato sódico (Na_2CO_3) que baja la temperatura de proceso requerida a aproximadamente 1500°C . No obstante, la sosa (óxido de sodio (Na_2O), que se descompone del carbonato sódico en una masa fundida de vidrio) hace que el vidrio sea soluble en agua, lo que en general no es deseable, por lo que con frecuencia se añade cal (óxido de calcio, CaO) para obtener una mejor durabilidad química. En ocasiones se añade algo de óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de aluminio (Al_2O_3), también para proporcionar una mejor durabilidad química. Muchos vidrios tienen añadidos otros ingredientes para cambiar sus propiedades, dependiendo de su función prevista.

20 El vidrio común se fabrica generalmente en un proceso de dos pasos, y después se le da forma para adecuarlo a diversas aplicaciones.

25 El primer paso es la mezcla de lotes. Los diversos ingredientes para hacer el vidrio (típicamente, silicio, carbonato sódico, carbonato cálcico y vidrio reciclado, junto con pequeñas cantidades de otros diversos ingredientes de trazas) se mezclan, para obtener una mezcla homogénea de ingredientes, y se introducen en el horno.

En el segundo paso, la mezcla se calienta a aproximadamente 1500°C , temperatura a la que los ingredientes se funden, se producen diversas reacciones químicas y se desprende CO_2 y SO_2 . Estas reacciones químicas forman vidrio fundido (o "solución de vidrio") que puede ser moldeado y enfriado.

30 El horno más común utilizado para preparar solución de vidrio es un tipo regenerativo continuo, con los puertos lateral o finales conectando ladrillos refractarios en el interior del crisol. Los refractarios conservan el combustible actuando como intercambiadores de calor; los productos de combustión del combustible calientan el aire de combustión entrante. El vidrio fundido se afina (se eliminan las burbujas), y se refina (acondicionamiento térmico), y entonces es comprimido, soplado, estirado, enrollado o flotado, dependiendo del producto final.

35 La patente británica número GB 1331673 se refiere a un proceso de producción de lotes de vidrio en forma peletizada. La GB 1331673 describe los inconvenientes asociados a lotes de vidrio sueltos, es decir mezclas sueltas de los ingredientes que se combinan en una solución de vidrio. Los lotes de vidrio sueltos se utilizan en muchos procesos de producción de vidrio. Los lotes de vidrio sueltos presentan una fuerte tendencia a formar polvo durante el pesado, el mezclado y la carga. Esto constituye un riesgo para la salud de los implicados en la preparación de los lotes y la fusión del vidrio.

40 El uso de un lote suelto tiene también el inconveniente de que se pierde calor desde la parte superior del crisol durante el proceso de fusión del lote. A este aspecto, la fusión de lotes requiere el uso de mucha energía, debido a las temperaturas que se aplican. La pérdida de calor constituye un inconveniente, porque los productores de vidrio se esfuerzan en minimizar el consumo de energía, es decir, ser más eficientes, minimizando así su impacto medioambiental y ahorrando en costes. El uso de un lote suelto presenta también el inconveniente de largos tiempos de permanencia durante el proceso de fusión del lote, con el resultado de una escasa eficiencia en el aprovechamiento del calor.

45 En GB 1331673 se debate la idea de la peletización de lotes de vidrio. La formación de agregaciones granulares o pellets durante la peletización se lleva a cabo impartiendo un movimiento de rotación al lote con la inyección simultánea de un líquido dividido más fino, por ej. agua o una solución de aglutinante y agua. Estos pellets se transportan más fácilmente que los lotes sueltos, y son menos nocivos para la salud porque no desprenden polvo.

50 Durante el proceso de producción del vidrio, es necesaria la fusión de diversos constituyentes de los componentes sólidos del vidrio. Los lotes peletizados previos y/o los lotes sueltos utilizados en el proceso de producción del vidrio han sido mezclas homogéneas de los componentes requeridos en el vidrio.

55 La US 4418153 divulga el uso de pellets de lote de vidrio estratificado en un proceso de producción de vidrio. Se dice que estas son composiciones homogéneas desde el interior del pellet hasta la superficie. Se aplicó el enfoque estratificado en la US 4418153 como una nueva forma de formar pellets de lote de vidrio de un modo relativamente

eficiente. Los pellets producidos en US 4418153 son pellets de lote de vidrio para composiciones de vidrio de silicato, cuyo principal uso es para vidrio plano, vidrio de recipientes, elementos de iluminación, objetos de laboratorio, bombillas y vasos, así como en las instalaciones de fibra de vidrio. Las capas de los pellets proporcionan capas de la misma composición.

- 5 Como reiteración, los pellets de lote de vidrio producidas en US 4418153 tienen una composición transversal homogénea desde el interior a la superficie.

En la patente USA US 4354864 se debate también un proceso para la producción de pellets de lote de vidrio estratificado. Este documento describe la denominada "mezcladora Lancaster", que se utiliza para preparar pellets de lote de vidrio estratificado.

- 10 En PCT/US03/05962 se comentan las vías de reacción que siguen los componentes del lote de materia prima al reaccionar entre sí en un proceso de fusión de vidrio.

En PCT/US03/05962 se identifican los problemas en la producción de vidrio en la que puede ocurrir la segregación de componentes, lo que reduce la eficiencia. En WO-2010139739 se describen pellets de lotes de vidrio con un núcleo hecho de arena de silicio y CaCO y una cubierta de arena de silicio y Na₂CO₃.

- 15 Como se menciona en PCT/US03/05962, solo en la industria del vidrio de EE.UU, se utilizan anualmente más de 250 000 millones de BTU (unidades térmicas británicas) para producir aproximadamente 21 millones de toneladas de productos de vidrio; aproximadamente el 80% de esa energía es suministrada por gas natural. Fundir una tonelada de vidrio requeriría en teoría solo aproximadamente 2,2 millones de BTU, pero en realidad puede oscilar entre 4,5 y 8,5 millones de BTU por tonelada, debido a las pérdidas y a la falta de eficiencia. Considerando este debate, existe en la técnica la necesidad de hacer más eficiente la producción de vidrio, de forma que se requiera menos energía por unidad de vidrio producida.

- 20 Una forma de mitigar este problema proporcionada por PCT/US03/05962 consiste en precombinar selectivamente determinados componentes de una fórmula de lote de vidrio, antes de introducir la composición general del lote en el tanque de fusión de un horno. Estas combinaciones de ingredientes se crean en diversos elementos de reacción discretos formados durante la peletización de distintas combinaciones de materiales.

En un proceso de producción de vidrio típico, utilizado lotes de vidrio en forma peletizada, o lotes sueltos, los lotes se introducen en el horno y hay un gradiente de calor hacia abajo en el horno. En otro proceso de producción de vidrio, hay una temperatura constante en el horno. Todos los componentes se mezclan juntos en el horno y se producen diversas y complicadas reacciones, que en último término conducen a la producción de vidrio.

- 25 Los presentes inventores han examinado la preparación de pellets para el uso en la producción de vidrio, en un proceso de vidrio fundido.

Conforme con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un pellet para el uso en un proceso de lote de vidrio, comprendiendo:

una primera capa comprendiendo Na₂CO₃, y,

- 35 una segunda capa comprendiendo SiO₂ y CaCO₃ cubriendo la primera capa, donde la primera capa comprende un 81% o más de Na₂CO₃ por peso del contenido total de Na₂CO₃ del pellet.

Preferiblemente, donde la primera capa comprende un 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99% o más de Na₂CO₃ por peso del contenido total de Na₂CO₃ del pellet.

- 40 Más preferiblemente, donde la primera capa contiene un 99,1%, 99,2%, 99,3%, 99,4%, 99,5%, 99,6%, 99,7%, 99,8%, 99,9% o más de Na₂CO₃ por peso del contenido total de Na₂CO₃ del pellet.

Ventajosamente, donde la primera capa comprende un 100% de Na₂CO₃ por peso del contenido total de Na₂CO₃ del pellet.

Preferiblemente, donde el pellet contiene además una tercera capa cubierta por la primera capa.

- 45 Más preferiblemente, donde el pellet comprende además una tercera capa entre la primera capa y la segunda capa.

Ventajosamente, donde el pellet contiene además una tercera capa que engloba la segunda capa.

Preferiblemente, donde el pellet comprende además una cuarta capa y una capa o capas adicionales opcionales.

Más preferiblemente, donde las capas son continuas.

- 50

Ventajosamente, donde la primera capa comprende uno o más decolorantes.

Preferiblemente, donde el o los decolorantes comprenden selenio, selenito de bario y/u óxido de erbio.

ES 2 731 123 T3

Más preferiblemente, donde: la primera capa comprende SiO_2 , CaCO_3 y Na_2CO_3 ; y la segunda capa comprende SiO_2 y CaCO_3 .

Ventajosamente, donde el ratio por peso de los componentes de la primera capa es del orden de:

40-60 de SiO_2

5 10-20 de CaCO_3

20-50 de Na_2CO_3 .

Preferiblemente, donde el ratio por peso de los componentes de la primera capa es de 50,00 de SiO_2 : 14,44 de CaCO_3 : 35,58 de Na_2CO_3 .

10 Más preferiblemente, donde el ratio por peso de los componentes de la primera capa es de 53,77 de SiO_2 : 14,44 de CaCO_3 : 32,23 de Na_2CO_3 .

Ventajosamente, donde el ratio por peso de los componentes de la segunda capa es del orden de:

80-95 de SiO_2

5-20 de CaCO_3 .

15 Preferiblemente, donde el ratio por peso de los componentes de la segunda capa es de 89,57 de SiO_2 : 10,43 de CaCO_3 .

Más preferiblemente, donde la segunda capa consiste esencialmente en una mezcla de SiO_2 y CaCO_3 .

Ventajosamente, donde la primera capa y la segunda capa, y cualquier capa adicional, están unidas por un aglutinante.

20 Preferiblemente, donde el aglutinante es agua, una solución acuosa de silicato sódico, una solución acuosa de carbonato sódico, arcilla o cemento.

Más preferiblemente, donde una o más de las capas comprenden MgO y/o uno o más portadores de alúmina.

Ventajosamente, donde una o más de las capas comprenden MgO , de preferencia donde el MgO se incluye como dolomita.

25 Preferiblemente, donde una o más de las capas comprende uno o más portadores de alúmina, opcionalmente donde los portadores de alúmina incluyen feldespatos y/o caolín, y/o donde el o los portadores de alúmina están incluidos solamente en la capa exterior del pellet.

Más preferiblemente, donde el pellet comprende todos los ingredientes para elaborar un vidrio mediante un proceso de lotes.

30 En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para hacer un pellet para el uso en un proceso de lotes de vidrio; comprendiendo el pellet una primera capa que incluye Na_2CO_3 , y una segunda capa comprendiendo SiO_2 y CaCO_3 que cubre la primera capa, comprendiendo la primera capa un 81% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet; comprendiendo el proceso los pasos de:

35 peletización de los componentes de la primera capa comprendiendo un 81% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet, y peletización de los componentes de la segunda capa comprendiendo SiO_2 y CaCO_3 , y la primera capa peletizada, de forma que los componentes de la segunda capa forman una capa sobre la primera capa.

Preferiblemente, donde la primera capa comprende un 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91 %, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet.

40 Más preferiblemente, donde la primera capa contiene un 99,1%, 99,2%, 99,3%, 99,4%, 99,5%, 99,6%, 99,7%, 99,8%, 99,9% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet.

Ventajosamente, comprendiendo además el paso de:

la peletización de una tercera capa: cubierta por la primera capa; entre la primera capa y la segunda capa; o cubriendo la segunda capa.

45 Preferiblemente, comprendiendo además el paso de:

la peletización de una cuarta capa o capas adicionales opcionalmente.

Más preferiblemente, comprendiendo además el paso de incluir ingredientes de trazas de vidrio en la primera capa.

Ventajosamente, comprendiendo además el paso de incluir uno o más decolorantes en la primera capa, preferiblemente donde los decolorantes son selenio, bario selenita y/u óxido de erbio.

Preferiblemente, donde el paso de la peletización de los componentes de la primera capa incluye la peletización de una mezcla comprendiendo SiO_2 , CaCO_3 y Na_2CO_3 .

- 5 Más preferiblemente, donde el paso de la peletización de los componentes de la segunda capa incluye la peletización de una mezcla comprendiendo SiO_2 y CaCO_3 .

Ventajosamente, comprendiendo además el paso de unir la primera capa y la segunda y cualquier capa adicional, con un aglutinante, opcionalmente, donde el aglutinante es agua, una solución acuosa de silicato sódico y una solución acuosa de carbonato sódico, arcilla o cemento.

- 10 En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para producir vidrio, comprendiendo los pasos de:

introducir en un horno de fundición de vidrio uno o más pellets comprendiendo una primera capa incluyendo Na_2CO_3 , y, una segunda capa comprendiendo SiO_2 y CaCO_3 cubriendo la primera capa, donde la primera capa comprende un 81% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet, calentar el o los pellets para producir una solución de vidrio y enfriar la solución de vidrio para producir un vidrio.

15

Preferiblemente, donde la primera capa comprende un 81%, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet.

Más preferiblemente, donde la primera capa comprende un 99,1%, 99,2%,

20

99,3%, 99,4%, 99,5%, 99,6%, 99,7%, 99,8%, 99,9% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet.

En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para producir vidrio, comprendiendo los pasos de:

introducir uno o más pellets, conforme con cualquiera de las reivindicaciones 1-24 en un recipiente de reacción, calentar el o los pellets para producir una solución de vidrio y enfriar la solución de vidrio para producir un vidrio.

25

Más abajo se describen realizaciones de la invención con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

La Figura 1 muestra un pellet conforme con una realización no limitante de la presente invención.

La Figura 2 muestra dos secciones transversales del pellet de la Figura 1.

Las Figuras 3A y 3B son imágenes mostrando el producto de la fusión de dos pellets.

30

Las Figuras 4A y 4B son imágenes mostrando el producto de la fusión de otros dos pellets.

La Figura 5 es un diagrama de fase de un pellet de estrategia 1, conforme con una realización de la presente invención.

35

La Figura 6 es un diagrama de fase de un pellet de estrategia 2, conforme con una realización de la presente invención.

La Figura 7 es una representación esquemática de un horno de lotes de vidrio.

La Figura 8 muestra los patrones de difracción de rayos X del producto de la fusión de tres pellets distintos.

La Figura 9 es una representación esquemática de un horno de lotes de vidrio alternativo.

Protocolo de fabricación de un pellet de vidrio estratificado:

40

La producción de uno o más pellets de vidrio estratificado conforme con la presente invención requiere un proceso de lotes secuencial, en el que cantidades predeterminadas de materiales contenidos en una primera capa son pesados con precisión, habiendo corregido primero cualquier humedad incluida. Estos ingredientes son introducidos en una mezcladora adecuada y homogeneizados. Cuando los ingredientes de la primera capa están completamente mezclados, se añade un aglutinante adecuado, si se requiere.

45

Entre los aglutinantes adecuados se incluyen, entre otros, agua, silicatos sódicos, carbonato sódico, aglutinantes químicos orgánicos e inorgánicos, y cementos disponibles generalmente en la industria. El mezclado de los componentes de la primera capa continua hasta que se produce la granulación. Los diversos tiempos, energías, temperaturas y la necesidad de secado son específicos para cada tipo de mezcladora, y pueden seleccionarse como sea necesario.

50

Tras la creación de la primera capa, se añaden a ésta capas progresivas de componentes, en un proceso secuencial, en un dispositivo de mezclado o varios dispositivos de mezclado en serie. La creación de cada capa requiere el pesado previo y el mezclado de los componentes de la capa deseados. Los diversos tiempos, energías, temperaturas y la necesidad de secado son específicos para cada tipo de mezcladora, y pueden seleccionarse como sea necesario.

En las etapas posteriores de la preparación de pellets conforme con la presente invención, se puede proceder al secado o precalentamiento de cada capa para consolidar y secar los pellets, o acondicionar los pellets para su eventual adición a un lote de vidrio, respectivamente.

El mezclado, la adición, la peletización de la primera capa y la posterior y nueva estratificación pueden también realizarse en una serie de distintas etapas de mezclado. Esto depende de la mezcladora que se utilice y de las preferencias del usuario, es decir, puede depender del tipo de vidrio que se va a fabricar con los pellets.

La patente USA N° 4418153 describe una mezcladora que podría utilizarse para elaborar un pellet de vidrio estratificado, conforme con una realización de la presente invención.

En un ejemplo de proceso para formar un pellet estratificado, cada una de las mezclas de la capa se combinan previamente, se trituran y/o muelen, según se requiera, por un método adecuado, incluyendo, entre otros, trituradora de mandíbulas, molino de rodillos y molino de bolas. En el ejemplo, no limitante, de pellet comentado más abajo con referencia a la Figura 1, se elaboró un pellet de dos capas. El proceso descrito más abajo con referencia a una realización particular, puede ser modificado de modo que los componentes deseados de cada capa de un pellet sean introducidos secuencialmente.

La cantidad deseada de la primera capa se colocó en una peletizadora de disco Eirich™.

Los ejemplos de peletizadoras de disco Eirich™ van de los pequeños tipos R11, a tipos de producción, por ej. tipos DE 22; aunque pueden utilizarse otros tipos de peletizadoras de disco. La peletizadora de disco Eirich™ operó a una velocidad de rotación de disco de 20 a 200 rpm, y una rotación del brazo de mezclado de 0 a 500 rpm. Las temperaturas del disco y el material fueron controladas entre 0 y 60°C. Cuando el material se volteaba por el disco, se introdujo una pulverización de neblina fina de un aglutinante disuelto en agua al 5-50%, tras añadir de 0,5 a 2% de peso seco del aglutinante seleccionado, en este caso solución de silicato sódico (pero se podrían utilizar otros aglutinantes), se introdujo a un nivel que provocara que el material se agregara formando pellets finos. La formación de pellets se produjo a los pocos segundos, pero puede tardar hasta 5 minutos que los pellets alcancen un tamaño y una forma uniformes (generalmente esférica).

Cuando los pellets tuvieron un tamaño similar, se utilizaron dos posibilidades para introducir la siguiente capa.

La primera posibilidad fue descargar los pellets y seguir estratificándolos secuencialmente en una serie de mezcladoras similares, con adición de una segunda capa correctamente pesada por lotes y proporcional. Se introdujeron los materiales de la segunda capa, junto con más adiciones de aglutinante, para mantener húmeda la superficie de los pellets que se formaban, de forma que el material recién añadido se adhirió preferencialmente a los pellets existentes. La formación de la segunda capa dura de 5 segundos a 5 minutos, dependiendo del volumen y el tamaño de los componentes de la segunda capa.

La segunda posibilidad consiste en introducir los materiales de la segunda capa en la misma peletizadora que los pellets hechos en la formación de la primera capa.

En esta segunda posibilidad, el segundo material se introdujo lentamente, junto con más adiciones de aglutinante, para mantener húmeda la superficie de los pellets que se formaban, de forma que el material recién añadido se adhirió de preferencia a los pellets existentes.

Cualquier otro material, para cualquier capa adicional deseada, se introdujo de la misma manera.

Los pellets resultantes de las dos opciones mencionadas más arriba tenían unas dimensiones de unos 8 mm. Los pellets fueron entonces transferidos y secados en un horno con ventilador a 110° C a masa constante, en preparación para su comprobación y evaluación, y posterior uso en un proceso de producción de vidrio.

Similares etapas de formación de capas se producen con cada siguiente capa, hasta que se forman los pellets finales con el número de capas deseado, teniendo cada capa su composición química propia, para el objetivo específico de cada conjunto de pellets. Las capas pueden seleccionarse para conferir a los pellets una composición particular para la química del lote de vidrio que se desee, y con una secuencia de liberación química deseada para la óptima operación del proceso de fusión.

Ejemplo de un pellet estratificado:

Con referencia ahora a la Figura 1, se muestra un pellet que puede ser fabricado como se ha indicado más arriba.

El ejemplo no limitante presentado en la Figura 1 se refiere a un pellet 1 para el uso en un proceso de lotes de vidrio, que se aproxima a un pellet cilíndrico. El pellet aproximadamente cilíndrico de la Figura 1 tiene un cilindro

interno, C_{in} (presentado como un bloque gris en la Figura 1), y un cilindro externo, C_{ex} (presentado como sombreado en la Figura 1).

La Figura 2A muestra el pellet no limitante de la Figura 1 en sección transversal a lo largo del eje indicado por la línea A-A. La Figura 2A muestra el cilindro interno que tiene un primer diámetro, d_{in} , y el cilindro externo que tiene un segundo diámetro, d_{ex} .

La Figura 2B muestra el pellet no limitante de la Figura 1 en sección transversal a lo largo del eje indicado por la línea B-B. La Figura 2B muestra el cilindro interno que tiene una primera altura, h_{in} , y el cilindro externo que tiene una segunda altura, h_{ex} .

A los efectos del experimento, es decir, garantizar que los pellets tuvieran las dimensiones mostradas en las Figuras 1 y 2, y las partes constituyentes como se indica en la siguiente descripción, los pellets de esos ejemplos se prepararon utilizando una prensa. Los componentes del cilindro interno se mezclaron y se prensaron para formar el cilindro interno. Entonces se mezclaron los componentes del cilindro externo, se introdujeron en torno al cilindro interno formado previamente (opcionalmente, en presencia de un aglutinante) y después se prensaron para formar el cilindro con el cilindro interno y el externo. Este proceso de formación no se muestra en las figuras. En otras realizaciones, los pellets pueden tener formas alternativas, por ej., generalmente cilíndricas, prismáticas o cualquier otra forma tridimensional. Conforme a la presente invención se pueden formar también pellets por peletización de disco, como se indica más arriba.

Considerando el pellet generalmente cilíndrico presentado en la Figura 1, se puede calcular como sigue los volúmenes de los cilindros interno y externo.

Volumen del cilindro interno, V_{in} :

$$V_{in} = h_{in} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{in}^2$$

El uso de una herramienta de prensado durante el prensado con un d_{in} fijo, produce cilindros con una altura de:

$$h_{in} = \frac{4 \cdot V_{in}}{\pi \cdot d_{in}^2}$$

Volumen del cilindro externo, V_{ex} :

$$V_{ex} = (h_{in} + \Delta h) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{ex}^2 - h_{in} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_{in}^2$$

El uso de una herramienta de prensado con un d_{ex} fijo produce cilindros con una altura $h_{ex} = h_{in} + \Delta h$, en consecuencia:

$$h_{ex} = \frac{4 \cdot V_{ex}}{\pi \cdot d_{ex}^2} + h_{in} \cdot \frac{d_{in}^2}{d_{ex}^2}$$

y,

$$\Delta h = \frac{4 \cdot V_{ex}}{\pi \cdot d_{ex}^2} - h_{in} \cdot \left(1 - \frac{d_{in}^2}{d_{ex}^2} \right)$$

En los ejemplos de pellets, preparados y comprobados en los ejemplos no limitantes $d_{in}=1,6$ cm, $d_{ex}=2,0$ cm, p (densidad de materiales) se aproximó a $1,6$ g cm^{-3} y m_{total} (masa total de cada pellet) fue de 12 g. Por consiguiente, se obtiene aproximadamente, $h_{in} = 1,9$ cm y $h_{ex} = 2,4$ cm.

Se emplearon dos estrategias distintas para comprobar qué composiciones de los cilindros interno y externo proporcionaban las características de fusión preferibles. Cada estrategia dio como resultado vías de fusión distintas conforme con los diagramas de fase presentados en la Figura 5 (mostrando la estrategia 1) y la Figura 6 (mostrando la estrategia 2).

- 5 Ambas estrategias 1 y 2 tienen el mismo objetivo, es decir, reabsorber tanto óxido de calcio como sea posible en una fase precoz de la fusión. En la estrategia 1, la masa fundida primaria es un flujo similar a la sal con baja viscosidad y una elevada afinidad a la arena no disuelta; esto se consigue a expensas de una temperatura relativamente elevada del inicio de la fusión. En la estrategia 2, la masa fundida primaria es menos semejante a la sal, y tiene una afinidad algo menor a la arena no disuelta, pero una temperatura de inicio de fusión significativamente más baja. Ambas estrategias constituyen ejemplos no limitantes entre los que se puede hallar un equilibrio aún mejor de las características "naturaleza tipo sal, por consiguiente, elevada afinidad a la arena no disuelta", y "baja temperatura de inicio de fusión".
- 10 Los límites no son limitantes en la medida en que las Figuras 5 y 6 se refieren a simples lotes modelo conteniendo solo ceniza de sosa, piedra caliza y arena. En otros ejemplos de lotes de vidrio, el sistema correspondiente comprendería los tres componentes esenciales siguientes:
- Componente(s) de arena modelo: arena, portadores de Al_2O_3 como feldespatos, rojo hierro y/o cualquier materia prima oxidica con punto de fusión elevado.
- Componente(s) de piedra caliza modelo: piedra caliza y/o dolomita.
- 15 Componente(s) de ceniza de sosa modelo; ceniza de sosa, cualquier agente de afinado, carbón, cualquier colorante y/o decolorante.
- Esto no limita la decisión de cambiar arbitrariamente la asignación de constituyentes menores del lote (agentes de afinado, carbón, colorantes, decolorantes, etc.) a cualquiera de las anteriores categorías.
- 20 En consecuencia, la composición de la PRE-MIX (mezcla previa) depende de la composición específica del vidrio, y de la materia prima base específica utilizada. Pero la estrategia general es siempre idéntica: La PRE-MIX está diseñada para generar un flujo tipo sal de escasa viscosidad, conteniendo elevadas cantidades de óxido de calcio y magnesio, con una elevada afinidad a la arena, y la temperatura de inicio de fusión más baja que puede obtenerse en estas condiciones. La POST-MIX (mezcla posterior) contiene las cantidades residuales resumidas en las categorías arena modelo y piedra caliza modelo (ver más arriba).
- 25 Los pellets compuestos de dos cilindros, uno dentro del otro, se prepararon según las anteriores consideraciones. Cada cilindro tenía una composición distinta según la estrategia 1 o la estrategia 2, más abajo. Las estrategias 1 y 2 más abajo detallan los componentes de los cilindros dentro de cada cilindro, en esos ejemplos. Las estrategias se muestran en las siguientes tablas 1 y 2:

Tabla 1

ESTRATEGIA 1						
LOTE	g/mol	kg/t	kmol/t			
arena	60,084	720,0	11,9832			
piedra caliza	100,089	249,9	2,4965			
ceniza de sosa	105,989	239,4	2,2587			
suma		1209,3	16,7384			
PRE MIX	g/mol	kg/t	kmol/t	g muestra		%peso
SiO ₂	3,7247	223,8		2,24	SiO ₂	50,00
CaCO ₃	1,4660	146,7		1,47	CaO	14,44
Na ₂ CO ₃	2,2587	239,4		2,39	Na ₂ O	35,58
CO ₂		163,9				
suma				6,10		
POST MiX	g/mol	kg/t	kmol/t	g muestra		%peso
SiO ₂	8,2585	496,2		4,96	Si O ₂	89,57
CaCO ₃	1,0305	103,1		1,03	CaO	10,43
CO ₂		45,4				
suma				5,99		

La estrategia 1, en la tabla 1, presenta un ejemplo no limitante de mezcla de arena, piedra caliza y ceniza de sosa, que pueden combinarse en un lote para producir vidrio mediante un proceso de fusión de lotes. La tabla 1 muestra los constituyentes de dos capas de un pellet estratificado, la pre mix está en una primera capa y la post mix en una segunda capa. Se realizaron tests tomando la capa post mix como cilindro externo, y la capa pre mix como cilindro interno, y viceversa.

Hablando en general, la estrategia 1 utiliza una masa fundida primaria tipo sal de la combinación de metasilicatos. Utilizando composiciones conforme con la estrategia 1, la fusión comienza con una masa fundida tipo sal de bajo contenido líquido y baja viscosidad. Se añade arena en proporción para que el sistema se mantenga en la combinación de metasilicatos. La masa fundida primaria desaparece rápidamente, dejando detrás los silicatos sólidos. La masa fundida secundaria no empieza antes de alcanzar los 1120°C, y luego avanza rápidamente hacia la composición final. En otras palabras, en la estrategia 1 se utiliza una viscosidad generalmente baja, y la fusión comienza más tarde que en la estrategia 2 (ver más abajo) porque en la masa fundida la composición es mucho más móvil.

Tabla 2

ESTRATEGIA 2						
LOTE	g/mol	kg/t	kmol/t			
arena	60,084	720,0	11,9832			
piedra caliza	100,089	249,9	2,4965			
ceniza de sosa	105,989	239,4	2,2587			
suma		1209,3	16,7384			
PRE MIX	g/mol	kg/t	kmol/t	g muestra	%peso	
SiO2	3,8871	233,6		2,34	SiO2	53,77
CaCO3	1,0844	108,5		1,09	CaO	14,00
Na2CO3	2,2587	239,4		2,39	Na2O	32,23
CO2		147,1				
suma				5,82		
POST MIX	g/mol	kg/t	kmol/t	g muestra	%peso	
SiO2	8,0961	486,4		4,86	SiO2	89,57
CaCO3	1,4121	141,3		1,41	CaO	10,43
CO2		62,1				
suma				6,27		

La estrategia 2, en la tabla 2, presenta un ejemplo no limitante de mezcla de arena, piedra caliza y ceniza de sosa, que pueden combinarse en un lote para producir vidrio mediante un proceso de fusión de lotes. La tabla 2 muestra los constituyentes de dos capas de un pellet estratificado; la post mix está en la primera capa y la post mix en la segunda capa. Se realizaron tests tomando la capa post mix como cilindro externo (capa), y la capa pre mix como cilindro interno (capa), y viceversa.

Hablando en general, la estrategia 2 utiliza una mezcla eutéctica a baja temperatura. Utilizando la estrategia 2 se obtiene una masa fundida de silicato de bajo contenido líquido y alta viscosidad al inicio de la fusión. Se añade piedra caliza en una cantidad de modo que la mayor parte del CaO se reabsorbe en la masa fundida. Los silicatos ternarios sólidos se precipitan, dejando una masa de fusión con un peso del 22%. La fusión secundaria avanza de forma constante hacia la composición final. En otras palabras, en la estrategia 2 se utiliza una viscosidad generalmente baja, y la fusión comienza antes que en la estrategia 2 (ver más abajo) porque en la masa fundida la composición es más agresiva.

En el siguiente debate, se comparan y refieren las estrategias tal como se muestra en la tabla 3:

Tabla 3

	vía de fusión	mezcla interna	mezcla externa
PRE-S1	Estrategia 1	PRE	POST
POST-S1	Estrategia 1	POST	PRE
PRE-S2	Estrategia 2	PRE	POST
POST-S2	Estrategia 2	POST	PRE
Estrategia 0	mezcla de lote normal; tratado como lote de pellets de referencia		

Siguiendo la anterior nomenclatura, un pellet formado conforme con la estrategia 1, con capa pre mix como cilindro interno, y capa post mix como cilindro externo, se designa como PRE-S1.

5 Las Figuras 3A y 3B son imágenes mostrando los productos de fusión de pellets utilizando la estrategia 1. La Figura 3A muestra el uso de premix como el cilindro interno. La Figura 3B muestra el uso de postmix como el cilindro interno. Se aumentó la temperatura de los pellets hasta 1300°C en un horno a una velocidad de 10° C por minuto; cuando se alcanzaron los 1300° C, se dejó el horno durante una hora; se dejó enfriar el producto y se fotografió.

10 Las Figuras 4A y 4B son imágenes mostrando los productos de fusión de pellets utilizando la estrategia 2. La Figura 4A muestra el uso de premix como el cilindro interno. La Figura 4B muestra el uso de postmix como el cilindro interno. Se aumentó la temperatura de los pellets hasta 1300°C en un horno a una velocidad de 10° C por minuto; cuando se alcanzaron los 1300° C, se dejó el horno durante una hora; se dejó enfriar el producto y se fotografió.

15 En las Figuras 3A, 3B, 4A y 4B puede verse que colocando la denominada premix como cilindro interno, se obtiene un producto de vidrio que generalmente es uniforme. Por el contrario, colocando la postmix como cilindro interno se obtiene un tocón, es decir, una masa generalmente sólida, rodeada de productos fundidos del cilindro externo (premix). Es preferible colocar la premix en el interior del pellet, rodeada por la postmix.

20 La premix de la estrategia 1 y la estrategia 2 contiene SiO₂, CaCO₃ y Na₂CO₃. La postmix de la estrategia 1 y la estrategia 2 contiene SiO₂ y CaCO₃, pero no Na₂CO₃. Sin querer limitarse a la teoría, se cree que la postmix que no tiene Na₂CO₃ es menos reactiva y menos inestable que la premix, que necesariamente incluye Na₂CO₃. Tener la capa de postmix menos reactiva en el exterior de los pellets significa que con temperatura alta en la masa fundida la premix reacciona, pero es limitada por la postmix, que actúa para contener una porción del CO₂ generado por las reacciones en la premix. Este aumento de presión, en relación con un pellet de composición uniforme, aumenta la velocidad de reacción, y los pellets reaccionan desde el interior al exterior, así como del exterior al interior, por la reacción de los componentes de la masa fundida con la superficie externa de los pellets de ejemplo. Se ha observado que añadiendo más de un 19% del total Na₂CO₃ de peso del pellet completo en la postmix (en la capa externa) se obtiene la formación de un tocón tras la cocción. Añadiendo un 19% o menos, por ejemplo 18%, 17%, 16%, 15%, 14%, 13%, 12%, 11%, 10%, 9%, 8%, 7%, 6%, 5%, 4%, 3%, 2%, 1 % o 0% de peso del pellet completo en la postmix (en la capa externa) no hay formación de un tocón tras la cocción. Cuanto menos Na₂CO₃ por peso esté presente en la postmix (en la capa externa) mejores son las características de fusión del pellet.

30 En estos ejemplos, el aglutinante de las distintas capas es una solución de agua y silicato sódico. En otras realizaciones, el aglutinante de las distintas capas puede ser una solución de un carbonato metálico alcalino en agua, u otro aglutinante adecuado.

35 En estos ejemplos, los pellets son aproximadamente cilindros. Este ejemplo ha sido seleccionado para mostrar los cálculos necesarios para medir los volúmenes y cantidades de los distintos constituyentes de los pellets de ejemplo. Se puede hacer que los pellets tengan otras formas y tamaños, por ej. los pellets pueden tener una forma aproximadamente ovoide, de cilindro, prisma, cubo, pirámide, cono o cualquier otra forma tridimensional.

Las capas de los pellets pueden ser de forma tridimensional equivalente a la de la primera capa, o ser de forma distinta. Un cálculo importante visto anteriormente es la cantidad de cada sustancia que llega a las capas con

composiciones preferentes, de forma que el itinerario de reacción en una masa fundida de vidrio pueda ser controlada, como se requiera.

5 Mediante distintas capas hechas de diferentes sustituyentes, y utilizando los pellets de los anteriores ejemplos no limitantes como uno de los materiales de inicio de la masa fundida de vidrio, se pueden controlar las vías de reacción en una masa fundida de vidrio, para que sigan una vía preferente. Aportando una mayor velocidad de fusión en un horno de fusión de vidrio se utiliza menos energía para calentar el horno por unidad de vidrio producida.

10 En el ejemplo no limitante de la Figura 1, las capas son continuas, en el sentido de que la capa interna no está en contacto con la atmósfera exterior, es decir, la capa externa cubre la capa interna. En otras realizaciones, las capas no son continuas. Por ejemplo, una capa puede cubrir a otra capa o a la primera capa, pero dentro de esa capa pueden estar los constituyentes de otra capa en forma de partículas separadas.

15 Los productos de fusión, es decir, el vidrio generalmente solidificado producido tras calentar determinados pellets, fueron analizados por difracción de rayos X. La difracción de rayos X se utilizó en este ejemplo para proporcionar una indicación cualitativa de la cantidad de cristobalita presente en el producto de fusión resultante. La cantidad de cristobalita presente es una medición directa de la cantidad de arena residual (es decir, todavía no disuelta). En los procesos industriales de fusión de vidrio, el tiempo requerido para completar la disolución de la arena determina esencialmente el tiempo de permanencia global en el horno requerido para obtener una masa fundida clara y viable. Determina por tanto la productividad de la fusión, así como la eficiencia del aprovechamiento del calor. Como puede verse en la Figura 8, hay menos cristobalita resultante en la secuencia: estrategia 2 < estrategia 1 < estrategia 0. Esto indica que las estrategias 1 y 2 proporcionan características de fusión mucho mejores (con menos arena no disuelta) que la estrategia 0. En este ejemplo particular, la estrategia 2 proporciona unas características de fusión ligeramente mejores que la estrategia 1.

25 Se puede añadir algo de óxido de magnesio (MgO) y/u óxido de aluminio (Al₂O₃) a una o más capas del pellet, para obtener finalmente vidrio con una composición química concreta deseada. En una realización, se añade MgO en forma de dolomita en lugar de algo del CaCO₃, en cualquiera de las capas. En una realización, se pueden añadir uno o más portadores de alúmina a cualquiera de las capas. Los portadores de alúmina comprenden feldespatos y/o caolín. En una realización particular, se añaden uno o más portadores de alúmina preferiblemente a la capa externa de los pellets.

Método de fabricación de vidrio

30 Con referencia a la Figura 7, se representa esquemáticamente un horno de fusión de vidrio 22. Se han preparado diversos pellets 20 utilizando los métodos descritos más arriba. Los pellets 20 se introducen en el horno de fusión de vidrio 22. Los pellets 20 pueden ser del tipo ilustrado en la Figura 1, y comentado más arriba.

35 El horno de fusión de vidrio 22 se calienta mediante calentadores (que no se muestran) El horno de fusión de vidrio 22 puede ser calentado a temperatura constante a lo largo de su longitud. El horno de fusión de vidrio 22 puede también tener un aumento incremental de la temperatura a lo largo de toda su longitud o parte de ella. La flecha 23 muestra en general un aumento de la temperatura desde la parte superior del horno a la inferior. En la parte inferior del horno, la flecha 25 muestra el paso del vidrio fundido una vez se ha fundido y ha reaccionado en el horno de vidrio 22. El vidrio fundido sacado del horno puede ser procesado de forma estándar para vidrio fundido, por ej. para hacer paneles de vidrio y otros productos de vidrio.

40 Hay dos líneas límite representadas por las líneas punteadas 21 y 24 en la Figura 7.

45 Esas dos líneas límite indican en general distintas interfaces entre reactivos en el horno de vidrio 22. Cuando se añaden los pellets 20 al horno de vidrio, son pellets sólidos. Las distintas capas de los pellets se funden secuencialmente, y a diferentes temperaturas, bajando por el horno de vidrio 22 hacia la salida (indicada por la flecha 25). En las interfaces, indicadas por las líneas punteadas 21 y 24, las distintas capas del pellet reaccionan con la masa de vidrio ya fundida. En otras palabras, tras la línea 24 todo el contenido del pellet está fundido y reaccionando.

En la interfaz 24, por ejemplo, el vidrio fundido reacciona con distintas capas de los pellets.

50 La Figura 2 es esquemática en el sentido de que puede haber más o menos de las interfaces indicadas en general por las líneas 21 y 24, dependiendo del número de capas del pellet, las temperaturas seleccionadas a lo largo del horno y la química específica de cada capa de los pellets.

55 En otra realización, los pellets de vidrio 220 se introducen en un tanque poco profundo (Figura 9). En esta realización, el flujo principal avanza en dirección horizontal, indicada en general por la flecha 225 de la Figura 9. El lote 221 flota por encima de la masa fundida. Un vórtice de flujo de vidrio caliente fluye por debajo del lote y le transmite calor extra. Así, el lote se funde tanto por arriba como por abajo. Dentro de un primer vórtice (a la izquierda de la Figura 9), se disuelve la arena residual. El proceso de afinado (eliminar las burbujas de la masa fundida) se produce en el espacio dominado por un segundo vórtice (a la izquierda de la Figura 9). El refinado (reabsorción de las burbujas residuales, acondicionamiento) tiene lugar en un espacio tras la flecha 225. Este compartimento puede denominarse un "refinador". Dependiendo del diseño del horno, el crisol 222 puede estar separado del refinador por un estrecho orificio (una "garganta", típica del vidrio de envases) o un pasaje ligeramente estrecho (una

"cintura", típica del vidrio flotado). 223 en la Figura 9 muestra una distribución de temperatura típica a lo largo del eje longitudinal del horno. Las temperaturas más elevadas se encuentran en el denominado punto caliente 226, que al mismo tiempo es un punto de partida con un fuerte flujo ascendente de masa de vidrio fundida.

5 Los pellets de la presente invención pueden utilizarse para producir vidrio. Un ejemplo de proceso para producir vidrio requiere la adición de pellets en la parte superior de un horno que ya contiene una solución de vidrio, como se muestra esquemáticamente en la Figura 7 y se ha comentado anteriormente. Otro ejemplo de proceso para la producción de vidrio se expone con referencia a la Figura 9, más arriba.

10 Al hablar de una solución de vidrio, es frecuente hacer referencia a la termodinámica de la solución de vidrio, con referencia a la temperatura a la que se producen los distintos pasos y/o características del vidrio. Por ejemplo, es frecuente referirse a la temperatura a la que se alcanza una determinada viscosidad de la solución de vidrio.

En el ejemplo de pellet, como se muestra en la Figura 1 y se describe más arriba, la capa externa C_{ex} es en general menos reactiva que la capa interna C_{in} porque C_{ex} contiene poco o nada de Na_2CO_3 .

15 La capa interna C_{in} es más agresiva e inestable que la capa externa C_{ex} . En efecto, como la capa externa C_{ex} es menos reactiva que la capa interna, C_{ex} actúa generalmente conteniendo los productos fundidos y frenando la liberación de gas de la capa interna C_{in} para aumentar la velocidad a la que la capa interna C_{in} se funde y reacciona de dentro afuera hasta alcanzar una temperatura a la cual funde todo el pellet y pasa a estado líquido.

La eficiencia relativa de cada etapa de la disolución de cada una de las capas puede mejorarse introduciendo agentes que liberen agentes formadores de burbujas dentro de la primera capa, por ej. sulfato sódico.

20 En base a los patrones de difracción de rayos X de la Figura 8, es decir, en base a las alturas máximas, la disolución del cuarzo es aproximadamente un 25% más rápida en la estrategia 2, y aproximadamente un 50% en la estrategia 1, en relación con la estrategia 0. Imágenes tomadas de las masas fundidas de vidrio utilizando los pellets de la presente invención sugieren los mismos ratios.

25 En un proceso de fusión de vidrio, asumiendo un tiempo de permanencia total de 24 h (12 h para la disolución del cuarzo y 12 horas para el afinado). Dado que el proceso de afinado requiere tiempos idénticos en cada caso, el tiempo total de permanencia en el horno podría reducirse a 20 horas para los pellets de la estrategia 1, y 15 h para los pellets de la estrategia 2 (estas estrategias se han explicado más arriba) Por tanto, se espera un incremento de eficiencia de por lo menos un 15% en un proceso de fusión de vidrio utilizando los pellets de la presente invención, comparado con los pellets típicos, bien conocidos. Este incremento en eficiencia se reflejará en una reducción del porcentaje similar en el consumo de energía. Esta estimación del incremento de la eficiencia es probablemente demasiado tímida. Este es especialmente el caso con pellets con la estrategia 2, donde hay potencial de mayor ahorro de energía. Se espera que los pellets de la presente invención produzcan por lo menos un ahorro de un 15 a un 20% en el consumo de energía, cuando se utilizan en procesos de fusión de vidrio, en comparación con pellets conocidos.

35 La peletización de lotes de vidrio es un concepto común. Conforme con la presente invención, la composición de los pellets de lote, en total, mantiene la química dentro de los límites esperados para el tipo de vidrio a fabricar. No obstante, los pellets se preparan mediante un proceso de estratificación. El proceso de estratificación permite elaborar el vidrio con menos limitaciones cinéticas en la fase de fusión, lo que permite un menor consumo global de energía, y una mayor eficiencia.

40 Las composiciones globales de determinados vidrios, entre otros, preparados utilizando los pellets de la presente invención se muestran en las tablas 7 y 8. Los ingredientes de las composiciones globales se preparan como pellets conforme con la presente invención.

45 En otro aspecto de la presente invención, se pueden incluir decolorantes (ej. selenio, selenito de bario y óxido de erbio) en la primera capa, por ejemplo C_{in} del pellet descrito con referencia a la Figura 1. Los agentes de afinado, los agentes colorantes y decolorantes tienden a ser volátiles e inflamarse durante los procesos de fusión del vidrio. Incluyendo decolorantes en la primera capa se reduce su tendencia a inflamarse. En otras palabras, incluyendo decolorantes en la primera capa de los pellets, se requiere menos decolorante porque se desperdicia menos por volatilización. Esto ahorra costes y mejora la eficiencia, es decir, se desperdicia menos material.

50 En esta especificación y las reivindicaciones, cuando se utilizan los términos «comprende» y «comprendiendo», así como sus variantes, significan que las características, los pasos o los números enteros especificados están incluidos. No debe interpretarse que los términos excluyen la presencia de otras características, pasos o componentes.

55 Las características divulgadas en la anterior descripción, o las siguientes reivindicaciones, o las figuras que acompañan, expresadas en sus formas específicas, o en términos de un medio para realizar la función divulgada, o un método o proceso para alcanzar el resultado divulgado, según sea apropiado, pueden ser utilizadas por separado o en cualquier combinación de tales características, para la realización de la invención en diversas formas de la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un pellet para el uso en un proceso de lotes de vidrio, comprendiendo:
una primera capa comprendiendo Na_2CO_3 , y,
- 5 una segunda capa comprendiendo SiO_2 y CaCO_3 cubriendo la primera capa, donde la primera capa comprende un 81 % o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet.
2. El pellet de la reivindicación 1, donde la primera capa comprende 81 %, 82%, 83%, 84%, 85%, 86%, 87%, 88%, 89%, 90%, 91%, 92%, 93%, 94%, 95%, 96%, 97%, 98%, 99% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet; opcionalmente, donde la primera capa contiene 99,1%, 99,2%, 99,3%, 99,4%, 99,5%, 99,6%,
10 99,7%, 99,8%, 99,9% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet; opcionalmente, donde la primera capa comprende un 100% de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet.
3. El pellet de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde: el pellet además comprende una tercera capa cubierta por la primera capa; o, el pellet comprende además una tercera capa entre la primera capa y la segunda capa; o el pellet comprende además una tercera capa cubriendo la segunda capa.
- 15 4. El pellet de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde: el pellet además comprende una cuarta capa u opcionalmente capas adicionales.
5. El pellet conforme con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde las capas son continuas.
6. El pellet conforme con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la primera capa comprende uno o más decolorantes; opcionalmente, donde el o los decolorantes comprenden selenio, selenito de bario y/u óxido de
20 erbio.
7. El pellet conforme con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde: la primera capa comprende SiO_2 , CaCO_3 y Na_2CO_3 ; y la segunda capa comprende SiO_2 y CaCO_3 .
8. El pellet conforme con la reivindicación 7, donde el ratio por peso de los componentes de la primera capa es del orden de:
25 40-60 % de SiO_2
10-20 % de CaCO_3
20-30 % Na_2CO_3 ; opcionalmente,
donde el ratio por peso de los componentes de la primera capa es de 50,00 de SiO_2 :
14,44 CaCO_3 : 35,58 de Na_2CO_3 ; o,
- 30 donde el ratio por peso de los componentes de la primera capa es de 53,77 de SiO_2 :
14,44 de CaCO_3 : 32,23 de Na_2CO_3 .
9. El pellet conforme con cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, donde el ratio por peso de los componentes de la segunda capa es del orden de:
80-95 de SiO_2
35 5-20 de CaCO_3 ; opcionalmente,
donde el ratio por peso de los componentes de la segunda capa es de 89,57 de SiO_2 : 10,43 de CaCO_3 ; o,
donde la segunda capa consta esencialmente de una mezcla de SiO_2 y CaCO_3 .
10. El pellet conforme con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, donde la primera capa y la segunda capa, y todas las capas adicionales están unidas entre sí por un aglutinante; opcionalmente, donde el aglutinante es agua,
40 una solución acuosa de silicato sódico, una solución acuosa de carbonato sódico, arcilla o cemento.
11. El pellet conforme con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una o más capas comprenden MgO y/o uno o más portadores de alúmina; opcionalmente, donde una o más de las capas comprenden MgO , de preferencia donde el MgO está incluido como dolomita.
- 45 12. El pellet de la reivindicación 11, donde una o más de las capas comprende uno o más portadores de alúmina, opcionalmente donde los portadores de alúmina incluyen feldespatos y/o caolín, y/o donde el o los portadores de alúmina están incluidos solamente en la capa externa del pellet.
13. El pellet conforme con cualquiera de las reivindicaciones 1-12, donde el pellet comprende todos los ingredientes para preparar vidrio mediante un proceso de lotes.

14. Un método para hacer un pellet para el uso en un proceso de lotes de vidrio; comprendiendo el pellet una primera capa que incluye Na_2CO_3 , y una segunda capa que comprende SiO_2 y CaCO_3 que cubre la primera capa, comprendiendo la primera capa un 81% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet; comprendiendo el proceso los pasos de;
- 5 la peletización de los componentes de la primera capa comprendiendo un 81% o más de Na_2CO_3 por peso del contenido total de Na_2CO_3 del pellet, y la peletización de los componentes de la segunda capa, comprendiendo SiO_2 y CaCO_3 , y la primera capa peletizada, de modo que los componentes de la segunda capa forman una capa sobre la primera capa.
15. Un método para la elaboración de vidrio, que comprende los pasos de:
- 10 introducir uno o más pellets, conforme con cualquiera de las reivindicaciones 1-13
en un recipiente de reacción,
calentar el o los pellets para producir una solución de vidrio y
enfriar la solución de vidrio para producir un vidrio.

15

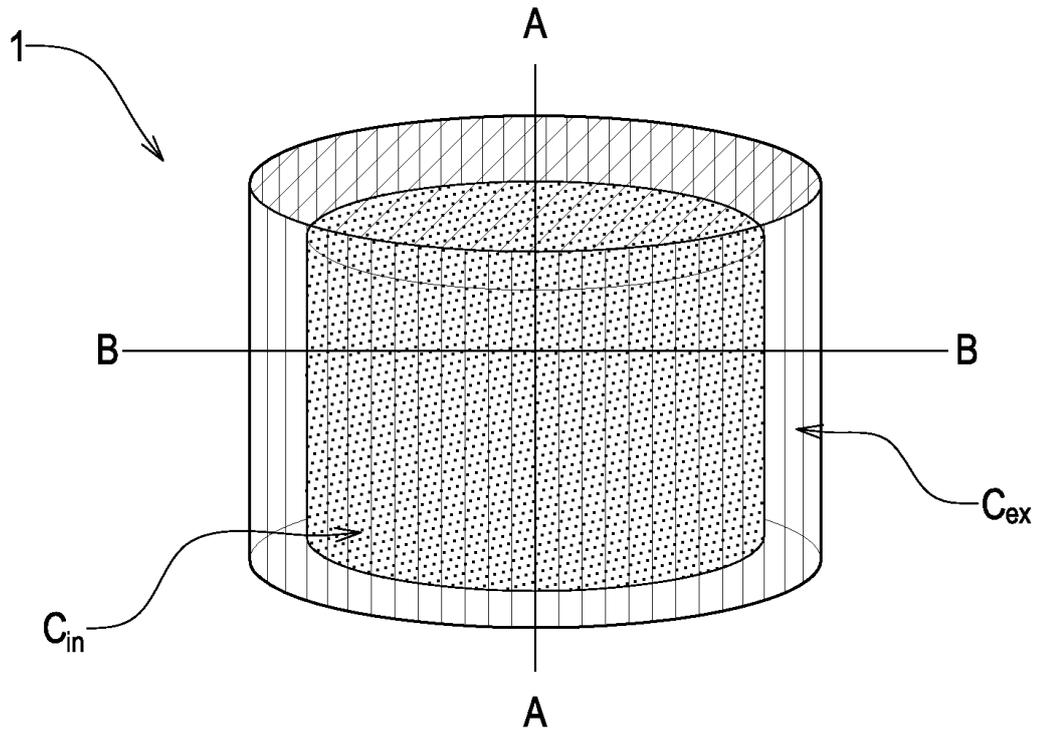


FIG. 1

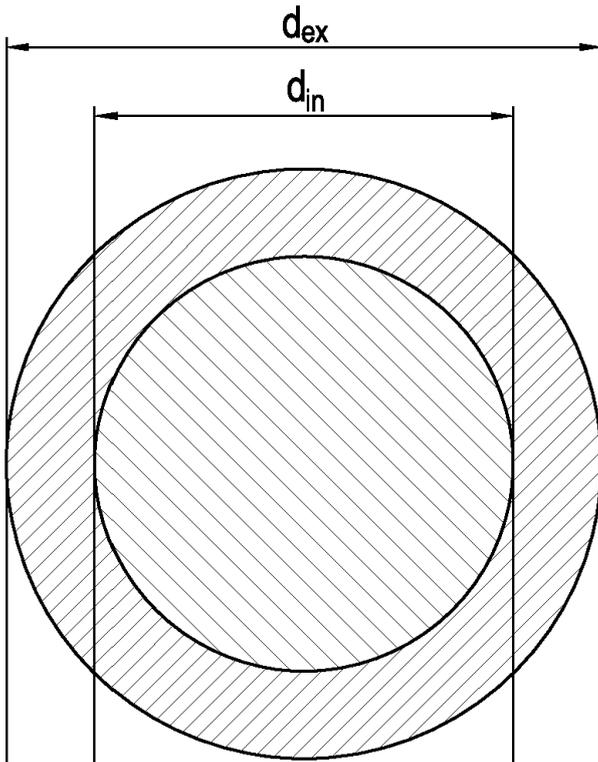


FIG. 2a

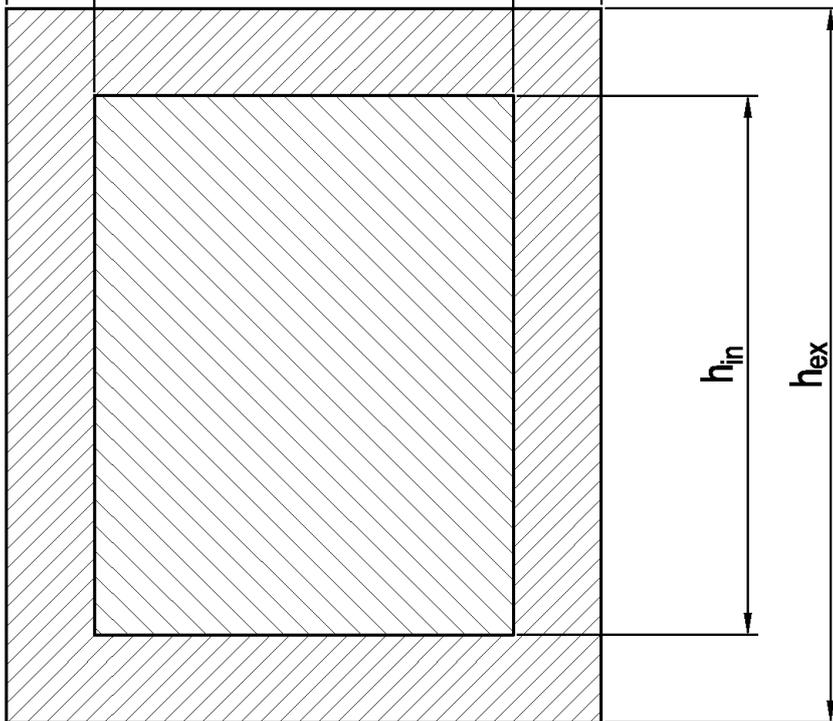


FIG. 2b

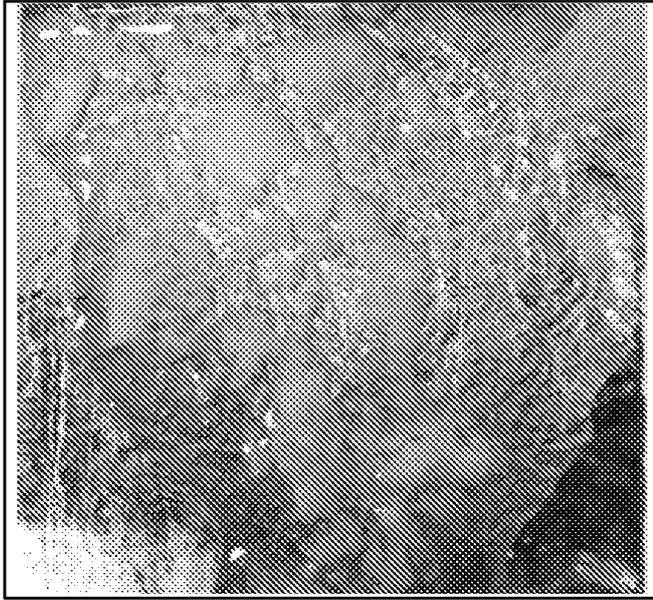


FIG. 3a

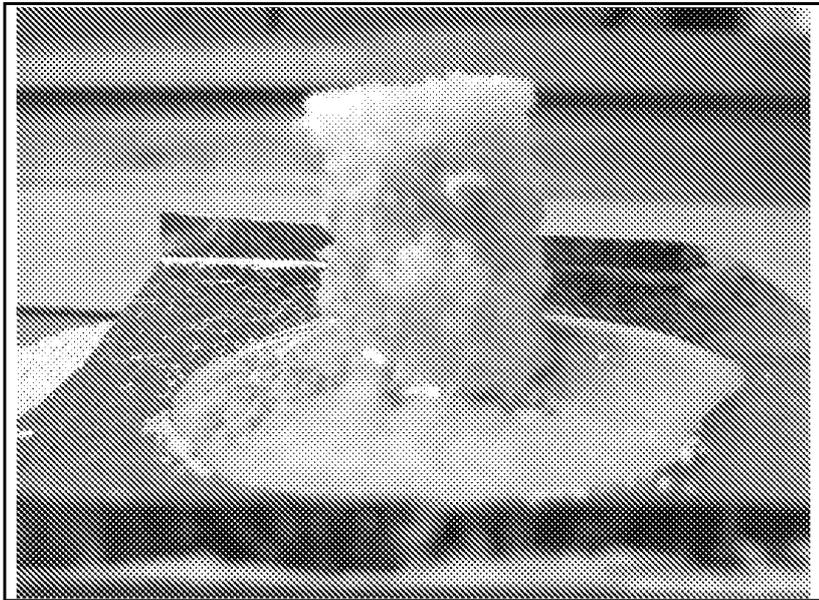


FIG. 3b



FIG. 4a



FIG. 4b

Estrategia 1: desarrollo de masa fundida,
y viscosidad de la masa fundida.

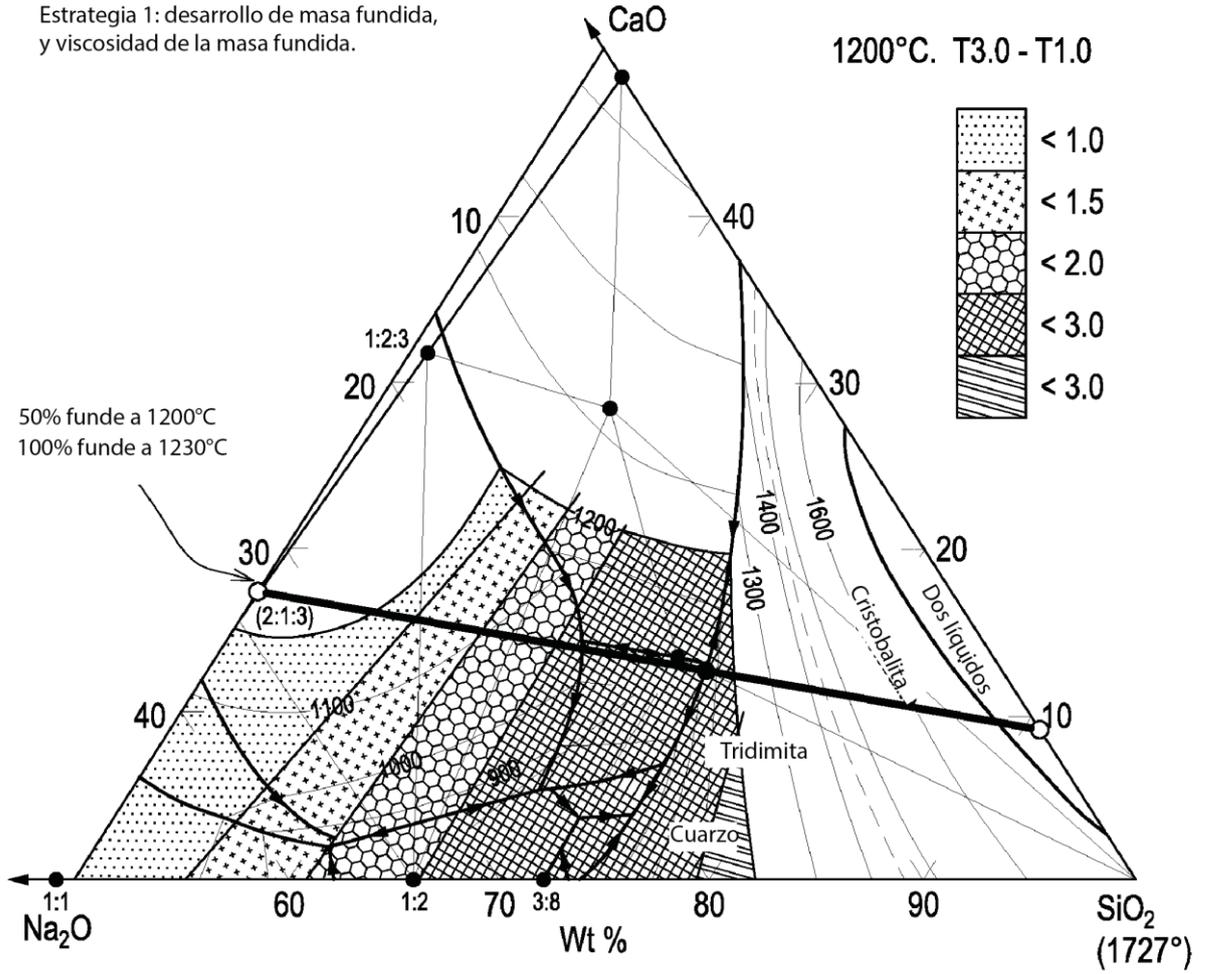
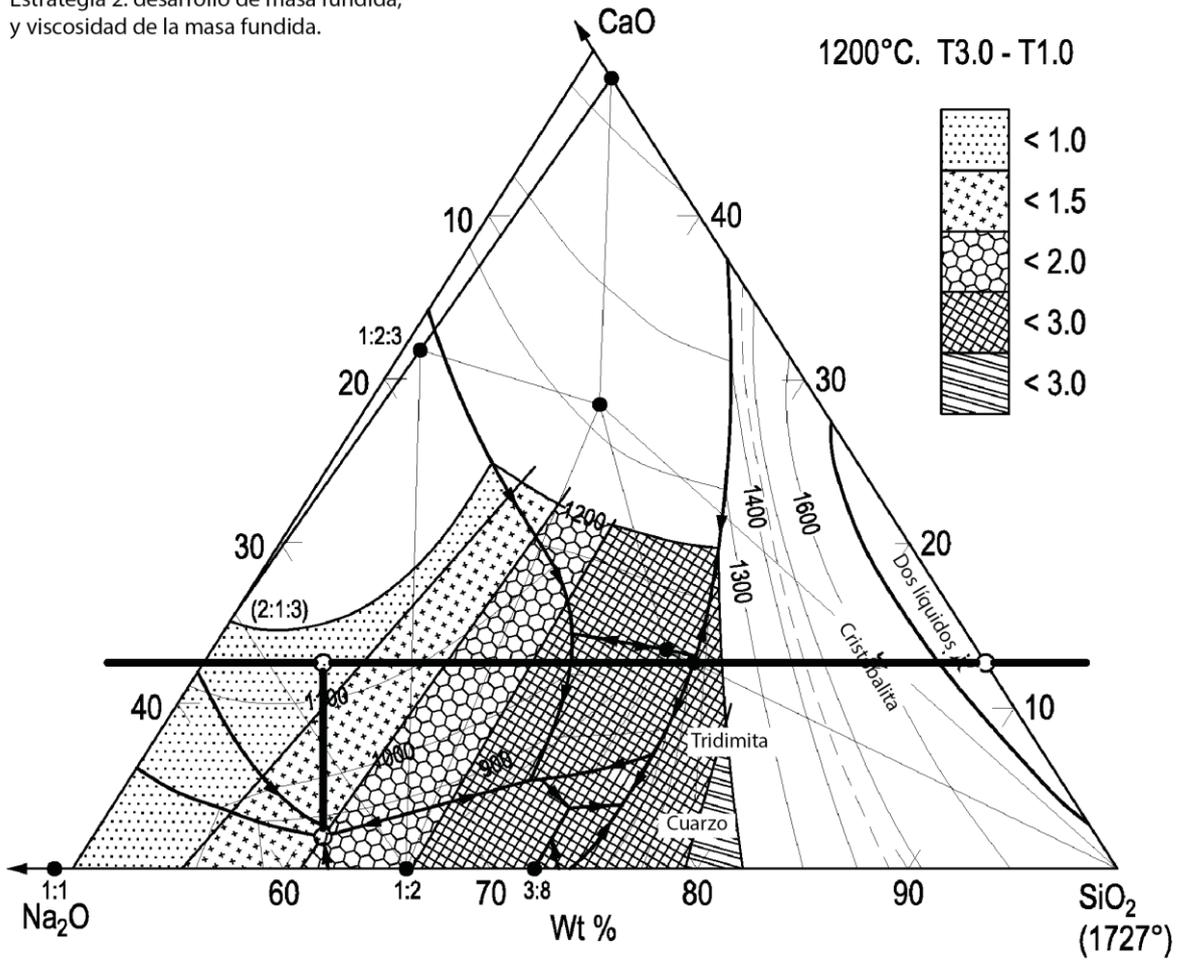


FIG. 5

Estrategia 2: desarrollo de masa fundida,
y viscosidad de la masa fundida.



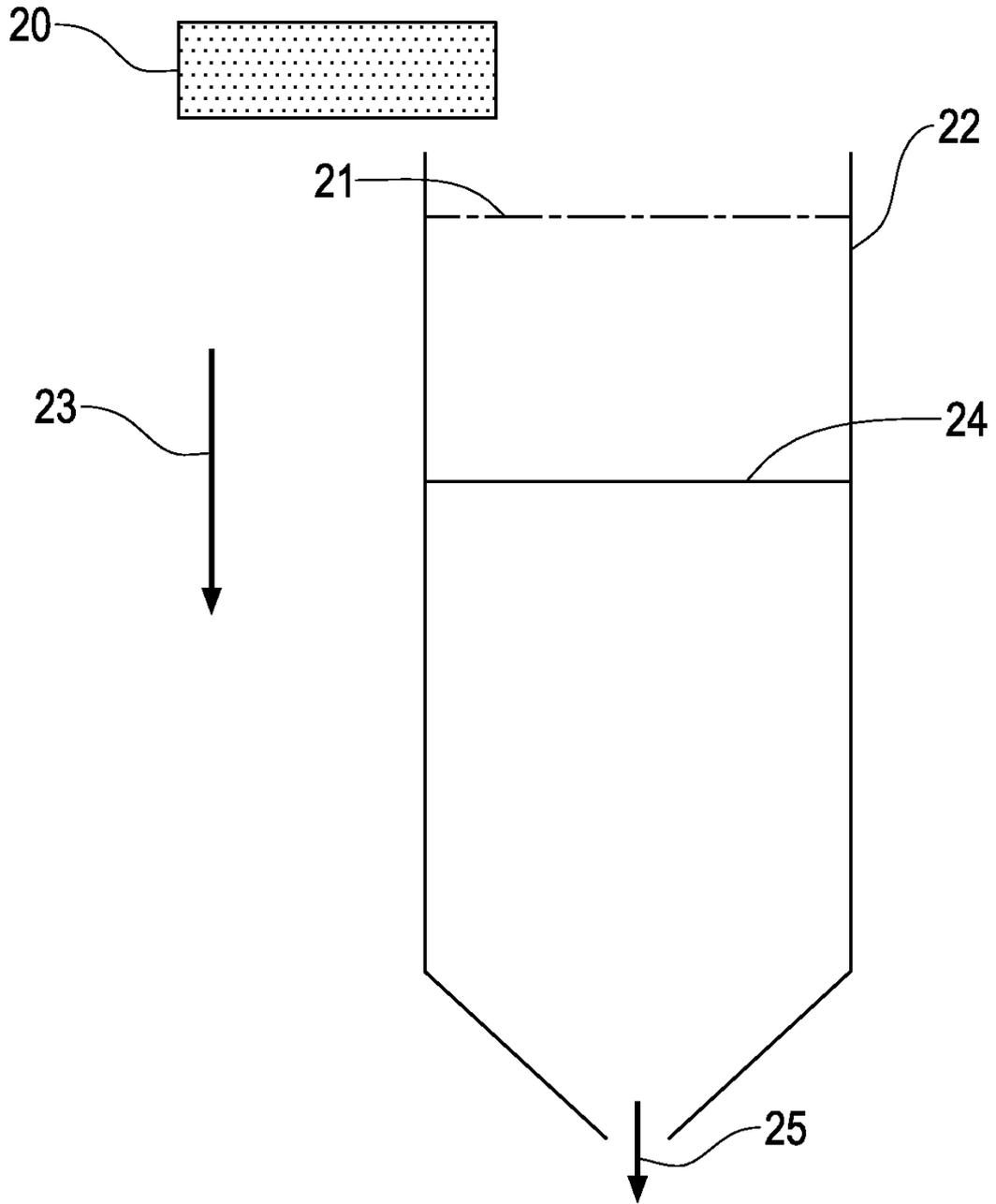


FIG. 7

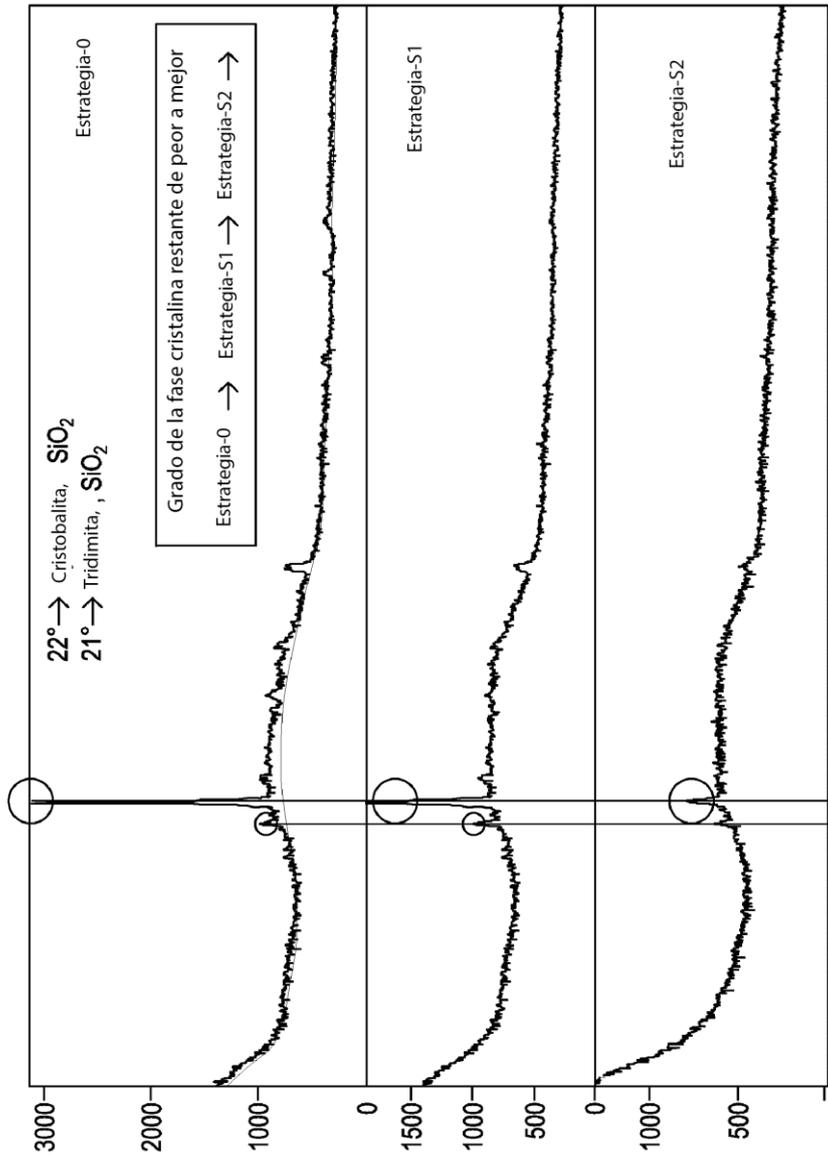


FIG. 8

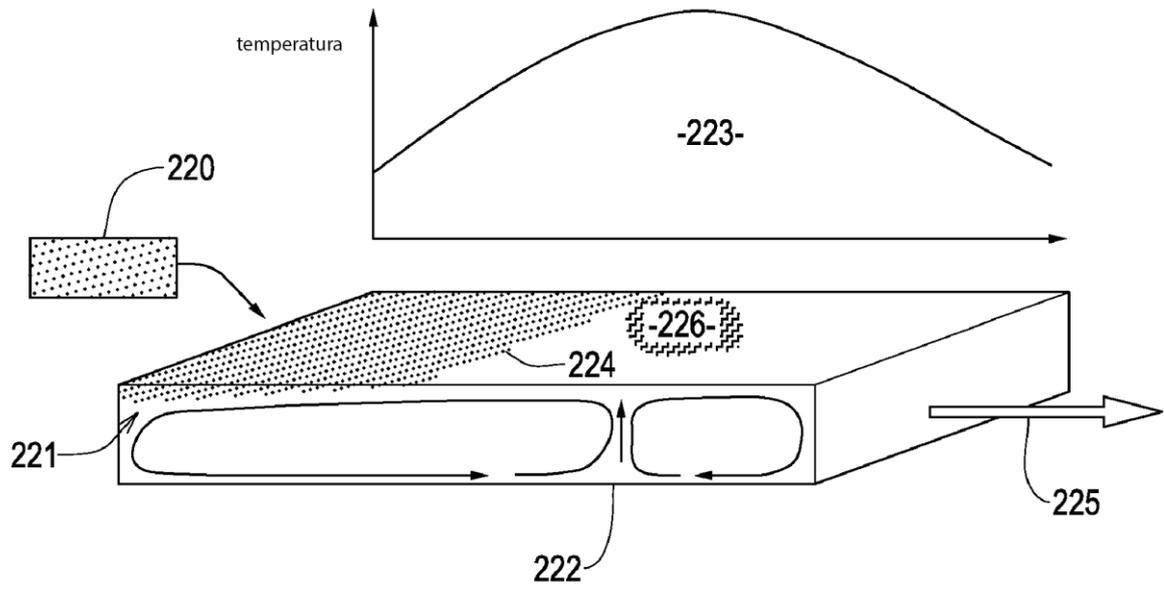


FIG. 9

Tabla 7 - Ejemplo de composiciones de vidrio (cantidades en % p/p)

	Flotado/contenedor bajo en hierro	Flotado	Bombillas/ Mesa	Potasa/Plomo	Horno/ Laboratorio
SiO₂	70-73.5	70-73	70.0-72.5	55-56	80.0-81.0
Al₂O₃	0.4-2.2	0.5-1.5	0.3-2.6	0-0.2	2.2-3.1
TiO₂					
Fe₂O₃	<0.03	<0.1	<0.03	<0.02	<0.05
CaO	7.8-10.8	8-11	5.4-6.5	0.0-0.2	0.0-0.2
MgO	0.1-4.0	1-4	3-4.5		
K₂O	0.4-1.0	0.3-0.8	0.3-1.2	11-12	0.0-0.3
Na₂O	12.5-15.5	13-15	15.8-17	0.0-0.2	3.9-4.5
PbO				31-33	
B₂O₃					12.0-13.0
SO₃	0.2	0.25-0.3			
F₂					
FeO					

FIG. 10

Tabla 8 - Ejemplo de composiciones de fibra de vidrio (cantidades en % p/p)

	Aislamientos	Aislamientos	Eléctrico	Resistente a sustancias químicas	Fuerza	Advantex	Boratao E	Duran (tubos de ensayo)
	T1*	T2*	E	C*	S	E	E	
SiO₂	63	588.6	52-56	64-68	64	61	56	81
Al₂O₃	5	3.2	12-16	3.5	25	13	14	2
TiO₂			0-1.5	0-1		0.2	0.2	
Fe₂O₃				0.8		0.3		
CaO	14	8	16-25	11-15		22.4	22.2	
MgO	3	4.2	0-6	2-4	10	3		
K₂O	10	15.1	0.0-2.0	7-10		0.1		2
Na₂O						0.8	0.7	2
PbO								
B₂O₃	5	10.1	5-10	4.6		0	6.5	13
SO₃								
F₂			0-1					
FeO			0.8					

La clave: **T1 & T2** = Aislamientos; **E** = Eléctrico; **C** = Resistente a sustancias químicas **S** = Fuerza

FIG. 11