

23 JUN. 1975

436954

P.- 60.280

Case No. TG-75-  
66

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.	C03B

para solicitar PATENTE DE INVENCION

a nombre de PPG INDUSTRIES, INC.

entidad norteamericana

establecida en One Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania  
15222, Estados Unidos de América

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN METODO DE HACER  
FUNCIONAR UN HORNO DE REGENERACION PARA FABRICAR VIDRIO,  
CALENTADO LONGITUDINALMENTE"

(Clase Internacional C03B)

Fundamentos del invento.

Campo del invento: El presente invento se refiere de modo amplio a la técnica de fusión del vidrio. Más particularmente, este invento se refiere al funcionamiento de hornos para fabricar vidrio calentados longitudinalmente, en que combustibles fluidos o fluidificados son quemados en un espacio de cabecero situado sobre un baño de vidrio fundido y materiales de tanda para proporcionar calor con el fin de fundir, hacer reaccionar, acondicionar y refinar el vidrio.

El presente invento se refiere tanto a la fabricación de vidrios cristalizables que funden a alta temperatura en hornos cortos, así como a la producción de vidrios que funden a baja temperatura, más convencionales, en hornos relativamente largos que tienen acondicionadores o refinadores externos para preparar vidrio para su suministro con el fin de configurarlo a la forma de vidrio plano como una lámina continua, por procedimientos de estirado, de laminación, de flotación u otros. Por lo tanto, la técnica anterior relacionada con este invento abarca la técnica anterior de vidrios cristalizables así como la técnica anterior de la fusión de vidrio en general.

Breve descripción de la técnica anterior: Los vidrios cristalizables son clases especiales de vidrio

que pueden ser tratadas térmicamente para configurar el vidrio a la forma de un cuerpo cerámico semicristalino, que tiene por ejemplo 90% o más de fase cristalina. El cuerpo cerámico difiere considerablemente del vidrio original en cuanto a las propiedades físicas, químicas, mecánicas y eléctricas. Dichos cuerpos cerámicos son opacos y generalmente tienen un coeficiente de expansión térmica mucho más bajo que el del vidrio no cristalizado original. Estas propiedades hacen al producto semicristalino particularmente atractivo para aplicaciones en partes superiores de estufas. Las patentes de los Estados Unidos 2.920.971 de Stookey y 3.625.716 de Petticrew describen composiciones típicas de vidrio cristalizabile.

Vidrios cristalizables que tienen importancia particular son aquellos que pueden ser transformados en la fase cristalina de solución sólida de beta-espodumeno. Dichos vidrios son preparados con el óxido de metal alcalino  $\text{Li}_2\text{O}$  y contienen muy poca cantidad de los buenos agentes fundentes  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{K}_2\text{O}$  normalmente asociados con la fabricación de vidrio plano, ya que estos últimos ingredientes afectan desfavorablemente al coeficiente de expansión del producto de vidrio plano cristalizado resultante. Como resultado de ello, los vidrios cristalizables tienen temperaturas de fusión muy altas, a saber de 111 a 222°C por encima de las requeridas para fundir vidrios de

carbonato de sodio-cal-sílice.

Para proporcionar alguna actividad fundente, ciertas composiciones de vidrio cristalizabile utilizan un óxido de metal pesado tal como ZnO. El ZnO es un in-  
5 grediente particularmente atractivo ya que no sólo actúa como agente fundente sino que también actúa como un agente activador de la cristalización actuando para aumentar la velocidad de cristalización. Asimismo, el ZnO no afecta desfavorablemente al coeficiente de ex-  
10 pansión.

Desafortunadamente, óxidos de metales pesados tales como ZnO son bastante volátiles a las temperaturas de fusión empleadas para fundir vidrio cristalizabile. Las altas temperaturas de configuración y de  
15 fusión, en unión con la alta volatilidad, imposibilitan la utilización de hornos de vidrio plano convencionales que tienen una longitud global de aproximadamente 45 a 60 metros. La cantidad de energía requerida para mantener al vidrio en la forma fundida para este lar-  
20 go período de desplazamiento a través del horno sería prohibitiva. Asimismo, la pérdida de constituyentes volátiles a lo largo de esta longitud de desplazamiento sería excesiva dando como resultado un vidrio deficitario en constituyentes volátiles y de mala calidad. Por  
25 lo tanto, se consideran necesarios hornos más cortos

con una longitud global de aproximadamente 15 metros  
siendo aplicado calor por toda la longitud del horno.

Con dichos hornos más cortos, el control de  
calidad del vidrio es un asunto particular y no son  
5 apropiadas prácticas convencionales para vidrio plano  
con respecto al diseño del horno y a la fusión y confi-  
guración.

La práctica convencional de fusión con vidrio  
plano de carbonato de sodio-cal-sílice ha consistido en  
10 calentar muy vigorosamente los ingredientes de fabrica-  
ción de vidrio en el extremo trasero o de alimentación  
de tandas, seguido por una reducción gradual de la tem-  
peratura en la dirección del extremo de acondicionamien-  
to térmico o de refinado del depósito. Utilizando dicho  
15 esquema de calentamiento, es posible fundir la tanda rá-  
pidamente y proporcionar una trayectoria relativamente  
larga de desplazamiento en el horno para acondicionar  
térmicamente o refinar el vidrio. En la zona de acondi-  
cionamiento térmico, el vidrio está quieto y se cree  
20 que cualesquiera burbujas de gas existentes dentro del  
vidrio suben a la superficie y estallan. El atrapamiento  
de las burbujas en la superficie del vidrio conduce a  
lo que es conocido en la técnica como vidrio "con bur-  
bujas pequeñas" y por lo tanto, se consideraba necesario  
25 un período de acondicionamiento térmico relativamente lar-

go para asegurar que la totalidad de las burbujas o bien escapasen o bien se disolviesen en el vidrio y no quedasen atrapadas en la superficie del vidrio.

5 Sin embargo, se ha encontrado que las prácticas convencionales de fusión de vidrio plano con alto calentamiento inicial seguido por una reducción de temperatura del esquema de calentamiento, no son compatibles con hornos de longitud acortada, utilizados para fundir vidrios que funden a alta temperatura, en particular vidrios que contienen ingredientes para fabricación de vidrio altamente volátiles. Resulta un vidrio estriado y con pequeñas burbujas que tiene una superficie rica en sílice y deficitaria en ingredientes volátiles.

15 Los antedichos problemas de control de calidad se cree que son debidos a la colocación de las corrientes de convección que se establecen en la fusión del vidrio. Dichas corrientes de convección son mostradas por las flechas en la figura 1, que es una vista en alzado en sección transversal de un horno continuo del tipo de depósito 9 para producir vidrio plano. El horno descrito por la figura 1 es relativamente corto según las normas para vidrio plano, teniendo una longitud global de aproximadamente 15 metros y una anchura de aproximadamente 2,7 metros. El horno es calen

tado por 3 filas de quemadores superiores que se extienden a lo largo de la longitud del horno. Las corrientes de convección dentro de la masa fundida de vidrio son causadas por el esquema de calentamiento que es descrito como curva A en la figura 3, que es típico de lo que los fabricantes de vidrio plano creían que era necesario para producir vidrio plano de calidad. El esquema de calentamiento descrito por la curva A en la figura 3 muestra una combustión o calentamiento inicial vigoroso del vidrio en las dos primeras filas de quemadores seguido por una disminución gradual de la temperatura del calentamiento por las filas restantes de quemadores. Aproximadamente 56 por cien del gas entrante penetra en el horno a través de los tres primeros quemadores mientras que sólo aproximadamente 44 por cien del gas entrante penetra a través de los últimos cinco quemadores. Con dicho esquema de combustión, la carga funde prontamente y se establece un período relativamente largo de desplazamiento en el horno para el vidrio que ha de ser refinado. No obstante, de modo desafortunado, cuando se produce un vidrio cristalizabile a alta temperatura con dicho esquema de calentamiento, dicho vidrio es de mala calidad, siendo de pequeñas burbujas superficiales, estriado y deficitario en productos volátiles y de alta concentración de sílice. Dicha mala calidad se cree que es causada por

las corrientes de convección en la masa fundida de vidrio.

Las corrientes de convección son debidas a diferencias de densidad en el vidrio, causadas por gradientes de temperatura en la masa fundida. Cuando el material de tanda de vidrio es introducido en el extremo de carga 11 del horno 9, el vidrio fundido 13 ya existente en la cámara de fusión es enfriado por la tanda 15 relativamente fría, estableciéndose de esta manera un gradiente de temperaturas que se desplaza longitudinalmente con respecto al horno, encontrándose que la región de máxima temperatura 17 existe aproximadamente en el lugar de la tercera lumbrera en un horno tal como el que se describe en la figura 1. El lugar de máxima temperatura es debido principalmente al esquema de combustión tal como se muestra por la curva A en la figura 3. Dado que el vidrio está en esta zona a su máxima temperatura, es relativamente menos denso que el vidrio existente en zonas a cualquiera de los lados. Esto crea

corrientes de convección según se muestran en la figura 1. La región 17 relativamente caliente es denominada como lugar caliente o zona de surtidor, siendo análoga a un "surtidor" debido al brote del vidrio fundido.

Las corrientes del vidrio 19 y 21 que fluyen a lo largo del fondo del horno durante un corto período

de desplazamiento brotarán a través de la zona de surtidor 17 a la superficie superior del vidrio. Allí, las corrientes serán separadas en dos secciones. Una fracción de la corriente 21 volverá a las regiones más frías del horno. Sin embargo, dado que se está descargando constantemente vidrio a través del extremo delantero del depósito, una porción de la circulación de vidrio que pasa a través de la zona de surtidor seguirá hacia delante como la corriente de producto o corriente de rendimiento. No toda la corriente dirigida hacia delante 19 es retirada como vidrio producto; hay una circulación de retorno (corriente 23) a lo largo del fondo del horno desde el extremo delantero del depósito a la zona de surtidor 17.

Con un horno relativamente corto y con corrientes de convección tal como se describen en la figura 1, se ha encontrado que no era comercialmente aceptable el producto de vidrio resultante producido a partir de ingredientes para fabricación de vidrio que contenían elevada cantidad de productos volátiles y que fundían a alta temperatura. El vidrio tenía muchas pequeñas burbujas en la superficie, estaba algo estriado con estrias paralelas a la superficie, debido a la mala atenuación y homogeneización, y también la superficie superior del producto de vidrio resultante era rica en sílice y defi

citaria en los componentes más volátiles de la tanda de vidrio. Se creía que las razones de estos problemas eran las siguientes:

Primero de todo, con respecto a las pequeñas burbujas en la superficie, se creía que debido a la longitud acortada del horno, no había disponible un tiempo adecuado para refinar el vidrio. Tal como puede verse en la figura 1, la corriente de producto 19 fluye sobre el fondo del horno durante un período de desplazamiento relativamente corto. Durante este corto período de desplazamiento, las burbujas de gas no tienen tiempo suficiente para escapar a la corriente de retorno 21 y por lo tanto muchas burbujas son atrapadas en la corriente de producto y se manifiestan en el vidrio producto.

La superficie del vidrio rica en sílice y deficitaria en productos volátiles es causada también por el período de desplazamiento por el que la corriente de producto 19 circula a lo largo de la superficie superior del vidrio. Durante este período de desplazamiento a lo largo de la parte superior del vidrio, el vidrio está a una temperatura relativamente alta debido a la combustión en el extremo delantero. Si bien esta combustión en el extremo delantero no es tan vigorosa como la combustión en el extremo trasero del horno, todavía es considerable con el fin de mantener al vidrio que funde a al

ta temperatura a una temperatura suficientemente elevada para su configuración. Como resultado de ello, los componentes volátiles del vidrio están siendo desprendidos constantemente hacia la atmósfera a lo largo del período de desplazamiento, relativamente largo, del vidrio desde la parte superior de la masa fundida. Esto da como resultado la formación de una superficie del vidrio rica en sílice y deficitaria en productos volátiles.

Con respecto al carácter estriado del vidrio, se creía que éste era debido al período de desplazamiento relativamente corto por el que la corriente de producto de vidrio 19 circula a lo largo del fondo del horno. Cuando la corriente de producto se mueve a lo largo del fondo del horno, se está moviendo cerca de una delimitación fija y experimenta un cizallamiento total relativamente alto. Este cizallamiento atenúa las estrías en el vidrio, dando como resultado una mejor calidad de estriado. Tal como puede verse en la figura 1, la corriente producto 19 circula a lo largo del fondo del horno durante una longitud de desplazamiento relativamente corta, sólo aproximadamente alrededor de 1/3 de la longitud del horno. En esta situación, esto es un tiempo insuficiente para que las estrías sean atenuadas y difundidas adecuadamente para obtener un producto aceptable.

De lo que antecede, resulta evidente que los

esquemas de flujo de convección establecidos dentro del vidrio altamente volátil que funde a alta temperatura, en un horno acortado tal como se describe en la figura 1, no son adecuados desde el punto de vista de la producción de un vidrio plano de buena calidad.

Diversas patentes de los Estados Unidos describen el control o ajuste de los flujos de convección térmica en el fundidor de un horno convencional de fabricación de vidrio. La patente de los Estados Unidos número 1.941.778 de Amsler describe el ajuste de los flujos dentro de un fundidor con combustión en el extremo al tiempo que permite un flujo incontrolado a través de un refinador y dentro de hornos de configuración. La patente de los Estados Unidos número 2.216.221 de Hanson describe el ajuste de flujos dentro de un fundidor de combustión en el extremo que alimenta un antecrisol de longitud indeterminada. La patente de los Estados Unidos número 2.890.547 de Lyle, similarmente a la patente de Hanson, describe el ajuste de flujos dentro de un fundidor que alimenta un antecrisol de longitud indeterminada. El fundidor de Lyle tiene combustión por los lados sin regeneradores conectados con los lados. Cada una de estas patentes muestra la retirada de vidrio fundido para su configuración desde un lugar situado detrás de la superficie de un baño de vidrio fundido en un horno. De

acuerdo con la técnica anterior, un vidrio fundido que se ha desplazado a lo largo de una trayectoria de flujo de convección hacia arriba a través de una "zona de surtidor" y a lo largo de la región superficial de un baño de vidrio es impulsado forzosamente hacia abajo por debajo de alguna obstrucción física antes del suministro a la configuración del mismo. Si bien esta clase de flujo somete al vidrio a fuerzas de cizallamiento que tienden a homogeneizarlo, también rompe la suave distribución interna de la velocidad en el vidrio y puede provocar la nueva introducción de burbujas y defectos de inclusiones en el vidrio. Además, los esquemas de flujo de la técnica anterior no son particularmente apropiados para preparar y acondicionar uniformemente al vidrio con el fin de producir una lámina o cinta continua de vidrio que tenga un carácter uniforme por toda su anchura.

#### Resumen del invento.

Un horno para fabricar vidrio, de alimentación por un extremo, que tiene una pluralidad de lumbreras de combustión dispuestas longitudinalmente, es calentado introduciendo menos de la mitad del combustible introducido en el horno a través de las tres lumbreras más próximas al extremo del horno en donde son alimentados en el mismo los materiales de tanda e introduciendo al menos la mitad del combustible introducido en el horno a través de

las lumbreras que están distanciadas en al menos tres lumbreras del extremo del horno por donde son alimentados en el mismo los materiales de tanda. De esta manera, la turbulencia asociada con la circulación de combustible, de aire de combustión y de los productos de combustión sobre materiales de tanda pulverulentos no fundidos, es reducida suficientemente para reducir sustancialmente la cantidad de material de tanda no fundido, en forma de polvo y fino, que es expulsado por soplado del cuerpo principal o manta de tanda. Reduciendo la cantidad de material de tanda expulsada por soplado de la masa principal de la tanda, hay una reducción de la cantidad arrastrada por los gases de escape dentro de los regeneradores, contra elementos refractarios del horno y a través de sistemas de escape al ambiente. El invento es aplicable a hornos a los que se alimenta cualquier tanda pulverulenta bien sea mediante un alimentador por rodadura, un alimentador de paletas, un alimentador de tornillo sin fin, un alimentador de manta, o de otro modo. Es aplicable al funcionamiento de hornos en los que se alimentan tandas en forma de partículas en estado seco o húmedo, y de aquellos en los que se alimenta una tanda en forma de briquetas o de nódulos. Dado que las briquetas y nódulos de carga son susceptibles comúnmente de rotura y de desgaste por abrasión, volteo y ali

mentación, el término "tanda pulverulenta" se pretende que incluya nódulos de tanda y briquetás de tanda así como materiales de tanda granulados o en forma de partículas.

5                   La práctica de este invento es particularmente beneficiosa cuando se aplica a un horno de regeneración de combustión por los lados que tiene cinco o más lumbreras de combustión a cada lado. Para hacer funcionar a dicho horno, gas, aceite, gas de gasógeno o cualquier otro combustible fluido o fluidificado es dirigido a través de cada una de las lumbreras de combustión conectadas con un lado del horno. El aire para combustión es calentado previamente haciéndolo pasar a través de un regenerador relleno con materiales refractarios y conectado con cada una de las lumbreras de combustión. El aire para combustión previamente calentado es mezclado con el combustible cuando ambos son introducidos en el espacio de cabecero del horno a través de cada lumbrera. El combustible se quema en el espacio de cabecero situado por encima de la tanda y del vidrio fundido, y los productos de combustión, el aire en exceso y el residuo son retirados fuera del espacio de cabecero del horno a través de las lumbreras de combustión situadas en el lado opuesto del horno y luego a través del regenerador conectado con estas lumbreras y seguidamente a través

10

15

20

25

de un sistema de escape, para ser descargado a la atmósfera. Periódicamente, la circulación a través del horno es invertida, siendo sometida a combustión lumbreras de un lado mientras que las del otro lado no lo son.

5                   Típicamente, hornos de esta clase son calentados, introduciéndose 55 por cien o más del combustible introducido en el horno a través de las tres lumbreras más próximas al lugar de alimentación de la tanda. Esto se ha efectuado para fundir rápidamente la tanda mientras ésta flota sobre la superficie de vidrio fundido situada en el horno y para evitar que una tanda no fundida flote por una larga distancia hacia el extremo de salida del horno. En esta práctica de la técnica anterior, la llama y el aire entrante que proceden de las tres primeras lumbreras recogen y suspende polvo de la tanda, que es la tanda pulverulenta fina que todavía no ha sido fundida. En un lugar más alejado aguas abajo del lugar en donde la tanda es alimentada al horno ésta adquiere un vidriado superficial delgado que impide la recogida de la tanda. El polvo de tanda pulverulenta fina que es suspendido por el aire en movimiento y los gases en combustión es arrastrado hacia dentro de los regeneradores ya que hay una trayectoria directa dentro de las lumbreras situadas en el lado opuesto del horno, a diferencia de la situación que se presenta en un horno de combustión por

10

15

20

25

los extremos. El polvo de tanda puede reaccionar con los materiales refractarios existentes en los regeneradores y de este modo puede dañarlos; también, en ocasiones, obstruirá los dispositivos de comprobación en un regenerador y puede ser arrastrado a la atmósfera fuera de dichos regeneradores.

5 Cuando se practica este invento introduciendo menos de la mitad del combustible en el horno a través de sus tres primeras lumbreras, la recolecta o captación de polvo de la tanda es reducida grandemente cuando la tanda es dejada flotar de modo relativamente no perturbado a lo largo del vidrio fundido hasta una distancia bien pasada la primera lumbrera al tiempo que queda ligeramente vidriada en su superficie. En toda esta descripción se observará que cuando se hace mención a una lumbrera de combustión hay una lumbrera correspondiente en el lado opuesto del horno, de manera que el término "lumbrera" significa un par de lumbreras opuestas cuando se hace referencia al aparato de horno propiamente dicho.

10 20 Un efecto concomitante de llevar a la práctica este invento consiste en que son alterados los flujos de convección térmica en un baño de vidrio fundido dentro de un horno, siendo desplazada la "zona de surtidor" alejándose del extremo de alimentación de tanda del horno hacia su extremo de salida o de descarga. En un horno largo

que tiene un refinador extenso, la "zona de surtidor" es desplazada a un lugar situado en la proximidad de la última lumbrera de combustión en que se efectúa combustión, más alejada del extremo de alimentación de tanda  
5 en el horno. En un horno corto para fundir un vidrio cristalizable que funde a alta temperatura, la "zona de surtidor" es desplazada a la proximidad del extremo de salida o de descarga del horno. En dicho horno corto la "zona de surtidor" es desplazada preferiblemente lo su-  
10 ficientemente aguas abajo hacia al extremo de salida del horno, de manera que la proporción de la longitud de la zona de fusión (aguas arriba de la "zona de surtidor") a la longitud de la zona de refinado (aguas abajo de la "zona de surtidor" hasta el lugar en donde el vidrio es  
15 descargado del horno y configurado a la forma de vidrio plano) es de al menos 1,25 a 1 y preferiblemente de 1,5 a 1.

Esto produce varios beneficios, incluyendo un rendimiento acrecentado del combustible y una calidad  
20 mejorada del vidrio, tal como se describirá de modo adicional más abajo.

Este invento puede ser comprendido más completamente haciendo referencia a los dibujos anejos.

Breve descripción de los dibujos.

25 La figura 1, a que antes se ha hecho referen-

cia, y la figura 2 son vistas en sección transversal en alzado de un horno del tipo de depósito continuo para producir vidrio plano;

5 La figura 3 muestra esquemas de calentamiento para el horno de la figura 1 (curva A) y para el horno de la figura 2 (curva B); y

La figura 4 es una vista en sección transversal y en alzado de un horno continuo del tipo de depósito alimentado por el extremo con un fundidor que tiene lumbreras de combustión laterales y un refinador alargado conectado con el fundidor y que es menos profundo que el fundidor, para preparar vidrio fundido para su suministro a la configuración en forma de una lámina continua de vidrio plano.

10

15 Descripción detallada de una forma de realización preferida del invento

La forma de realización de este invento que está particularmente relacionada con la producción de vidrio cristalizabile que funde a alta temperatura, se describe en primer término con referencia a las figuras 1 y 2. Se muestran vistas en sección transversal y en alzado de un horno continuo del tipo de depósito 9 para vidrio plano. El horno comprende una sección de depósito alargada para contener un baño de vidrio fundido. El depósito tiene un miembro de pared superior o techo 10, dos paredes laterales y una pared de fondo o suelo 12,

20

25

todas ellas formadas de material refractario apropiado. El material para fabricación de vidrio o tanda cruda 15 es introducido en el extremo de carga 11 del horno, denominado comunmente "crisol de colmena" y es fundido y  
5 mantenido en el estado fundido aplicando calor a la tanda y al vidrio fundido desde filas de quemadores superiores 1-3 colocados sustancialmente sobre toda la longitud del horno. El vidrio fundido es retirado del horno a través de medios de configuración 25-26 en forma de  
10 una cinta de vidrio 27 configurada continuamente. Se observa que la temperatura es menor en el extremo de alimentación de tanda del horno y es menor en el extremo delantero o extremo de descarga del horno que en un lugar situado entre estos dos extremos. Estos gradientes  
15 de temperatura establecen corrientes de convección en el vidrio fundido tal como se reproducen de modo general en las figuras 1 y 2 y se describen arriba. La porción más caliente del horno es mencionada como el lugar caliente o zona de surtidor que se muestra como número  
20 17 en las figuras 1 y 2. El vidrio fundido actúa como si realmente manase en pendiente en la superficie; en otras palabras, hay una circulación positiva hacia atrás y hacia delante desde el lugar caliente, que puede ser demostrada con facilidad colocando trozos de ladrillo  
25 de sílice en la superficie del vidrio. Se encontrará

que estos trozos se mueven hacia atrás en el horno si están detrás o aguas arriba del lugar caliente y se avanzan hacia delante si están delante o aguas abajo del lugar caliente. Desde luego, además de este movimiento en sentido longitudinal, se encontrará que los trozos de sílice se desplazarán también hacia fuera en dirección a los lados del horno, ya que el vidrio situado en los lados está relativamente más frío que el que se encuentra sustancialmente en el centro de dicho horno. Dichos fenómenos indican con claridad que existen corrientes de convección cuando el vidrio del horno se desplaza de modo continuo en corrientes de convección tales como las que se representan de modo general en las figuras 1 y 2. Si bien la sección de depósito es denominada cámara de fusión, una porción del depósito situada a la izquierda de la zona de surtidor 17, que se extiende hasta la pared extrema trasera, es denominada sección de fusión, y la porción del depósito situada a la derecha de la zona de surtidor que se extiende hasta los medios de configuración es denominada sección de acondicionamiento térmico.

Después de su introducción en el depósito, el material de tanda 15 flota sobre el baño fundido de vidrio. El calor para reducir a la tanda a la forma de vidrio fundido dentro de la cámara de fusión es proporcio

nado en parte por las dos primeras filas de quemadores superiores y en parte por la corriente de convección 21 que se mueve hacia atrás. La práctica convencional de un horno para vidrio plano utilizaría un esquema de calentamiento tal como el que se muestra por la curva A de la figura 3 y que produciría corrientes de convección tales como las que se representan por las flechas en la figura 1, tal como arriba se ha descrito. Dicho esquema de calentamiento y las corrientes de convección resultantes producen vidrio plano de mala calidad. En la práctica del invento, no obstante, se utiliza un esquema de combustión tal como el que se muestra en la curva B de la figura 3 que produciría corrientes de convección en el vidrio fundido, tal como se describen por las flechas en la figura 2. Este movimiento de la zona de surtidor hacia los medios de configuración da como resultado una calidad superior. Las razones de esta calidad superior se cree que son las siguientes:

Primero de todo, la corriente de producto 19, que circula a lo largo del fondo del horno durante un período de desplazamiento relativamente largo, da como resultado una mayor homogeneización, una mayor atenuación de las estrías en el vidrio, dando como resultado un vidrio que tiene sustancialmente menos estrías paralelas a su superficie. Además, la corriente de producto,

circulando a lo largo del fondo del depósito durante su período de desplazamiento principal a través del horno, presentará menos oportunidades para que los constituyentes volátiles de los ingredientes de fabricación de vidrio sean desprendidos, del vidrio a la atmósfera, por el hecho de que habrá sido acortada la distancia de desplazamiento de la corriente de producto de vidrio 19 a la derecha de la zona de surtidor 17. En esta forma de realización del invento es suficiente disponer un esquema de combustión en el que no más de 55 por cien del combustible total sea introducido en el horno a través de los tres primeros quemadores o lumbreras, más próximos al extremo de entrada del horno y al menos 45% del combustible sea introducido en el horno a través de los restantes quemadores situados mas allá del tercer quemador. No obstante, se prefiere grandemente mantener la circulación del combustible a los tres primeros quemadores por debajo de aproximadamente 50% de la circulación total de combustible.

Además, moviendo la zona de surtidor 17 aguas abajo en dirección a los medios de configuración, hay ahora tiempo adecuado para que las pequeñas burbujas existentes en la corriente 19 suban hacia dentro de la corriente de retorno 21 de manera que la corriente 19, cuando sale como corriente superficial que se mueve hacia delante

en la zona de surtidor 17, estará sustancialmente libre de pequeñas burbujas.

Tal como se ha mencionado arriba, el invento es aplicable a la producción de vidrios de alta temperatura de fusión, particularmente vidrios de alta temperatura de fusión que contienen componentes volátiles, en hornos continuos del tipo de depósito para vidrio plano, relativamente cortos. La fusión del vidrio es el proceso térmico por el cual la carga de una tanda es convertida completamente en vidrio fundido libre de tanda sin disolver. La temperatura de fusión del vidrio es el margen de temperaturas en el horno dentro del cual tiene lugar la fusión con una velocidad comercialmente deseable y dentro del cual el vidrio resultante tiene generalmente una viscosidad de  $10^{1,5}$  a  $10^{2,5}$  poises. Con el fin de comparar vidrios, se supone que el vidrio a su temperatura de fusión tiene una viscosidad de  $10^{2,0}$  poises. Correspondientemente, tal como se utiliza en las reivindicaciones, a menos que se indique otra cosa, por el término "temperatura de fusión elevada" se entiende un vidrio que con una viscosidad de  $10^{2,0}$  poises tiene una temperatura de al menos  $1.649^{\circ}\text{C}$ , preferiblemente de  $1.649^{\circ}\text{C}$  hasta  $1.616^{\circ}\text{C}$ .

Con el fin de llevar a la práctica el invento, el vidrio que funde a alta temperatura deberá tener una

temperatura de configuración relativamente elevada, y la temperatura de configuración deberá estar próxima a la temperatura de fusión, es decir la diferencia entre la temperatura de fusión y la temperatura de configuración ha de ser aproximadamente de 167°C o menos. La temperatura de configuración del vidrio, que es definida como la temperatura a la que el vidrio tiene una viscosidad suficiente para ser apto para ser configurado por medios convencionales de configuración a la forma de un objeto que retenga su forma, por ejemplo, para ser configurado continuamente a la forma de una cinta. Si la temperatura de configuración es demasiado alta (y la viscosidad es demasiado baja), el vidrio mojará los rodillos y se congelará. Si la temperatura de configuración es demasiado baja y la viscosidad es demasiado alta, se impondrán al vidrio elevadas tensiones, dando como resultado una rotura del mismo. Vidrios producidos de acuerdo con el presente invento tienen generalmente viscosidades de configuración de aproximadamente  $10^{3,25}$  poises o menores usualmente dentro del margen de  $10^{3,25}$  hasta  $10^{2,8}$  poises, y correspondientes temperaturas de configuración de 1.482°C o mayores, usualmente dentro del margen de 1.482°C hasta 1.622°C.

Por el término "vidrio altamente volátil" o vidrio que contiene componentes volátiles, se entiende un vi-

drio que pierde por lo menos 5 por cien de un componente particular, medido sobre base de óxido, al fundir o configurar el vidrio. La pérdida de productos volátiles del componente variará, desde luego, dependiendo de la temperatura del horno, del tiempo de permanencia en el depósito y de la forma en que sean añadidos los componentes; a saber, los fluoruros son más volátiles que los óxidos. La pérdida de productos volátiles de dicho componente puede ser determinada calculando la composición del vidrio que resultaría de los ingredientes de tanda añadidos, suponiendo que no hay ninguna pérdida de productos volátiles ni de otro tipo de los ingredientes, y comparando dicha composición calculada con la composición real del vidrio después de fusión y de configuración. Se ha encontrado que componentes del vidrio, tales como  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , son relativamente no volátiles, no habiendo esencialmente ninguna pérdida de estos componentes al fundir y configurar. Otros componentes, tales como  $\text{ZnO}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  y  $\text{B}_2\text{O}_3$ , son muy volátiles, habiendo una pérdida de 5 a 30 por cien de estos componentes, sobre una base de óxidos, si se comparan las composiciones calculadas y las composiciones reales del vidrio. Un ejemplo de vidrios de alta temperatura de fusión y alta temperatura de configuración que contienen componentes altamente volátiles es el de vidrios cristalizables. Vidrios cristalizables pre-

feridos son los que contienen ZnO, que es un ingrediente para fabricación de vidrio muy volátil. Vidrios cristalizables típicos que contienen ZnO están descritos en la patente de los Estados Unidos número 3.625.718 de Petticrew. Vidrios particularmente apropiados tienen la siguiente composición:

	<u>Componente</u>	<u>Porcentaje en peso sobre base de óxidos</u>
	SiO <sub>2</sub>	64 - 74
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15 - 23
10	Li <sub>2</sub> O	3,3 - 4,8
	ZnO	1 - 3,8
	TiO <sub>2</sub>	1,2 - 3,5
	ZrO <sub>2</sub>	0 - 2
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 0,5
15	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 - 0,5
	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2 - 1,0

Los ingredientes para fabricación de vidrio que son fundidos para formar el vidrio antes descrito son los que se conocen comunmente en la industria del vidrio e incluyen materiales tales como arena de vidriería, alúmina, silicatos de zinc y/o de zirconio, óxido de zirconio, dióxido de titanio, carbonato de litio, petalita, desperdicios de vidrios rotos y, en el grado deseado o necesario, óxidos de arsénico y/o de antimonio que actúan como agentes afinadores en la producción de vidrio.

con la composición antes descrita.

La fusión se puede llevar a cabo mediante calentamiento por superficies radiantes desde cualquiera de las lumbreras de pared lateral o desde filas superiores de quemadores que efectúan la combustión hacia abajo sobre el compartimiento de fusión por encima del nivel del vidrio fundido. Preferiblemente, tal como se muestra en las figuras 1 y 2, se proporciona calor por las filas 1 hasta 6 de quemadores superiores que se extienden a lo largo de la longitud del horno. En totalidad, para un horno con una longitud global de aproximadamente 12 a 24 metros y que tiene una proporción de longitud a anchura de aproximadamente 4 a 6:1, que son los hornos para vidrio plano relativamente cortos considerados por el presente invento, se necesitan de 6 a 10 filas de quemadores para fundir al vidrio y para mantenerlo en el estado fundido mientras pasa desde el extremo trasero al extremo delantero del horno. Usualmente, hay aproximadamente 2 a 4 quemadores en una fila. La tanda es usualmente fundida de modo completo por las dos primeras filas de quemadores, sirviendo los restantes quemadores para mantener fundido al vidrio mientras va avanzando a lo largo y a través de la zona de fusión. Tal como puede verse en las figuras 1 y 2, las filas de quemadores superiores se extienden sustancialmente por toda la longitud del horno. En lugar de con

quemadores superiores, el calentamiento pudiera efectuarse por combustión regenerativa, en que unas lumbreras que se abren dentro del horno, por encima del nivel del vidrio que fluye dentro de él, están colocadas o dispuestas a intervalos a ambos lados del horno. La combustión se realiza primero en un lado del horno y luego en el otro lado del mismo.

Después de que el vidrio ha sido fundido y acondicionado térmicamente de un modo apropiado, usualmente durante un período de aproximadamente 12 a 24 horas sobre una base continua, la superficie superior del vidrio es retirada del horno, tal como se muestra en la figura 2, para su configuración. El vidrio es configurado en forma de una cinta continua 27 por configuración del mismo entre rodillos 25-26, enfriados con agua, según es retirado del horno. Métodos para configurar vidrio de modo continuo haciéndolo pasar entre rodillos son bien conocidos en la técnica y una forma preferida de realización de la configuración se describe en la solicitud de patente de los Estados Unidos número de serie 222.627 presentada el 1 de febrero de 1972, por Henry M. Demarest, Jr. Alternativamente, pueden utilizarse otros medios para configurar el vidrio, tales como la configuración por flotación.

Después de que el vidrio ha sido configurado a

la forma de una cinta continua, pasa usualmente a través de un túnel de recocido para liberar o relajar las deformaciones térmicas que se introducen en el vidrio por la configuración. Después del recocido, el vidrio es usualmente inspeccionado y cortado al tamaño deseado.

Ejemplo I.

Los siguientes ingredientes de tanda bien mezclados son cargados sobre una base continua en el extremo de carga de un horno de fusión de vidrio plano con una capacidad de 60 toneladas, tal como se muestra de un modo general en la figura 2.

	<u>Ingrediente</u>	<u>Partes en peso</u>
	Sílice	700
	alúmina hidratada	296
15	carbonato de litio	33
	fluoruro de litio	15,50
	dióxido de titanio	6,0
	silicato de zinc y zirconio	31
	óxido de zinc	10,5
20	trióxido de antimonio	4,0
	carbonato de potasio	<u>2,5</u>
		1148,5
	Desperdicios de vidrio roto <sup>1</sup>	1360

1 - Los desperdicios de vidrio roto tienen la siguiente composición, expresada como porcentaje en peso: Na<sub>2</sub>O,

0,31 por cien;  $\text{Li}_2\text{O}$ , 3,90 por cien;  $\text{F}^-$ , 0,27 por cien;  
 $\text{SiO}_2$ , 70,67 por cien;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 19,39 por cien;  $\text{ZrO}_2$ , 1,54  
por cien;  $\text{ZnO}$ , 1,50 por cien;  $\text{TiO}_2$ , 1,56 por cien;  $\text{K}_2\text{O}$ ,  
5 0,18 por cien;  $\text{As}_2\text{O}_3$ , 0,01 por cien;  $\text{Sb}_2\text{O}_3$ , 0,33 por cien.

El horno para fusión de vidrio, tal como se mues-  
tra en la figura 2, tiene una longitud global de aproxima-  
damente 14,1 metros y una anchura de 2,55 metros y posee  
una zona de fusión que es capaz de contener aproximadamen-  
10 te 60 toneladas de vidrio. El horno está diseñado para con-  
tener una profundidad de aproximadamente 600 milímetros de  
vidrio fundido. El horno contiene 3 filas de quemadores su-  
periores, utilizando una combustión por gas natural y un  
esquema de calentamiento tal como el mostrado por la curva  
15 B de la figura 3. Aproximadamente 52 por cien del gas para  
el horno penetra a través de los tres primeros quemadores,  
mientras que aproximadamente 48 por cien del gas penetra  
a través de los últimos cinco quemadores alejados del ali-  
mentador de tanda. El perfil de temperaturas en el horno  
20 es aproximadamente el siguiente:

En el crisol de colmena, la temperatura de fu-  
sión es de aproximadamente  $1.204^\circ\text{C}$ . Aproximadamente junto  
a la tercera fila de quemadores superiores, a una distan-  
cia de aproximadamente  $1/3$  de la longitud global del hor-  
25 no, medido desde la pared trasera, la temperatura de la ma-

sa fundida es de aproximadamente 1.432°C. Aproximadamente junto a la quinta fila de quemadores, la temperatura de la masa fundida es de aproximadamente 1.704°C. La zona de surtidor está colocada aproximadamente junto a la séptima fila de quemadores y la temperatura del vidrio en dicha zona de surtidor es de aproximadamente 1.771°C. Tal como puede verse, la proporción de la zona de fusión a la zona de acondicionamiento térmico es de aproximadamente 1,6 a 1. El vidrio fundido es retirado de modo continuo del horno y es configurado entre un par de rodillos enfriados con agua, aleados, resistentes a altas temperaturas. La temperatura de configuración es de aproximadamente 1.621°C. Los rodillos son ajustados contra el labio de suministro del depósito, de manera que el vidrio es impulsado dentro del espacio entre los rodillos y de este modo es exprimido o comprimido hasta el espesor deseado en la forma de una cinta configurada de modo continuo. Según sale el vidrio de los rodillos de configuración enfriados con agua, la superficie está enfriada de un modo suficiente para formar una lámina o cinta más o menos autosoportante. Al efectuar la inspección, la cinta de vidrio configurada de modo continuo es de excelente calidad óptica de vidrio plano. La cinta, según se forma está libre de pequeñas burbujas en la superficie. El vidrio está atenuado y tiene pocas estrías paralelas. Asimismo, la compo

sición del vidrio de una superficie a otra es relativamente uniforme, indicando que la superficie del vidrio no pierde productos volátiles mientras está siendo fundida.

5 El vidrio configurado es recogido sobre rodillos de telera más pequeños, que realmente son una parte de un mecanismo de túnel de recocido pero no están encerrados como lo está el resto del túnel. En esta zona, el vidrio pierde rápidamente calor y la temperatura desciende hasta aproximadamente 1.260°C, abandonando los rodillos a aproximadamente 816°C y penetrando en el túnel. En el túnel de recocido el vidrio es recocido para relajar los esfuerzos o tensiones termicos que habían sido introducidos en el vidrio por la configuración. Después del recocido, el vidrio es inspeccionado y cortado al tamaño deseado. El vidrio en esta etapa tiene un espesor nominal de aproximadamente 5 milímetros y posee la siguiente composición:

	<u>Componente</u>	<u>Porcentaje en peso (analizado)</u>
	SiO <sub>2</sub>	70,50
20	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,20
	Li <sub>2</sub> O	3,98
	TiO <sub>2</sub>	1,60
	ZrO <sub>2</sub>	1,50
	ZnO	1,60
25	Sb <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,35

F<sup>-</sup>

0,08

El vidrio es de excelente calidad, estando relativamente libres de estrías y de pequeñas burbujas superficiales. También, cuando se examina una sección transversal de la cinta de vidrio bajo polaroides transversales, se ve que la composición a lo largo del espesor de la cinta es relativamente uniforme, es decir que la composición superficial del vidrio es aproximadamente la misma que en el interior del vidrio, indicando una pérdida relativamente pequeña de constituyentes volátiles a partir del vidrio durante la fusión del mismo en el horno. Esta uniformidad de composición es confirmada cuando el vidrio es transferido a un horno para un tratamiento térmico de cristalización. El vidrio es cristalizado y resulta con un aspecto opaco y blanco lechoso. El análisis por rayos X indica que el vidrio tratado térmicamente es un cuerpo de vidrio cerámico, siendo la fase cristalina principal una solución sólida de betaespodumeno y siendo el grado de cristalización de aproximadamente 98 por cien. El vidrio cristaliza uniformemente y no hay evidencia de fisuración ni de alabeo.

Descripción detallada de una segunda forma de realización preferida del invento

La forma de realización de este invento que se relaciona particularmente con la fabricación de vidrios

convencionales, tales como un vidrio de carbonato de sodio-cal-sílice, es descrita con referencia a la figura 4. Se muestra allí una vista en sección transversal en alzado de un horno de regeneración con combustión por los lados y alimentado por el extremo, que tiene un fundidor 31 con una cierta profundidad y un refinador 33 con menor profundidad que la del fundidor 31. El horno está conectado con una cámara de configuración 34 en la que se configura una lámina continua de vidrio plano haciendo flotar el vidrio sobre el metal fundido.

La longitud de los dibujos está aproximadamente a escala, mientras que la altura de los dibujos por debajo de la superficie del vidrio es aproximadamente el doble que la longitud de escala para mostrar con mayor claridad la variación de profundidad en el horno en función de la longitud del horno.

El fundidor 31 tiene un extremo de entrada o alimentación de tunda mostrado a la izquierda de los dibujos y el refinador 33 tiene un extremo de salida mostrado a la derecha de los dibujos de modo inmediatamente adyacente al extremo de entrada para la cámara de configuración 34, que se muestra en el extremo derecho de los dibujos.

El fundidor 31 incluye un fondo 35, una pared

de solera trasera 37, paredes laterales 39, una pared trasera superior 41 y un techo o tejado 43. Las paredes laterales 39 incluyen orificios que comunican con lumbreras de combustión 45 que contienen quemadores 47 para introducir combustible en el fundidor 31 del horno. Un horno de depuración o desespumado 49 está dispuesto a cada lado del fundidor cerca de su extremo situado aguas abajo.

En el extremo situado aguas abajo del fundidor 31, éste está conectado a través de un vientre con el refinador 33. El vientre comprende una pared poco profunda 61 y paredes laterales 63 dispuestas en pendiente.

El refinador 33 incluye un fondo 51, una pared de solera delantera 53, una pared delantera superior 55, un techo o tejado 57 y paredes laterales 59. Un horno de depuración o desespumado 65 está dispuesto a lo largo de cada pared lateral 59 en la proximidad del extremo aguas arriba del refinador 33.

El fondo del horno, avanzando desde el fondo de fundidor 35 más abajo, hasta el fondo de refinador 55 más alto incluye varios escalones que comprenden contrahuellas 67 y rellanos 69. Una pluralidad de refrigeradores sumergidos pueden ser dispuestos a través del horno cerca del fondo del horno para ajustar y mantener esquemas de flujo deseados en el vidrio. Refrigeradores ilustrati

vos son tuberías 71, 73 y 75.

5 Durante el funcionamiento se establece un baño de vidrio fundido dentro de la porción inferior del horno y se establece un espacio de cabecero en la porción superior del horno por encima del vidrio fundido. El baño de vidrio fundido incluye una porción de fundidor 32 y una porción de refinador 34. Materiales de tanda no fundidos son alimentados al horno por encima de su pared de solera trasera 37. Esta tanda forma una manta 36 que flota sobre el baño de vidrio fundido hasta que funda la tanda formando más vidrio fundido para ser acondicionado y refinado para su configuración.

10

Ordinariamente, incluso en la ausencia de la práctica del presente invento la manta de tanda se extiende no más allá de aproximadamente dos lumbreras a partir del extremo de entrada del fundidor. Como en el funcionamiento de todos dichos hornos, hay un lugar caliente en el vidrio a una cierta distancia desde el extremo de entrada del fundidor y en este lugar caliente se desarrolla una "zona de surtidor" 77 de vidrio ascendente. Por convección natural hay un flujo de retorno 79, 81 a lo largo del fondo del refinador hacia la "zona de surtidor" y un flujo superficial de retorno 85 en el fundidor inmediatamente por debajo de la manta de tanda 36 en el fundidor 31. Mientras tanto se establece un flujo superfi-

15

20

25

cial hacia delante 87 en el refinador y una parte de este flujo hacia delante en la superficie circula hacia delante para ser suministrado desde el horno y para su configuración definitiva a la forma de vidrio plano. Esta capa superficial de vidrio 89 tiene un esquema de flujo deseable dentro de ella, debido al enfriamiento inherente a lo largo del fondo del refinador causado por los escalones sucesivos en el fondo del horno y debido al enfriamiento gradual proporcionado por los refrigeradores sumergidos 83 y por el enfriamiento con aire forzado del fondo del refinador. Este esquema de flujo es mantenido preferentemente sin perturbar durante el suministro y la configuración del vidrio por suministro de la capa de vidrio 89 con su plena anchura definitiva a lo largo de una trayectoria de suministro sustancialmente horizontal sobre metal fundido para su configuración. Luego el vidrio es enfriado y estirado hasta el espesor deseado, preferiblemente al mismo tiempo que se mantiene inalterada su anchura durante la configuración.

Por ajuste de la circulación de combustible a cada uno de los quemadores 47 de cada una de las lumbreras de combustión 45, la "zona de surtidor" 77 puede ser desplazada hacia aguas abajo hasta la proximidad de la última lumbrera en que se efectúa combustión. Con un

fondo escalonado que tiene un primer escalón cerca de la primera lumbrera en que se efectúa combustión, se hace particularmente intensa la circulación en la "zona de surtidor". Esto causa una transferencia sustancial de calor desde el vidrio fundido a la tanda situada sobre él cuando el vidrio fluye de retorno por debajo de la tanda. En efecto, se requiere menos calentamientos directo procedente de las llamas para fundir la tanda y se mejora el rendimiento térmico del horno.

En una forma de realización de este invento particularmente preferida, no sólo se ajusta la circulación de combustible para introducir menos de la mitad - más preferiblemente menos de 40 por cien - del combustible a través de las tres primeras lumbreras más próximas a la entrada del fundidor, sino que también se reducen lo suficiente las circulaciones de combustible total y de aire de combustión total para proporcionar menos de 1.512 millones de calorías de energía por tonelada de vidrio producido por el horno. Esto proporciona un rendimiento de utilización del combustible, para un horno que produce de 400 a 700 toneladas de vidrio por día, que es al menos de 33 por cien del combustible teórico requerido en un horno perfectamente adiabático. Dicho rendimiento de utilización del combustible tiene valores favorables si se le compara con los rendimientos del orden

de 28 por cien de combustible teóricamente requerido, que es un rendimiento típico de combustible en un horno para hornos comerciales del tipo descrito.

5 Al mismo tiempo, en la práctica de este invento se elimina virtualmente desde un punto de vista práctico el arrastre de polvo de tanda hacia dentro de los regeneradores a través de las lumbreras durante su ciclo de escape.

Ejemplo II

10 Materiales de tanda de vidrio para producir vidrio con la composición que se da seguidamente, son cargados en un horno continuo del tipo mostrado en la figura 4 para producir vidrio plano con un caudal de 500 toneladas por día.

15	<u>Componente</u>	<u>Porcentaje en peso (analizado)</u>
	SiO <sub>2</sub>	73
	Na <sub>2</sub> O	13,7
	K <sub>2</sub> O	0,1
	CaO	8,9
20	MgO	3,9
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1
	SO <sub>3</sub>	0,2
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,1

25 La tanda incluye aproximadamente 30 por cien de desperdicios de vidrio roto.

El horno de fabricación de vidrio tiene una longitud de aproximadamente 57 metros, teniendo el fundidor aproximadamente a 21 metros desde la pared de solera trasera hasta el centro del horno de depuración o desespumado aguas arriba del vientre y teniendo el refinador aproximadamente 21 metros desde el extremo de la pared de vientre provisto de pendiente hasta la pared de solera delantera. La anchura interior tanto del fundidor como del refinador es de aproximadamente 10,5 metros.

5

10 La profundidad de vidrio en el fundidor es de aproximadamente 1125 milímetros y en el refinador es de aproximadamente 750 milímetros.

Se emplea gas natural en calidad de combustible, si bien podría utilizarse aceite combustible. El caudal total de gas es de aproximadamente 3.962.000 litros en condiciones normales por hora y el combustible es distribuido a través de las lumbreras de manera que aproximadamente un 33 por cien es introducido a través de las tres primeras lumbreras y un 50 por cien es introducido a través de las tres últimas lumbreras, lo cual significa que un 67 por cien es introducido a través de las cuatro lumbreras situadas más allá de la tercera lumbrera. El aire en exceso es mantenido por debajo de aproximadamente 10 por cien de la cantidad teórica o estequiométrica de aire requerida para la combustión del gas na-

15

20

25

tural. El lugar caliente en el vidrio es determinado utilizando un pirómetro de radiación, y está situado cerca del centro del horno entre la sexta y la séptima lumbreas. Se utilizan unos refrigeradores sumergidos según se muestra en la figura 4. No obstante, cuando se produce un vidrio que contiene más de aproximadamente 0,4 por cien de  $Fe_2O_3$  se prefiere trabajar con enfriamiento desde por debajo del fondo del horno solamente, en lugar de con refrigeradores sumergidos tal como en el presente caso.

Se configura un vidrio con una excelente calidad interna a partir del vidrio suministrado para la configuración, indicando una buena homogeneización en el fundidor. La manta de tanda es observada durante la combustión y durante la inversión desde la combustión por un lado a la combustión por el otro lado. No se observa ningún arrastre significativo de polvo hacia dentro de las lumbreas. El rendimiento del horno es de aproximadamente 33 por cien del teórico, y la utilización de combustible es de aproximadamente 1512 millones de calorías por tonelada de vidrio producido.

Si bien este invento ha sido descrito con referencia a formas de realización particularmente preferidas, su alcance puede apreciarse de las siguientes reivindicaciones.

La presente solitud que corresponde a la pre-

sentada en Estados Unidos de América, el 29 de Abril de 1974, bajo el número 465.053 y 3 de Abril de 1975 bajo el número 564.925, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

#### REIVINDICACIONES

10 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

15 1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un método de hacer funcionar un horno de regeneración para fabricar vidrio, calentado longitudinalmente, que comprende un fundidor para recibir materiales de tanda de vidrio en un extremo de alimentación y que tiene al menos cinco lumbreras de combustión que se extienden a lo  
20 largo de su longitud y un refinador conectado con el fundidor y que proporciona menos profundidad para contener vidrio fundido que el fundidor, en el que materiales de tanda pulverulentos son alimentados sobre vidrio fundido  
25 una capa flotante de tanda sobre el vidrio entre lumbreras

ras de combustión distanciadas más próximas al extremo de alimentación, la cual tanda flotante es susceptible de ser recogida y transportada desde el horno por la acción de combustión ejercida sobre él, caracterizados porque comprenden introducir menos de aproximadamente 50% del combustible total introducido en el horno a través de todas las lumbreras de combustión a través de las tres primeras lumbreras de combustión más próximas de donde se alimenta al horno la tanda de vidrio; e introducir al menos aproximadamente 50% del combustible total introducido en el horno a través de todas las lumbreras de combustión, a través de lumbreras de combustión situadas a una distancia de al menos tres lumbreras del lugar en donde la tanda de vidrio es alimentada al horno, al tiempo que se ajusta y mantiene la velocidad total con la que se introduce combustible en el horno para mantener la temperatura del vidrio fundido en el refinador dentro de un margen apropiado para la descarga con el fin de formar una lámina continua de vidrio plano.

20 2ª.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1ª, caracterizados porque al menos 40% del combustible total introducido en el horno a través de todas las lumbreras de combustión es introducido a través de las tres primeras lumbreras de combustión situadas más próximas de donde la tanda de vidrio es alimentada al horno, y al menos

aproximadamente 60% del combustible total introducido en el horno a través de todas las lumbreras de combustión es introducido a través de lumbreras de combustión distanciadas en al menos tres lumbreras desde el lugar en donde la tanda de vidrio es alimentada al horno.

5  
3<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1<sup>a</sup>, caracterizados porque al aire previsto para la combustión del combustible introducido en el horno está en cantidad menor de aproximadamente 1,1 veces la cantidad de aire estequiométricamente requerida para la combustión del combustible.

10  
4<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos introducidos en un método de hacer funcionar un horno de regeneración para fabricar vidrio, calentado longitudinalmente.

15  
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de cuarenta y cinco hojas escritas a máquina por una sola cara.

20

Madrid, 23 JUN. 1975

P.A.

Fernando de Elizaburu  
Por Poder.

25

12-5-75 CAL.

- 45 -

FIG. 1

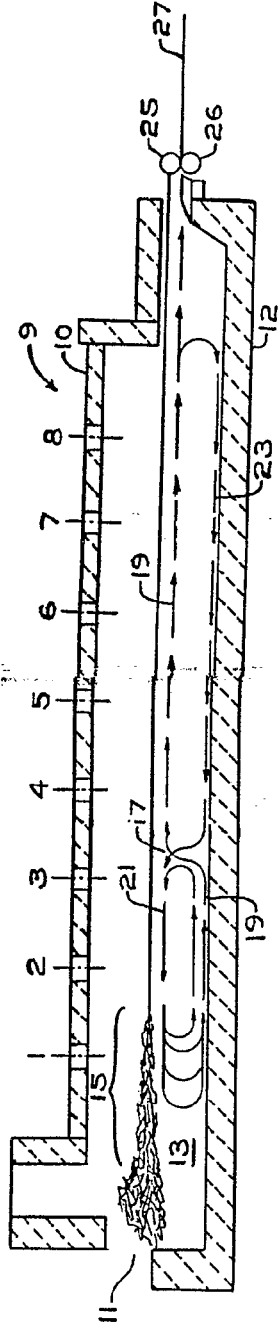
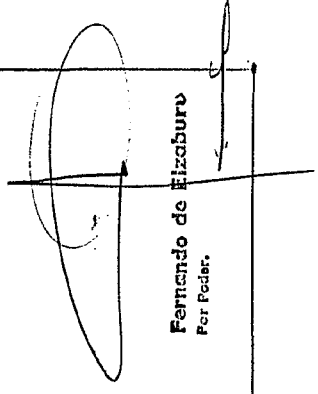
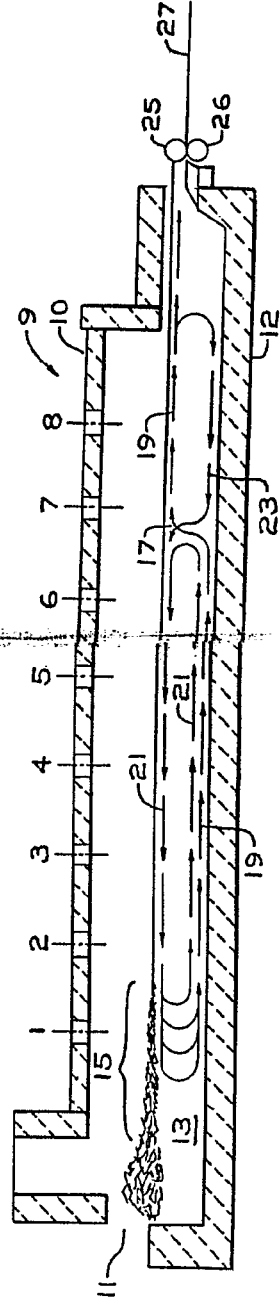


FIG. 2



Fernando de Eizaburu  
Per Peder.

POOR  
QUALITY

FIG. 1

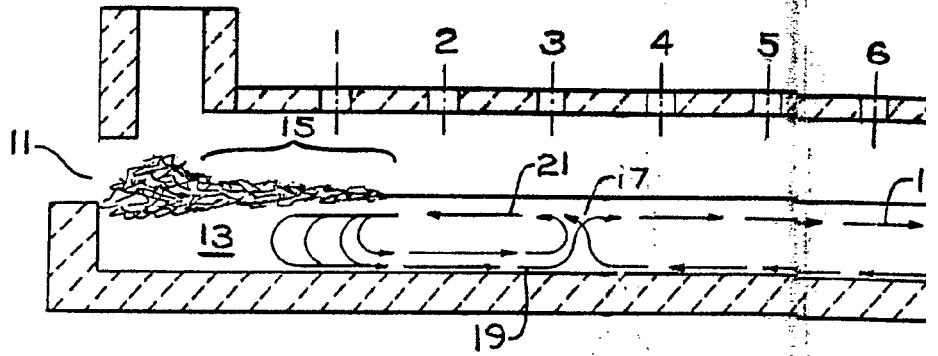
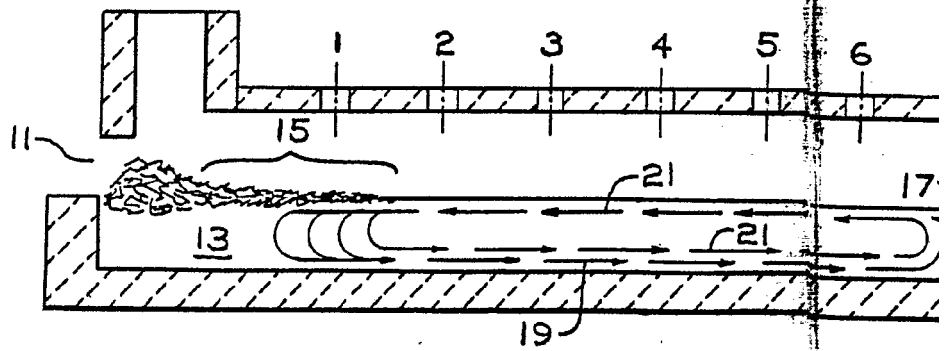


FIG. 2



POOR  
QUALITY

FIG. 1

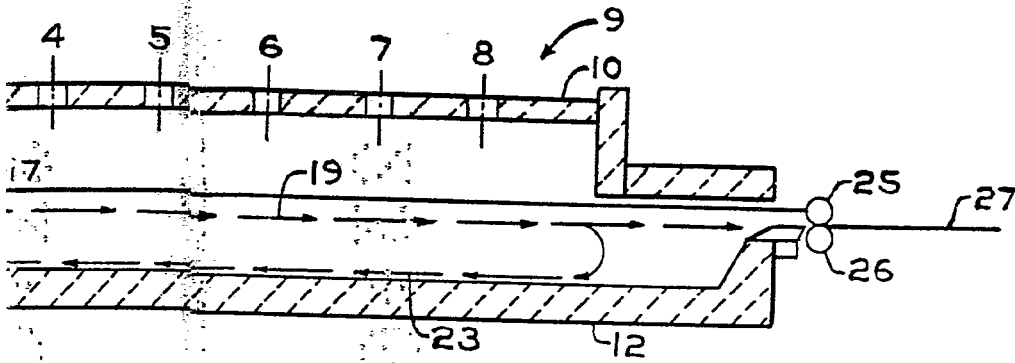
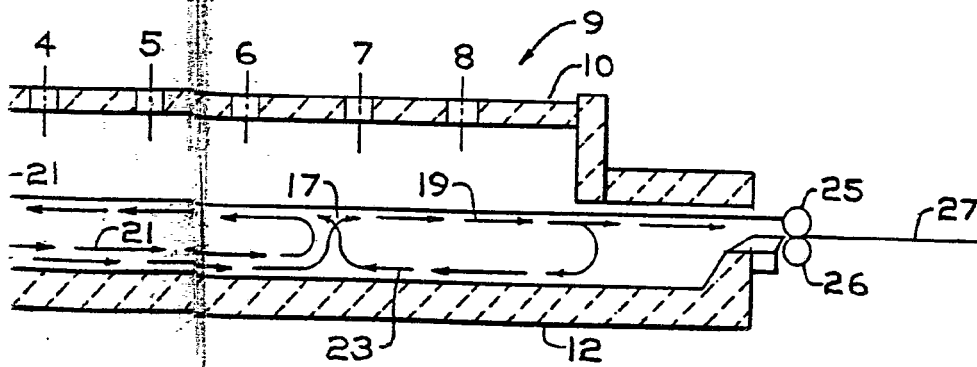


FIG. 2



Fernando de Elizaburu  
Por Poder.

POOR  
QUALITY

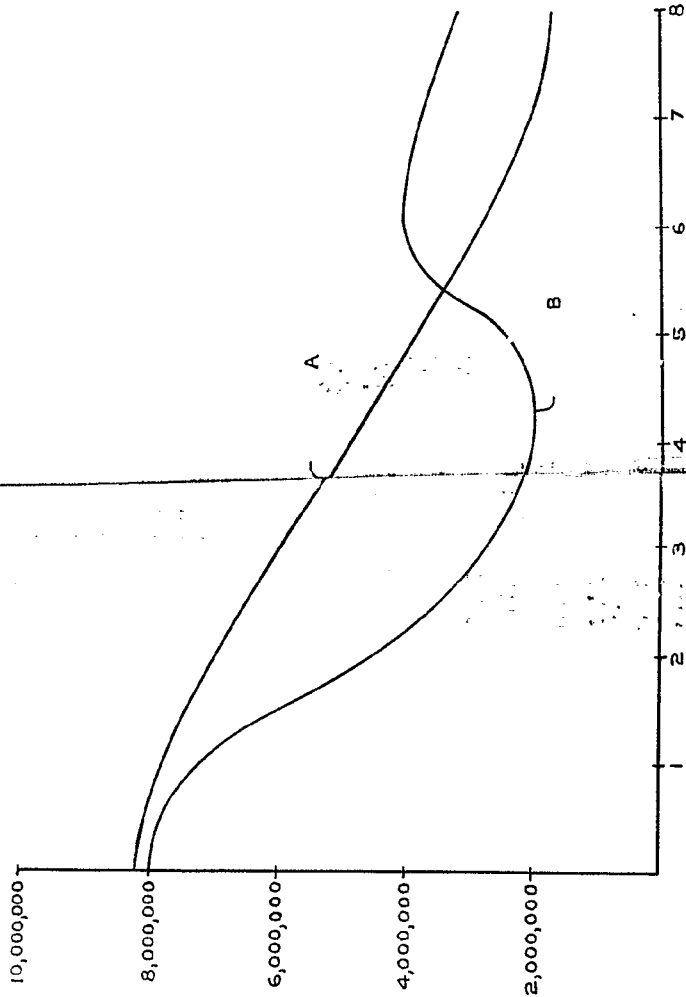


FIG. 3

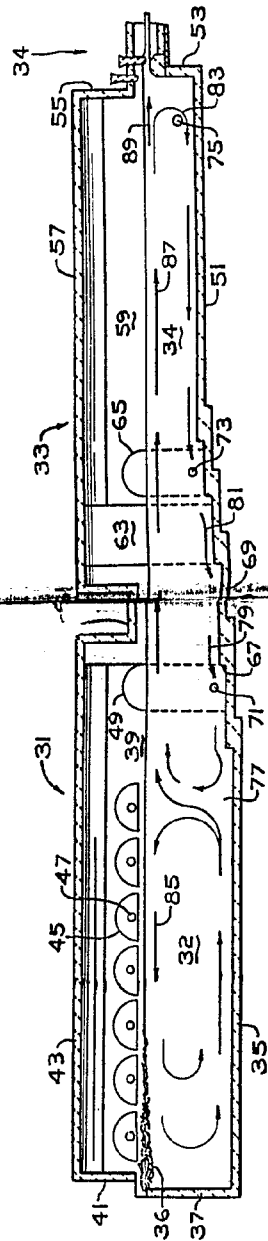


FIG. 4

Fernando de Elizaburo  
Per Potos

POOR QUALITY

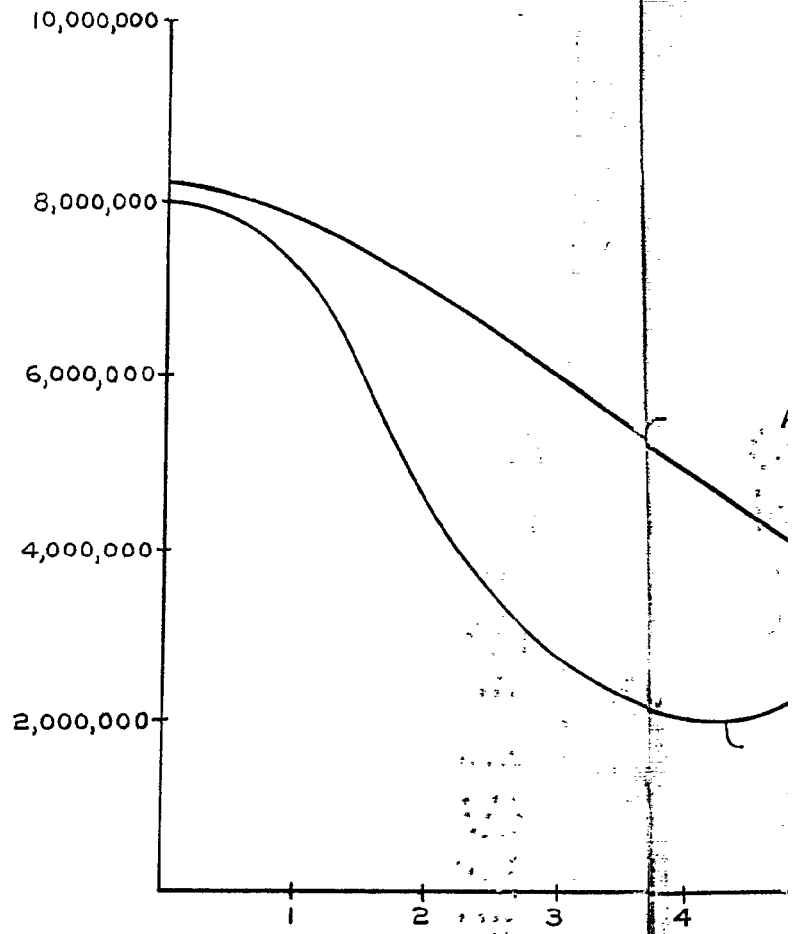


FIG. 3

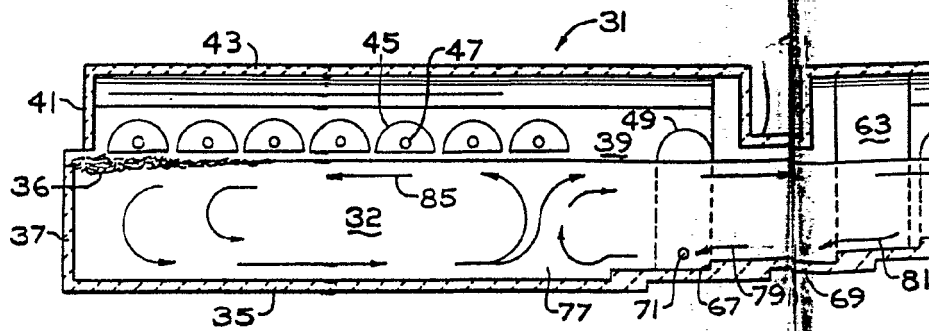


FIG. 4

**POOR  
QUALITY**

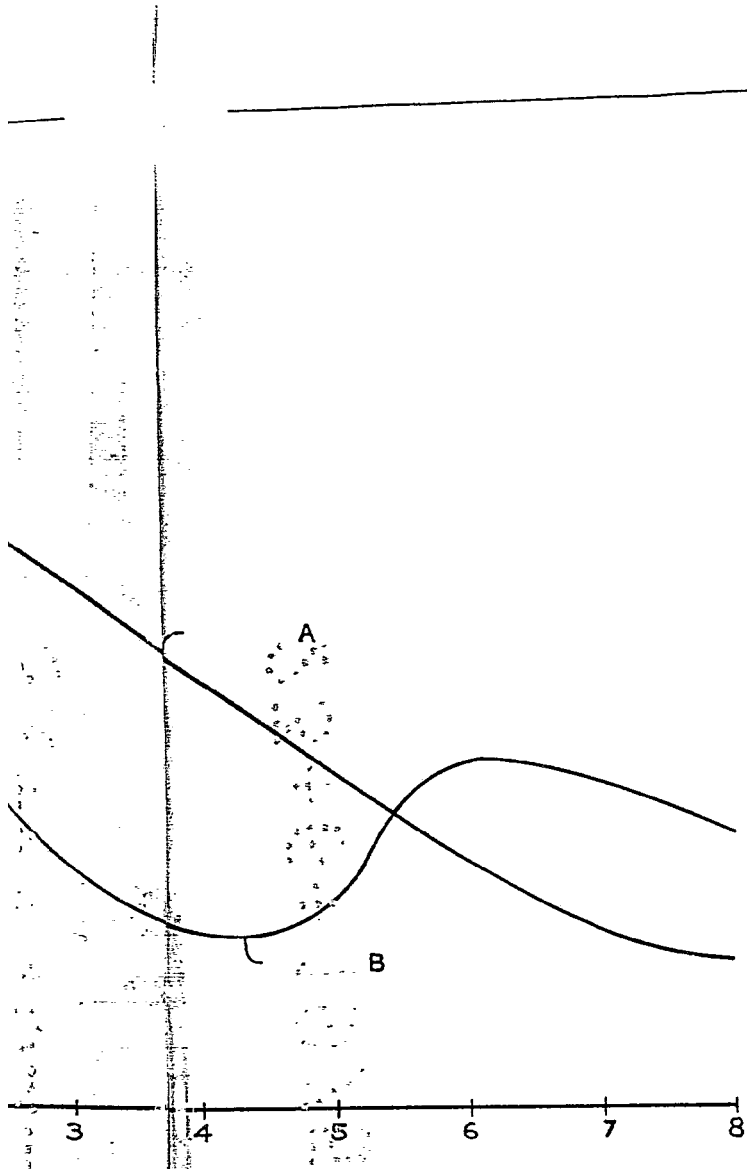


FIG. 3

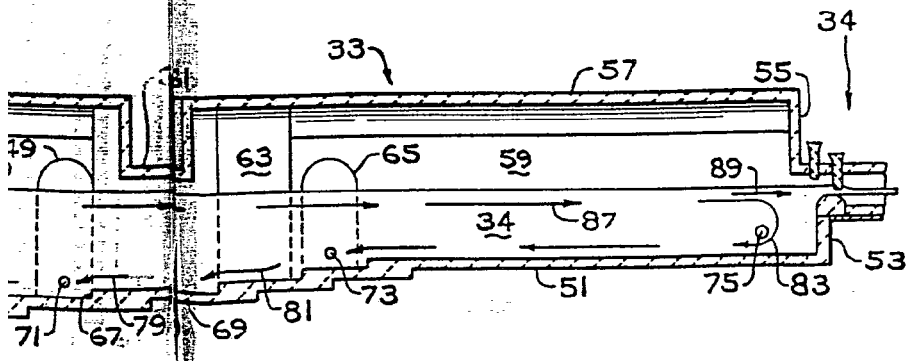


FIG. 4

Fernando de Elizaburu  
 Por Poder.

**POOR  
 QUALITY**