

423917  
P.- 56.706



F.C. 2-12-75

Case No.: 5353  
File No.: F-5353 Gl.  
División: Glass Method

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.:	C03B
-----------	------

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

A nombre de PPG INDUSTRIES, INC

entidad norteamericana

establecida en One Gateway Center, Pittsburgh, Pensilva-  
nia 15222, Estados Unidos de América

por: "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN PROCEDIMIENTO  
DE FORMAR CONTINUAMENTE UNA CAPA DE VIDRIO SOBRE UNA  
MASA DE SOPORTE DE METAL EN FUSION"

(Clase Internacional C03b)



423917

Antecedentes del Invento

Campo del Invento: este invento se refiere a la fabricación de una hoja o lámina continua de vidrio plano haciendo flotar vidrio fundido sobre un charco o baño de metal fundido mientras se adelgaza y se enfría el vidrio. Más en particular, este invento se refiere a un método y un aparato para fabricar hojas de vidrio con un amplio margen de gruesos y que tienen calidad óptica mejorada y son de anchura controlada.

Descripción de la Técnica Anterior: Se ha venido proponiendo con anterioridad formar una hoja continua de vidrio depositando para ello vidrio fundido sobre un baño de metal fundido, tal como de estaño fundido o aleación de estaño fundida, e impulsar el vidrio a lo largo del baño de metal fundido mientras se enfría y se adelgaza el mismo para formar una cinta u hoja continua de vidrio dimensionalmente estable, que es luego retirada del baño para posterior tratamiento. En los primeros desarrollos, tales como el de Heal, Patente para los EE.UU. número 710357 y el de Hitchcock Patente para los EE.UU. número 789.911, se describe la fabricación de vidrio plano alimentando para ello continuamente vidrio fundido sobre un charco de metal fundido para formar una cin



423917

ta de vidrio que se enfría, y se impulsa a lo largo del baño de metal fundido para formar una cinta de vidrio acabada.

5 Se ha comprobado que el vidrio producido de acuerdo con estos métodos presenta una distorsión o deformación óptica sustancial, tal como informa Pilkington en las historias de archivo de las patentes descritas a continuación (Folleto número 5, páginas 7 y 8 de la Patente para los EE.UU. número 3.220.816). La distorsión óptica de tipo general se ha atribuido, por tanto, en la técnica, a un fallo en el desmenuzamiento de la superficie inferior de una corriente de vidrio descargada. Un fallo en la rotura de la superficie inferior produce el efecto de mantener las imperfecciones anteriormente formadas en el vidrio refinado y acondicionado del modo usual.

10

15

Casi medio siglo después de las descripciones de Heal y Hitchcock se realizaron ciertos perfeccionamientos que permitieron el desarrollo comercial de la fabricación de vidrio plano por un procedimiento de flotación. Estos perfeccionamientos básicos que se han introducido en un procedimiento de flotación son los objetos de dos patentes de Pilkington, a saber, la Patente para los EE.UU. número 3.083.551 y la Patente para los EE.UU. número 3.220.816. En estas patentes

20

25



423917

se describe que el vidrio fundido, cuando se descarga sobre un charco o baño de metal fundido, se extenderá lateralmente, si no tropieza con obstáculos, hasta una anchura y un grueso de equilibrio, y que se puede  
5 sacar una cinta de vidrio del vidrio fundido que se ha extendido y que está flotando sobre el metal fundido. En estas patentes se describe además el vertido de vidrio fundido sobre metal fundido de tal manera que se permite que el vidrio caiga libremente sobre  
10 el metal fundido. El vidrio fundido se separa entonces en una corriente que fluye hacia atrás y una corriente que fluye hacia delante, fluyendo las dos lateralmente. De acuerdo con la Patente para los EE.UU. número 3.220.816, la corriente que fluye hacia atrás  
15 está constituida por vidrio que ha estado en contacto con un miembro de descarga de material refractario y que ha sido contaminado por tal contacto, y esa parte de vidrio se extiende hacia fuera en las partes marginales de la cinta acabada y puede ser convenientemente  
20 separada de la cinta acabada. Estos descubrimientos han permitido la formación de cintas de vidrio con el grueso de equilibrio, las cuales tienen una calidad de superficie satisfactoria y una homogeneidad química satisfactoria para la mayoría de los actuales usos comerciales.  
25

423917



No obstante, a medida que se han ido produciendo más perfeccionamientos, en particular los que se refieren a fabricar un vidrio más grueso o más delgado que el vidrio que tiene el grueso de equilibrio, quienes han trabajado en la técnica de la fabricación del vidrio han comprobado que los procedimientos comercialmente útiles para fabricar vidrio plano, los cuales están basados en el flujo lateral sin obstáculos de vidrio en sus etapas de conformación iniciales y que están basados en la caída libre y el flujo hacia atrás de al menos una parte del vidrio, contribuyen a que exista distorsión óptica en el vidrio acabado, lo cual no es satisfactorio para aquellos usos para los que se requiere vidrio de calidad óptica, sustancialmente mejor que la que se requería tan solo hace unos pocos años. Por ejemplo, en la fabricación de parabrisas de automóviles de vidrio conformado por el procedimiento de flotación, se ha comprobado que es deseable emplear vidrio que sea relativamente delgado, es decir, vidrio que sea más delgado que el vidrio que tiene el grueso de equilibrio y que tenga del orden de 1,5 mm a 3,8 mm de grueso, y preferiblemente unos 2,3 mm de grueso. El vidrio fabricado por el procedimiento de flotación con gruesos del orden de menos de unos 3,8 mm se ha comprobado que tiene mayor distorsión óptica

423917



aparente que el vidrio que tiene el grueso de equilibrio, y se ha tropezado con grandes dificultades para fabricar tal vidrio delgado de una calidad óptica adecuada para satisfacer los requisitos de parabrisas para automóviles.

El presente invento está orientado hacia un método y un aparato para fabricar vidrio plano que tiene una calidad óptica superior y que posee otras ventajas de tratamiento, las cuales se harán evidentes de la descripción que sigue.

#### Resumen del Invento

Se suministra vidrio fundido desde una fuente de vidrio fundido a un acondicionador en el cual se establecen flujos laminares. El vidrio que está fluyendo con flujo laminar tranquilo es retirado del acondicionador a través de unos medios de descarga, los cuales comprenden un camino relativamente corto para el flujo de vidrio fundido a un baño de metal fundido. Los medios de descarga se caracterizan por tener, en corte transversal, una abertura de forma rectangular, en general alargada, con un límite inferior definido por un miembro de apoyo o miembro de umbral, un límite superior definido por una barrera de dosificación, tal como una compuerta, y con los lados marginales defini



423917

dos por jambas o paredes. El espaciamiento entre el miembro superior y el miembro inferior es relativamente mucho menor que el espaciamiento entre las paredes laterales, de modo que el vidrio fundido que fluye a través del área de la sección transversal tiene una anchura definida por la distancia entre las paredes laterales, la cual es muchas veces mayor que su grueso, tal como está definido inicialmente por el espaciamiento entre los miembros superior e inferior.

El vidrio fundido pasa desde los medios de descarga sobre un charcos de metal fundido, tal como de estaño o de una aleación que contenga estaño. El vidrio fundido puede desplazarse sólo horizontalmente, como se ha ilustrado en las realizaciones preferidas, o bien puede descender por una pendiente para ir a parar sobre el metal fundido. En cualquier caso, no se permite que el vidrio caiga libremente sobre el metal fundido, pues tal caída libre perturba los flujos laminares uniformes que han sido establecidos en el acondicionador, Esta perturbación es más evidente cerca de los bordes marginales de una hoja de vidrio formada a continuación de la caída libre.

La anchura de la corriente de vidrio fundido puede definirse mediante miembros de guía sustancialmente paralelos que se extienden a lo largo de la trayec



423917

toria de desplazamiento y que obstaculizan sustancialmente cualquier flujo o movimiento hacia fuera del vidrio fundido, en particular mientras la temperatura del vidrio fundido permanece alta y la viscosidad permanece suficientemente baja para permitir un flujo lateral sustancial. Estos miembros laterales pueden ser cortos. De hecho, pueden ser los lados de los medios de descarga, o bien pueden extenderse en una distancia sustancial aguas abajo. Los miembros laterales están constituidos preferiblemente de un material que es mojado sustancialmente por el vidrio fundido dentro de una región a lo largo de la trayectoria de desplazamiento del vidrio a lo largo de su longitud, pero que no son mojados sustancialmente por el vidrio en sus extremos, los cuales hacen contacto con vidrio que se ha enfriado en cierta medida. Los miembros laterales pueden estar provistos de medios para calentarlos o enfriarlos, para controlar el grado en que son mojados por el vidrio fundido. También se puede suministrar un material lubricante entre el vidrio fundido y los miembros laterales. Los miembros laterales están aislados del ambiente externo en la medida suficiente para impedir un enfriamiento indebido del vidrio a lo largo de sus partes marginales. Una característica importante de este invento es que el vidrio que fluye



423917

5 en las regiones marginales adyacentes a los miembros laterales tiene una temperatura suficientemente alta y una viscosidad suficientemente baja para que no se imponga al vidrio un arrastre excesivo, como en los métodos de Heal y Hitchcock. Por consiguiente, el vidrio producido por el presente método no adolece de la distorsión en "espina de arenque" en sus partes marginales. La distorsión denominada en "espina de arenque" es una denominación aceptada por los fabricantes de vidrio para significar una distorsión angular repetida cerca de los márgenes de una cinta de vidrio. Se considera que es causada por excesivos gradientes de velocidad en el vidrio.

15 La cinta de vidrio que se mueve aguas abajo desde el espacio entre los miembros laterales está sometida a enfriamiento adicional y a fuerzas de tracción a lo largo de su dirección de desplazamiento, para adelgazar el vidrio hasta su grueso final mientras se mantiene sustancialmente la misma anchura que la que tenía el vidrio en su punto de salida desde el confinamiento entre los miembros laterales. La variación en anchura es en general menor que más o menos el cinco por ciento de la anchura media de la cinta, y la cinta experimenta una contracción general en anchura menor que el cinco por ciento mientras es conducida a



423917

lo largo del baño de metal fundido.

El soporte de los medios de descarga puede comprender un miembro de material refractario, tal como sílice fundida, que es mojado por el vidrio y que  
5 se extiende a través de la anchura de la región de descarga en relación de oposición con el miembro de dosificación superior. El vidrio fundido puede fluir simplemente en contacto con el soporte de material refractario, o bien se puede suministrar un material lubricante, tal como metal fundido o una sal fundida,  
10 entre el miembro de material refractario y el vidrio fundido. Como alternativa, se puede prever un suelo inerte que esté construido de un material, tal como de un metal inerte, en particular de platino, que no reaccione con el vidrio. Tal miembro forma, en efecto, un umbral corto sobre el cual puede ser descargado el vidrio fundido. El miembro de soporte o apoyo puede estar dispuesto a una cierta distancia hacia abajo desde el plano inferior previsto de flujo de vidrio y estar cubierto con un charco de metal fundido de un  
20 grueso sustancial que esté en comunicación con el baño principal de metal fundido. El suelo por debajo de metal fundido en tal realización puede ser construido con su borde más próximo a la fuente de vidrio fundido ligeramente elevado con respecto al resto del  
25



423917

suelo, para impedir que entre metal fundido en la fuen  
te de vidrio fundido, o bien se puede prever una rebo  
sadero o bloque de umbral para separar el metal fundi  
do de la fuente de vidrio fundido. Otros perfecciona  
5 mientos de esta realización constituyen los objetos  
de la solicitud de patente asociada de William F. Ga-  
ley y en lo que sigue se hará referencia especifica-  
mente a los mismos.

La compuerta, contra la cual incide el vidrio fun  
10 dido, puede estar construida de sílice fundida y puede  
estar chapeada con platino sobre al menos una cara  
(en particular la cara que mira hacia la fuente de vi  
drio fundido), o bien puede ser un miembro de molibde  
no. Como alternativa, se puede prever una barrera me  
15 cánica que esté espaciada de, pero muy próxima a, la  
superficie de vidrio fundido, y esa barrera puede es-  
tar provista de boquillas de descarga de gas que se  
usan para establecer una barrera gaseosa entre la fuen  
te de vidrio fundido y la región de conformación. De  
20 bido a la anchura relativamente grande del espacio de  
descarga, en comparación con la altura del espacio  
que define el grueso de la corriente de vidrio fundi-  
do descargada, pequeñas variaciones en la altura dan  
por resultado variaciones sustanciales en el área de  
25 la sección transversal, de modo que el problema de con

423917

trolar o dosificar el vidrio, que se resuelve en la técnica anterior limitando la anchura de la corriente de vidrio fundido descargada para que sea sustancialmente menor que la anchura de flotación sin obstáculos de una cinta producida, requiere un control preciso del espacio previsto entre el miembro de fusión superior y la superficie inferior plana definida del vidrio fundido que es descargado. En consecuencia, en las realizaciones preferidas de este invento se emplean, en general, complicados métodos de dosificación.

Un método que puede emplearse para controlar la sección transversal de la abertura consiste en la combinación auxiliar de elementos descritos para control de la compuerta, descrita en la solicitud norteamericana de Joseph M. Matesa y Aloysius W. Farabaugh número de serie 261.493, presentada con fecha 9 de junio de 1972 y cedida en común.

El efecto general del presente invento es el de entregar una corriente de vidrio fundido, procedente de una fuente de vidrio fundido, a través de un acondicionador para establecer flujo laminar y luego a unos medios de descarga que tienen una anchura mucho mayor que su altura y una distancia longitudinal mucho menor que su anchura. En general, la longitud de los medios de descarga será menor que aproximadamente el 20 por



28 MAR 1957

423917

5           ciento de su anchura. La corriente de vidrio fundido  
es luego descargada, manteniéndose el flujo laminar,  
sobre un baño de metal fundido. El vidrio fundido  
que fluye permanece en contacto con los medios de des-  
carga, y se mantiene un flujo de vidrio sustancial-  
mente unidireccional a lo largo de toda la anchura de  
flujo a través de los medios de descarga y sobre el  
charco de metal fundido. Se impide que la corriente  
de vidrio fundido fluya lateralmente hacia fuera y se  
10           enfría y se adelgaza a lo largo de la dirección de mo-  
vimiento del vidrio para formar una cinta de vidrio  
plano continua dimensionalmente estable.

15           En el presente procedimiento se mantiene la an-  
chura lateral del vidrio que fluye transversalmente al  
movimiento general del vidrio en una anchura que no es  
sustancialmente mayor que la anchura del vidrio fundi-  
do descargado desde la fuente de vidrio fundido a los  
medios de descarga. Esto, juntamente con el estable-  
cimiento y mantenimiento de diseños de flujo laminar,  
20           da por resultado un vidrio, de superior calidad óptica.  
La calidad óptica del vidrio acabado es sustancialmen-  
te mejor que la calidad óptica del vidrio formado se-  
gún las técnicas comerciales usuales de conformación  
por flotación.

25           En el presente método, el vidrio que está fluyen



423917

do en la superficie expuesta del vidrio en la fuente  
de vidrio fundido, antes de salir a través de los me-  
dios de descarga, es mantenido sustancialmente en o  
cerca de la superficie superior de la cinta durante  
5 toda su conformación, y el vidrio que entra en los me-  
dios de descarga, en contacto con el suelo de los me-  
dios de descarga, forma sustancialmente la superficie  
inferior de la cinta de vidrio acabada, la cual se  
mantiene en contacto con el metal fundido durante to-  
10 da la conformación. El vidrio que entra en los medios  
de descarga por los lados de la corriente de vidrio  
fundido que fluye, permanece sustancialmente en la mis-  
ma posición con relación a la cinta acabada. El efec-  
to total de estas condiciones, de flujo, que se estable-  
15 cen y se mantienen durante todo el procedimiento de  
transferencia de vidrio fundido desde una fuente de  
vidrio fundido a una cámara de conformación y a tra-  
vés de ésta, es el que produce la calidad óptica mejo-  
rada del vidrio acabado fabricado por el presente mé-  
20 todo.

El presente método, en sus realizaciones preferi-  
das, proporciona otras mejoras sobre los procedimien-  
tos comerciales existentes de fabricación de vidrio  
por flotación, cuyas mejoras se considera que están  
25 relacionadas con una cooperación mejorada entre la zo



28

423917

na de refino de una fuente de vidrio fundido y la zona de conformación por flotación dentro del proceso. En los procedimientos usuales de fabricación del vidrio por flotación, la cámara de conformación por flotación está sustancialmente aislada de la fuente de vidrio fundido, tanto en un sentido mecánico como en un sentido hidrodinámico. El vidrio procedente del refinador del horno o fuente de vidrio fundido es reunido en un canal estrecho y se alteran los diseños de flujo existentes en el refinador. Luego se permite que la corriente relativamente estrecha de vidrio fundido que viene de un canal usual caiga libremente sobre un baño de metal fundido y se extienda hacia fuera en todas direcciones. En la fabricación de vidrio por flotación del modo usual, los efectos de la entrada y la salida en el flujo de vidrio originados por los canales estrechos y por la caída libre del vidrio (que origina de hecho dos giros de 90 grados en el flujo) hacen que el vidrio entre sobre el metal fundido para conformación con flujos y condiciones sustancialmente diferentes a las condiciones y los flujos establecidos en el horno de fusión y en el refinador.

En la práctica de este invento, se establecen preferiblemente flujos laminares en el acondicionador,



423917

proporcionando para ello condiciones térmicas apropiadas para hacer que se desarrolle una célula de convección grande, y por lo tanto estable, dentro del vidrio fundido en el acondicionador. Las condiciones térmicas son regulares en una región que se extiende al me  
5 nos unos 15 metros aguas arriba dentro de acondicionador, desde la abertura en la pared frontal del acondicionador que conduce a la región de descarga. De preferencia, la región de condiciones térmicas regulares se extenderá de 22,5 a 36 metros aguas arriba, aunque  
10 puede extenderse todavía más sin efecto alguno perjudicial, aparte de una repercusión gravosa en el aspecto económico. La regularidad requerida en las condiciones térmicas es la de gradientes de temperatura en el vidrio fundido que pueden medirse mediante pirómetros de radiación de la superficie. A lo largo de la  
15 longitud de la región prevista la temperatura deberá disminuir según un régimen medio de por lo menos 3,7° C por metro y no más de unos 27,7° C por metro. De preferencia, el enfriamiento será lo suficientemente  
20 gradual como para establecer una caída de temperatura según un régimen medio comprendido entre 7,4° C por metro y 12,9° C por metro. Un régimen demasiado bajo impedirá que se desarrolle el flujo laminar total. Un  
25 régimen demasiado elevado originará una mezcla limita



423917

da localizada y esporádica, dando por resultado faltas de homogeneidad en cuanto a composición y, por consiguiente, en cuanto a índice de refracción, en el vidrio.

5           En las realizaciones preferidas de este invento, cualquier control térmico que se ejerza sobre el vidrio en el refinador se usa ventajosamente situando para ello el plano de la parte inferior del flujo de vidrio a través de los medios de descarga a un nivel  
10 bastante por encima del plano neutro de flujo que se establece en el refinador o en el acondicionador. El plano neutro de flujo en el refinador es el plano que está por debajo de la superficie expuesta del vidrio, donde no hay sustancialmente flujo neto alguno de vidrio hacia adelante. Por encima del plano neutro se  
15 produce un aumento de la velocidad del vidrio en la dirección de flujo general del vidrio a través del proceso. Inmediatamente debajo del plano neutro hay flujo de vidrio de sentido contrario al del flujo ge  
20 neral de vidrio, el cual es inducido por la convección térmica natural que existe en el acondicionador o refinador. En una realización preferida, se proporciona enfriamiento en el refinador, principalmente me  
25 diante radiadores sumergidos en el vidrio y por enfriamiento por debajo del suelo refractario del refi



423917

nador.

5           Esencialmente por eliminación de la capa superior de la parte que fluye hacia adelante del vidrio en el refinador, y llevando ese vidrio como una corriente a través de los medios de descarga y sobre el metal fundido, los flujos laminares que son establecidos en el vidrio fundido en el refinador son mantenidos durante toda la conformación de una hoja o cinta continua de vidrio. Cualesquiera faltas de  
10           homogenidad química que puedan existir en el vidrio no se hacen patentes debido a la mezcla esporádica limitada, ya que no se pueden formar lentes ópticas en tanto los elementos de vidrio que tengan índices de refracción diferentes se mantengan en planos rela  
15           tivamente planos y paralelos.

          En la práctica del presente invento se obtiene un resultado particular inesperado que puede ser atribuido a la cooperación entre el refinador o acondicionador y los medios de descarga o de entrega del presente invento. No solamente permiten los presentes  
20           medios de entrega mantener condiciones de flujo deseables dentro de una corriente de vidrio una vez que han sido establecidas, sino que también la actual técnica de descarga y entrega del vidrio influye favorablemente en las condiciones de flujo y en las con  
25



20

423917

diciones térmicas dentro del refinador o acondicionador que están aguas arriba de los medios de entrega. Aparentemente, puesto que en el presente invento se prevé la eliminación de una capa de vidrio superior

5 relativamente delgada del charco de vidrio fundido en el refinador o acondicionador, se altera la velocidad en el sentido del espesor del charco de vidrio fundido, haciéndose su componente de flujo hacia delante más uniforme en profundidad y en anchura muy cerca de

10 la superficie de vidrio expuesta. Por consiguiente, se favorece la transferencia de calor desde el vidrio caliente en el acondicionador al ambiente que lo rodea sin comunicar inestabilidades térmicas indebidas al charco de vidrio fundido. Aparentemente, puesto

15 que el vidrio fundido es un material excelente para absorber y radiar calor, la pérdida de calor de una masa relativamente delgada de vidrio fundido es sustancialmente mayor que la de una masa relativamente gruesa equivalente de vidrio fundido. Por consiguiente,

20 te, en el presente método el vidrio que está siendo descargado continuamente desde el charco de vidrio fundido en el refinador o acondicionador es relativamente ancho y delgado, en comparación con la corriente principal de flujo desde un acondicionador o refinador en un proceso de obtención de vidrio por flota

25

423917



ción usual, y se efectúa la eliminación de calor con un rendimiento considerablemente mayor en el presente procedimiento. Esto se ha demostrado por experimentación y con ello el presente procedimiento queda  
5 establecido como uno con el cual se pueden obtener mayores ritmos de producción sin que para ello sea necesario invertir en grandes instalaciones de fabricación. Por otra parte el procedimiento es del tipo de los que conservan la energía.

10 El establecimiento y el mantenimiento de flujo laminar en el presente procedimiento pueden deducirse fácilmente del aspecto de la sección transversal de la cinta de vidrio acabada. Incluso cuando se establecen  
15 flujos laminares en un procedimiento de flotación usual, cuyo flujos vienen evidenciados por diseños sustancialmente en capas o de disposiciones paralelas en la sección transversal del vidrio acabado, el vidrio producido por el procedimiento de Pilkington pre-  
20 senta un diseño acusado y característico de "gancho en forma de J" cerca de las partes marginales de la cinta. Ello revela el fallo de ese procedimiento en cuanto a mantener flujos laminares. El vidrio produ-  
25 cido por el presente procedimiento no tiene "gancho en forma de J"; por el contrario, el diseño que hay dentro del vidrio producido de acuerdo con este invento



423917

es un diseño de capas encajadas uniformemente, en el que no aparecen líneas de distorsión características en los márgenes de la cinta. Las propiedades características del vidrio de la técnica anterior y del vidrio de este invento pueden apreciarse de los dibujos a escala, que representan fotografías del vidrio. También se cree que en el vidrio producido por este procedimiento se disminuye la cualidad de centro característica del vidrio obtenido por flotación.

Los flujos de vidrio en el acondicionador y a través de los medios de descarga se han estudiado con detalle en lo que antecede, y se han indicado las ventajas que resultan de esos flujos. El flujo de vidrio sobre metal fundido, entre los miembros laterales, es también importante para fabricar vidrio de alta calidad.

En el pasado, al formarse cintas de vidrio por enfriamiento de un flujo de vidrio delgado limitado a lo largo de sus bordes, las cintas de vidrio resultantes han estado caracterizadas por una pronunciada distorsión óptica a lo largo de los bordes y que se extiende hacia dentro aproximadamente del 10 al 15 por ciento de la anchura de la cinta, a cada lado. Por ejemplo, al producirse una cinta de 300 cm de anchura, ha sido corriente una distorsión que se extendía



423917

5 hacia dentro de 15 a 24 cm desde cada borde. Hasta el presente se ha aceptado que se han de sacrificar, como desperdicios, partes marginales sustanciales de una cinta de vidrio, siempre que se haya formado la cinta enfriando vidrio mientras se restringe el mismo entre barreras marginales.

10 Se ha descubierto ahora que estableciendo diseños térmicos apropiados dentro de esa región de formación entre los miembros de restricción o contención laterales, esa distorsión óptica cerca de los bordes de la cinta de vidrio puede ser limitada sustancialmente a menos de aproximadamente el uno por ciento de la cinta a lo largo de cada borde. Puesto que las cintas de vidrio tienen de por sí bordes bulbosos que deben ser  
15 eliminados en un tratamiento posterior, esa distorsión marginal no supone desperdicio de vidrio sino que, por el contrario, queda limitada a la parte de vidrio que ha de ser eliminada de la cinta en cualquier caso.

20 En esencia, los diseños térmicos preferidos en el presente procedimiento son diferentes de los puestos en práctica anteriormente, por cuanto las temperaturas marginales son relativamente más altas y las temperaturas centrales son relativamente más bajas en la región de conformación inmediatamente aguas abajo de la  
25 carga de vidrio. Mientras que el aumento de las tem-



423917

peraturas cerca de los miembros de contención tiende a aumentar el mojado de los miembros, lo cual origina ría de por sí una mayor resistencia al flujo de vidrio, se ha comprobado que mediante el uso de gradientes de temperatura apropiados a través de la anchura del vidrio se puede disminuir la viscosidad del vidrio cerca de los miembros lo suficiente, con relación a la viscosidad cerca del centro, para que se obtenga como resultado un menor arrastre o resistencia al flujo. Ello puede apreciarse mediante la observación de que el flujo de vidrio actúa como el flujo de dos fluidos inmiscibles, teniendo el flujo de vidrio principal en la mayor parte de la anchura un perfil de velocidad relativamente plano y teniendo el flujo cerca de los miembros laterales un perfil de velocidad muy pronunciado. Se pueden usar testigos de arena para observar el flujo de vidrio principal y, tomando en consideración la ley física de la continuidad y el flujo cero conocido en la pared de cada miembro, puede conocerse el flujo marginal. El flujo marginal actúa esencialmente como un lubricante para el flujo principal, aunque tal fenómeno parezca sorprendente a la vista de la naturaleza general del vidrio.

El flujo de vidrio entre los miembros de restricción puede representarse mediante el siguiente análisis





423917

$\Delta P$  caída de presión a través de la distancia  
L

Subíndices I y II. I se refiere al flujo de vidrio  
principal

5 II se refiere al flujo de vidrio  
en el borde

$$\begin{aligned}
 x^* &= x/w \\
 \delta^* &= \delta/w \\
 \beta &= \mu_{II} / \mu_I
 \end{aligned}$$

10

Partiendo de un equilibrio de la cantidad de movimien-  
to diferencial son evidentes las siguientes relacio-  
nes:

$$15 \quad v_z^I(x) = \frac{\Delta P}{2L} \left[ \frac{w^2 - (w - \delta)^2}{\mu_{II}} + \frac{(w - \delta)^2 - x^2}{\mu_I} \right]$$

$$20 \quad v_z^{II}(x) = \frac{\Delta P}{2L} \left[ \frac{w^2 - x^2}{\mu_{II}} \right]$$

$$\begin{aligned}
 v_z^I(x) &= \frac{\left[ 2\delta^* - \delta^{*2} + \beta(1 - 2\delta^* + \delta^{*2} - x^{*2}) \right]}{\beta(2\delta^* - \delta^{*2} + \beta(1 - \delta^{*2})^2)} \\
 v_z^I(0) &= \frac{\left[ 2\delta^* - \delta^{*2} + \beta(1 - \delta^{*2}) \right]}{\beta(2\delta^* - \delta^{*2} + \beta(1 - \delta^{*2})^2)}
 \end{aligned}$$

25



423917

$$\frac{v_z^{\text{II}}(x)}{v_z^{\text{I}}(0)} = \frac{1 - x^{*2}}{2\delta^{*2} - \delta^{*2} + f(1 - \delta^{*2})}$$

5

Cuando se produce por este procedimiento un vidrio sódico-cálcico-silíceo, se pueden establecer de un modo efectivo regiones de límite de altos gradientes de velocidad, que hacen que el flujo principal sea esencialmente plano en el 90 por ciento de la anchura del flujo. Por ejemplo, consideremos una composición que tenga: el 73 % de  $\text{SiO}_2$ , el 13,5 % de  $\text{Na}_2\text{O}$ , el 0,4 % de  $\text{K}_2\text{O}$ , el 8,7 % de  $\text{CaO}$ , el 3,8 % de  $\text{MgO}$ , el 0,15 % de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , el 0,3 % de  $\text{SO}_3$  y el 0,15 % de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Este vidrio tiene las siguiente relación de viscosidad-temperatura:

	Log de la Viscosidad	Temperatura °C
	-----	-----
20	2	1439
	3	1132
	4	1023
	5	908
	6	818
	7,6	713
25	13	547



423917

5 Cuando se conforma vidrio que tiene una composición tal como la descrita en un procedimiento como el de Heal, la temperatura de las partes marginales del vidrio disminuye bastante por debajo de la temperatura del vidrio en el centro del flujo. A causa de la pérdida natural de calor a través de las paredes laterales, la temperatura del vidrio marginal será probablemente de 55°C a 110°C inferior a la temperatura del vidrio central. En consecuencia, la viscosidad del vidrio cerca de las paredes es de 5 a 10 veces mayor que la viscosidad del vidrio en el centro del flujo. De ello resulta una resistencia sustancial al flujo, y partes amplias del vidrio marginal tienen una distorsión angular reiterativa conocida como distorsión en "espina de arenque".

10  
15  
20  
25 Cuando se conforma vidrio de esta composición por el procedimiento de Pilkington, los bordes del vidrio están aproximadamente a la misma temperatura que el vidrio en el centro del flujo de vidrio. En general, solamente se aprecia la distorsión debida a la caída libre juntamente con la distorsión marginal asociada con el estrechamiento de la cinta a partir de su extensión en flujo lateral sin obstáculos. Esta distorsión "en línea quebrada" es diferenciable de la debi-



A23917

da a la resistencia al flujo. No obstante, de vez en cuando un enfriamiento marginal excesivo da por resultado distorsión en "espinas de arenque". Esto es debido a que, incluso en ausencia de temperaturas que disminuyan bruscamente, cerca de los márgenes existe un perfil de velocidad parabólico alargado a través de la cinta. En estas condiciones el procedimiento es, en el mejor de los casos, metastable, por lo que se refiere a evitar la distorsión en "espinas de arenque".

5  
10  
15  
20  
25

En el presente procedimiento el vidrio que fluye centralmente es enfriado con relativamente más rapidez que el vidrio que fluye marginalmente. Ello se efectúa haciendo funcionar enfriadores o radiadores situados en posición superior centradamente, por aplicación de calor al vidrio que fluye marginalmente desde radiadores dispuestos en posición superior marginalmente, o desde miembros laterales calentados, o bien aislando térmicamente los miembros laterales de las paredes laterales de la cámara de conformación. Las partes marginales del vidrio se mantienen a temperaturas al menos iguales a la de la parte central del vidrio, y de preferencia se mantienen de  $11^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$  más de temperatura. Típicamente el vidrio será descargado isotérmicamente a unos  $1.094^{\circ}\text{C}$  en una posición aguas abajo de la descarga y entre los miembros

3917

28



laterales, donde la parte central del vidrio (aproximadamente el 90 por ciento del vidrio) ha alcanzado una temperatura de unos 982°C, las partes marginales del vidrio están todavía a unos 1038°C; justamente antes de que el vidrio llegue a los extremos de aguas abajo de los miembros laterales la temperatura central es de 871°C y la de las partes marginales es de unos 888°C. Los perfiles de velocidad que resultan de este diseño de temperaturas son prácticamente planos en el 90 por ciento de la anchura del vidrio, siendo la velocidad central aproximadamente 1,1 veces la velocidad en un punto al 5 por ciento de la anchura desde uno u otro de los miembros laterales. De las relaciones matemáticas indicadas en lo que antecede se puede determinar una gama completa de perfiles de velocidad posibles, y los perfiles de velocidad reales para un diseño térmico particular pueden confirmarse por experimentación con testigos de arena de la parte central del vidrio.

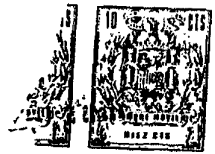
Los perfiles de velocidad del procedimiento de la técnica anterior pueden compararse fácilmente con los de este procedimiento mediante las anteriores relaciones, así como por experimentación (tanto por lo que se refiere a la producción de vidrio a escala natural como en modelos físicos a pequeña escala). Con

423917

referencia ahora a las anteriores relaciones, la velo  
cidad en el centro está relacionada con la que hay en  
un punto espaciado de un miembro lateral a una distan  
cia que sea el 5 por ciento de la anchura total del  
5 flujo. Son márgenes típicos para esta relación de ve  
locidad: de diez a veinte para un procedimiento en el  
cual el vidrio está en contacto con paredes laterales  
expuestas al ambiente exterior; cuatro a seis para un  
procedimiento por flotación comercial usual que tiene  
10 un perfil de anchura isotérmico; uno a cinco, y más  
probablemente uno a tres, para el presente procedimien  
to. Es evidente, por consiguiente, que el flujo de  
vidrio en este procedimiento es sustancialmente más  
uniforme, a través de la anchura del vidrio que fluye,  
15 que el flujo de vidrio de los procedimientos anterio  
res. Esto da por resultado menor pérdida de vidrio de  
bido a la distorsión marginal en la cinta de vidrio  
acabada.

Resumiendo, el presente invento tiene varias ven  
20 tajas sobre los procedimientos de conformación por flo  
tación usuales. Estas ventajas son de gran utilidad.

La eliminación de la extensión lateral sin obstá  
culos simplifica grandemente el problema de dirigir  
una cinta de vidrio en movimiento por el centro de una  
25 cámara de conformación, sobre los rodillos de extrac



423917

ción y a un horno de recocer continuo. La eliminación de la extensión lateral sin obstáculos reduce además grandemente los problemas de eliminación de calor uniforme desde el vidrio.

5           Es posible emplear temperaturas netas inferiores del vidrio en el refinador en el presente aparato, pues los problemas de desvitrificación en la transferencia de vidrio desde el refinador a la cámara de conformación se reducen al mínimo en ausencia de caída libre y de flujo hacia atrás. Esto se debe a que el estancamiento se reduce al mínimo en la práctica del presente método. El empleo de temperaturas inferiores en el refinador permite una mayor capacidad de producción para un horno de fusión y de refino de un tamaño dado.

10

15

Se reduce sustancialmente la distorsión óptica en "espina de arenque" que aparece a lo largo de las partes marginales de las cintas de vidrio usuales, al mantenerse gradientes de velocidad relativamente planos a través de la anchura de una corriente de vidrio que fluye en el presente aparato.

20

Aparte de las ventajas que se obtienen del presente invento en la conformación del propio vidrio, también se encuentran ventajas en las subsiguientes fases del tratamiento. Por ejemplo, el presente método

25



5 todo permite fabricar vidrio en todos los gruesos útiles, en hojas continuas de sustancialmente la misma anchura, de modo que se puede usar el equipo de inspección y de corte para vidrios de diferentes gruesos, sin que para ello se requieran ajustes laterales de tal equipo. Este invento es de utilidad para fabricar vidrio de cualquier composición que pueda ser con-

10 formado por flotación, tal como vidrio sódico-cálcico-silíceo, vidrio de borosilicato, y similares. El presente invento podrá comprenderse mejor a la vista de los dibujos y de las descripciones de realizaciones particulares preferidas que siguen.

#### Breve Descripción de los Dibujos

15 La Fig. 1 es una vista en corte longitudinal de un aparato para fabricar vidrio de acuerdo con el presente invento, en la que se ilustran medios para descargar vidrio fundido sobre un baño o charco de metal fundido.

20 La Fig. 2 es una vista en corte horizontal a lo largo de la línea 2,2 de la Fig. 1.

25 La Fig. 3 es una vista en corte longitudinal de un aparato alternativo para producir vidrio de acuerdo con el presente procedimiento, en la que se ilustran con detalle los medios de descarga del vidrio.



# 423917

La Fig. 4 es también una vista en corte longitudinal, a escala ampliada, de un aparato alternativo de producción de vidrio según otra realización de este invento. Las realizaciones ilustradas en las Figs. 3 y 4 abarcan otros conceptos del invento que se han descrito y reivindicado en la solicitud asociada de Galey.

Las Figs. 5, 6 y 7 ilustran los diseños de flujo establecidos en el acondicionador de vidrio justamente antes de extraer el vidrio fundido para conformación. En la Fig. 5 se ilustran los perfiles de velocidad típicos en la fabricación de vidrio por flotación usual, y en las Figs. 6 y 7 se ilustran los perfiles de velocidad típicos dentro del vidrio fundido cuando se pone en práctica el método de este invento.

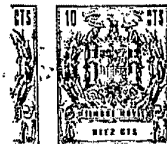
La Fig. 8 es una representación a escala de una sección transversal típica de una hoja de vidrio producida por el procedimiento de conformación por flotación de la técnica anterior de Pilkington; y

La Fig. 9 es una representación a escala de una sección transversal típica de una hoja de vidrio producida de acuerdo con este invento.

### Descripción de las Realizaciones Preferidas

Con referencia en particular a los dibujos, y es

423917



pecialmente a las Figs. 1 y 2, se ha ilustrado en ellas un aparato para producir vidrio de acuerdo con el método de este invento. Una fuente de vidrio fundido que termina en una zona de refinado y acondicionamiento 11  
5 contiene vidrio fundido 12. Este acondicionador de vidrio fundido 11 está conectado a unos medios de descarga 13, a través de los cuales fluye el vidrio fundido 12 de una manera controlada a una cámara de conformación 15. La cámara de conformación tiene dentro de  
10 ella un charco de metal fundido 16 de una densidad ma yor que la densidad del vidrio 12, con la superficie superior del metal fundido ajustada a un nivel tal que el vidrio 12 puede fluir sin caer libremente sobre el metal fundido 16 y se puede tirar del mismo para que  
15 siga un flujo unidireccional a lo largo de la superficie del metal fundido 16, a través de la cámara de conformación 15, a unos medios 17 para elevar una hoja de vidrio continua acabada desde la cámara de conformación 15. El acondicionador 11 de vidrio fundido com  
20 prende un suelo refractario 19, paredes laterales 21 y un techo 23. En las realizaciones preferidas de este invento, la región de la fuente de vidrio fundido conectada a los medios de descarga 13 es un refinador de fondo escalonado refrigerado. El acondicionador o  
25 refinador de vidrio fundido está construido y es hecho

423917



funcionar de tal modo que el vidrio que pasa a su través hacia los medios de descarga es enfriado gradualmente. El refinador de fondo escalonado y de refrigeración en el fondo tiende a estabilizar los flujos laminares desarrollados. El vidrio fundido 12 es enfriado a una temperatura a la cual es susceptible de fluir y que enfriándolo algo más puede conformarse en una hoja de vidrio dimensionalmente estable. Para vidrios de composición sódico-cálcica-silíceo típica, la temperatura del vidrio fundido, en el acondicionador de vidrio más próximo a los medios de descarga está comprendida entre, aproximadamente, 927°C y 1.205°C.

Los medios de descarga 13 comprenden un bloque de umbral 25 u otro aparato que forma un soporte o apoyo debajo del vidrio fundido y separa el vidrio fundido en el acondicionador del metal fundido 16 en la cámara de conformación 15. La superficie superior del bloque de umbral 25 está, de preferencia, de 5 a 45 cm por debajo de la superficie del vidrio en el acondicionador. En la realización de este invento aquí descrita primeramente, el apoyo comprende un miembro refractario 25, el cual puede estar provisto ventajosamente de medios para calentar o enfriar 26 a fin de controlar la temperatura del vidrio que fluye en contacto con el umbral y de controlar con ello el grado



28 MAR 1951

423917

en que el umbral es mojado por el vidrio fundido que fluye. Los medios de descarga comprenden además jambas laterales 27 y 27', las cuales definen los lados de un canal a través del cual puede fluir el vidrio fundido. Los medios de descarga comprenden, además, unos medios 29 de dosificación ajustables que se extienden hacia abajo dentro del vidrio fundido. Estos medios de dosificación 29 son esencialmente una barrera o compuerta movable, la cual puede ser ajustada hacia arriba o hacia abajo para controlar el tamaño de la ranura o hendidura horizontal alargada formada por el bloque de umbral 25, las jambas laterales 27 y 27' y los medios de dosificación 29.

Dependiendo de la posición vertical de la compuerta 29, una corriente de vidrio fundido fluye a través de la ranura de descarga desde la fuente de vidrio fundido sobre el estaño fundido 16. La dimensión lateral de esta corriente está primeramente definida por el espacio entre las jambas laterales 27 y 27'. Esta dimensión puede ser mantenida disponiendo guías o miembros de contención o restricción 31 y 31'. Los miembros de contención 31 y 31' son guías sustancialmente paralelas constituidas por material, tal como el grafito o la alúmina, que es mojado en un grado limitado por el vidrio fundido. Los miembros de contención 31



423917

y 31' pueden estar provistos de medios para el control de la temperatura, tal como de medios para calentar o enfriar los miembros de contención. En una realización preferida, se establece un gradiente de temperatura longitudinal a lo largo de la longitud del miembro de contención, de modo que los miembros de contención son mojados relativamente más por el vidrio cerca de los medios de descarga del vidrio que lo que son mojados los miembros de contención por el vidrio en la extremidad de aguas abajo de los miembros de contención o restricción, justamente antes de que el vidrio deje de estar contenido por los miembros de contención. La longitud de los miembros de contención es tal que el vidrio fundido puede ser enfriado, mientras está entre los dos miembros de contención, lo suficiente para que no se produzca sustancialmente flujo lateral hacia fuera alguno dentro del vidrio después de que deja de estar restringido. Como alternativa, se puede hacer flotar una sal fundida sobre el metal fundido aguas abajo de los miembros de restricción, tal que incida sobre el vidrio y restrinja el flujo lateral, como se ha descrito en la Patente para los EE. UU. número 3.356.479 de William F. Galey.

En una realización de este invento, que es particularmente útil para la fabricación de vidrio que



2

423917

es más grueso que el vidrio que tiene el grueso de equilibrio usual, hay previstos diques laterales 33 y 33' aguas abajo en la cámara de conformación donde el vidrio es enfriado lo suficiente para que no sea probable que el vidrio se marque o se perturbe, y hay una capa de sal fundida 34 encerrada dentro del espacio definido por las paredes laterales de la cámara de conformación 15, los diques 33 y 33' de aguas abajo y los miembros de contención 31 y 31' con la hoja de vidrio 14 que está siendo conformada.

La cámara de conformación 15 está encerrada por un techo 35. Montados a lo largo del techo 35 de la cámara de conformación 15 y mirando hacia la superficie superior de la cinta de vidrio continua y flotante 14 hay una serie de calentadores 37 y una serie de enfriadores 39. Estos proporcionan el calentamiento o enfriamiento controlado de la cinta de vidrio 14 en movimiento, de modo que el vidrio pueda ser adelgazado y enfriado hasta una cinta dimensionalmente estable de anchura y grueso deseados para su retirada desde la cámara de conformación. Además, conectada a la cámara 15 hay una fuente de gas inerte y, de preferencia, también una fuente de gas reductor, para evitar la oxidación del metal fundido en la cámara



423917

5 ra. Estas fuentes no se han representado, pero son similares a las conocidas en la técnica y descritas en la Patente para los EE.UU. número 3.337.322. En general, se usan las fuentes de gas para dirigir ni trógeno e hidrógeno a la cámara.

10 En el extremo de aguas abajo de la cámara de conformación 15 hay montado un rodillo de extracción 41 dispuesto transversalmente a la trayectoria del movimiento del vidrio. Este rodillo 41 sirve de soporte a la cinta de vidrio 14 para elevarla desde el baño 16 de metal fundido. Una serie de barreras 43 se aplican a la superficie superior de la cinta de vidrio 14 para aislar la atmósfera en la cámara de conformación 15, por encima de la superficie del vidrio, del equipo de tratamiento de aguas abajo. Las barreras 43 están constituidas preferiblemente por hojas de amianto flexibles montadas en, y que cuelgan desde, un miembro de techo 45 que se extiende desde el techo 35 de la cámara 15 del baño.

20 Los medios de extracción 17 comprenden, además del rodillo de extracción 41 y las barreras 43, una serie de rodillos 47 que sirven de soporte al vidrio y que aplican una fuerza de tracción longitudinal al vidrio impulsándolo desde la cámara de conformación y llevándolo a un aparato de tratamiento posterior,

25



423917

tal como a un horno de recocer continuo. En contacto con los rodillos 47 hay montadas escobillas 49 que sirven además para aislar el baño de conformación del posterior aparato de tratamiento.

5           En la puesta en práctica del método de este invento, se aplica al vidrio una fuerza de tracción suficiente, desde los rodillos 47, así como de los rodillos de aguas abajo, para adelgazar unidireccionalmente el vidrio hasta su grueso final deseado, especialmente cuando su grueso final deseado es menor que el  
10 grueso de equilibrio. Se ha comprobado que mediante control apropiado de la temperatura y del gradiente de temperaturas a lo largo de los miembros de contención 31 y 31', y por aplicación apropiada de fuerza  
15 de tracción al vidrio mediante los rodillos 47, se puede producir vidrio de grueso inferior al de equilibrio sin la ayuda adicional de miembros de sujeción lateral y sin estiramiento lateral como en la técnica anterior, tal como en las Patentes para los EE.UU. número  
20 3.222.154, número 3.493.359 y número 3.695.859. Esta característica del presente invento hace que se obtenga vidrio delgado de distorsión óptica sustancialmente menor, en particular cerca de sus márgenes, de la que es evidente en el vidrio producido por los procedimientos  
25 comerciales usuales de conformación por



423917

flotación. Este el objeto de una solicitud norteamericana de Thomas R. Trevorrow y Kenneth R. Graff.

5 No obstante, se puede usar una contención lateral imperativa para adelgazar una cinta de vidrio mientras se mantiene sustancialmente constante la anchura de la cinta. Para lograr esto se emplean rodillos de canto 61 en combinación con el aparato principal usado para la puesta en práctica de este invento.

10 En la realización preferida de este invento puede también haber medios para enfriar el vidrio en el fondo del acondicionador, que complementan el efecto de enfriamiento que proporciona un fondo escalonado. Puede haber una tubería de refrigeración 63 sumergida en el vidrio, y ser bombeado continuamente un refrigerante, tal como agua, a través de ese enfriador sumergido. Tal disposición se ha ilustrado en la solicitud para los EE.UU. Número de Serie 300.952. 15 Además, estabiliza las condiciones térmicas y garantiza un flujo laminar.

20 Mientras que los calentadores 37 y los enfriadores 39, situados encima del vidrio inmediatamente aguas abajo de los medios de descarga 13, están situados preferiblemente para permitir un enfriamiento preferente de la parte central del vidrio, es también posible producir el calentamiento preferente de las par 25



28

423917

tes marginales del vidrio que fluye entre las guías 31 y 31'. Para lograr esto las guías están provistas de medios de calentamiento 65.

5 En la Fig. 3 se ha representado una segunda realización preferida del presente invento. En la Fig. 3 se han previstos unos medios de transferencia 13, en los cuales el metal fundido 16 se extiende por debajo del vidrio fundido pasando a través de la abertura de descarga, a través del canal similar a una  
10 hendidura horizontal formado por las jambas laterales 27 y 27', por un miembro de dosificación 29 y al metal fundido. El metal fundido es mantenido dentro de su charco o baño mediante paredes laterales 21 de la fuente de vidrio fundido y mediante un bloque de  
15 umbral 51 dispuesto transversalmente en el sentido de la anchura de la fuente de vidrio fundido. De preferencia, el bloque de umbral está constituido por material inerte, tal como sílice fundida, o bien puede ser un bloque de material refractario chapeado con  
20 platino, o de molibdeno, de grafito, de nitruro de boro o similar. En una realización preferida, el bloque de umbral está separado del fondo de la cámara 18 de conformación mediante una empaquetadura en polvo, tal como de grafito en polvo 53, y hay prevista  
25 una cámara de agua 52 para refrigerar el bloque de

28 MAR 1974



423917

umbral y proporcionar control de temperatura en la región de descarga.

5 La cantidad de vidrio que pasa a través de los medios de descarga se controla mediante el espacio entre el fondo del miembro de dosificación 29 y la superficie de separación entre el vidrio y el metal fundido en relación de oposición respecto al miembro de dosificación. Un empuje hacia abajo de la compuerta y la presión hidrostática diferencial detrás de la 10 compuerta en la región de la fuente de vidrio, en comparación con la presión de vidrio hidrostática en la región de conformación aguas abajo de la compuerta, originan una variación en la profundidad de la superficie de contacto del vidrio con el metal fundido con respecto al plano horizontal del apoyo. En general, 15 sin equipo auxiliar, la superficie de contacto entre el vidrio y el metal fundido estará más baja, por debajo de la compuerta 29, de lo que está dentro de la región del acondicionador de vidrio fundido o dentro 20 de la cámara de conformación.

Una ventaja particular de la realización de este invento, ilustrada en la Fig. 3, es que en la superficie inferior el contacto entre el vidrio y el material refractario no solamente es extremadamente 25 pequeño sino que tiene lugar a una distancia suficien

423917



5 te, aguas arriba en el proceso, para que la viscosidad del vidrio sea sustancialmente menor que durante la conformación, y se elimina eficazmente cualquier marcado o contaminación que pudieran producirse durante el proceso de conformación.

10 En la Fig. 4 se ha ilustrado otra realización preferida del presente invento. En la Fig. 4 hay prevista una delgada película lubricante de metal fundido sobre el miembro de apoyo de material refractario de soporte que define el fondo del canal de descarga de vidrio. En esta realización, el vidrio fundido 12 fluye desde la fuente 11 de vidrio fundido sobre un bloque de umbral 55 y sobre un charco relativamente poco profundo de metal fundido 58, el cual está en comunicación con el charco principal de metal fundido 16 en la cámara de conformación 15 por medio de una delgada película 59 que se extiende sobre un bloque de vertedero 56, el cual forma el fondo de los medios de descarga 13. El canal de flujo de los medios de descarga 13 está definido por las jambas laterales 27 y 27', por una compuerta movable 29 que define un límite superior y por el bloque de vertedero 56 de suelo o fondo. Hay previstos medios 57 de suministro de metal fundido en combinación con el bloque de vertedero de fondo para suministrar conti

15

20

25



423917

5 nuamente metal fundido al charco de poca profundidad  
de metal fundido 58. La corriente de vidrio que fluye  
a través de los medios de descarga ejerce un arrastre  
sobre el metal fundido en el depósito 58, formando  
una película de lubricante 59 de metal fundido y  
llevando el metal fundido hasta la masa principal de  
metal fundido 16 en la cámara de conformación. Una  
ventaja particular de esta realización es que la formación  
de una delgada película de lubricante de metal  
10 fundido proporciona un camino de descarga suficientemente  
largo, de dimensiones en sección transversal  
precisas, para formar una hoja de vidrio acabada de  
grosor precisamente controlado, sin tener que recurrir  
a un complicado adelgazamiento y control térmico a través  
15 de toda la cámara de conformación.

La cooperación entre el refinador o acondicionador  
y los medios de descarga o entrega de este invento  
puede apreciarse mejor con referencia a los Ejemplos  
que siguen. Las condiciones térmicas y las condiciones  
20 del flujo a través de todo el proceso se han  
ilustrado en las Figs. 5, 6 y 7, las cuales son representativas  
de los datos obtenidos en los siguientes ejemplos.

25



423917

EJEMPLO I

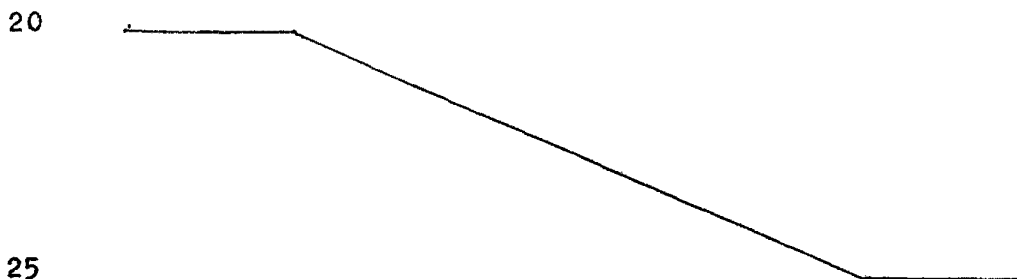
Se hacen funcionar tres unidades separadas de acondicionamiento y conformación del vidrio para com  
5 parar los flujos y las temperaturas en cada una de ellas. Cada uno de los acondicionadores tiene una construcción de fondo escalonado, como la indicada en las Figs. 5, 6 y 7. La anchura eficaz de cada acondi  
10 cionador es de 914 cm. Un acondicionador, como se ha ilustrado en la Fig. 5, está conectado a un baño de conformación por flotación usual, a través de un canal que tiene una anchura de 102 cm y una profundidad de canal de 30 cm por debajo de la línea del vidrio o superficie del vidrio expuesta dentro del acondiciona  
15 dor. El segundo acondicionador, como se ha ilustrado en la Fig. 6, está conectado a un baño, como en este invento, por unos medios de entrega de umbral que tienen una abertura de 457 cm de anchura y una profun  
20 didad de 30 cm por debajo de la línea del vidrio. El tercer acondicionador, como se ha ilustrado en la Fig. 7, es idéntico al segundo, excepto en que tiene unos medios de entrega de una profundidad de solamente 15 cm por debajo de la línea del vidrio. En cada acondi  
25 cionador hay previstos una serie de termopares en el fondo, en la superficie del vidrio y en puntos inter-

423917<sup>28 MAR</sup>



5 medios a lo largo de la línea central del acondiciona-  
dor, justamente aguas arriba de los medios de descar-  
ga y también en la línea central del canal en la dis-  
posición usual y en la línea central y cerca de las  
paredes exteriores o jambas de los medios de entrega  
empleados en este invento.

10 Se hacen funcionar las tres unidades bajo idénti-  
cas condiciones impuestas para fabricar 500 toneladas  
de vidrio por día. Las temperaturas y las componen-  
tes de velocidad en sentido longitudinal dentro del  
vidrio en cada unidad se han reflejado en las Tablas  
1 y 2, así como en las Figs. 5, 6 y 7. Los datos  
aquí expuestos se obtuvieron tomando como base los ob-  
tenidos de modelos de simulación a pequeña escala,  
15 exactamente dimensionados y hechos funcionar para re-  
producir exactamente los números de Reynolds existen-  
tes en el funcionamiento de las unidades a escala na-  
tural. Los datos se han consignado en términos de los  
equivalentes a escala natural.



423917



TABLA I: VELOCIDAD HACIA ADELANTE - CENTIMETROS/MINUTO

Tipo de Entrega de Vidrio	Profundidad del Flujo	Posiciones de la Sonda de Velocidad a la Derecha de la Línea Central Mirando Hacia el baño de Conformación			
		51 cm	152 cm	254 cm	356 cm
Técnica Anterior -	Superficie	119,4	93,0	40,1	31,0
Canal 102	13 cm de profundidad	139,7	76,2	40,1	40,1
cm de ancho,	25 cm de profundidad	81,3	62,2	30,5	40,1
30 cm de	38 cm de profundidad	68,6	48,3	23,4	< 0
profundidad	51 cm de profundidad	35,6	26,7	14,2	< 0
	63 cm de profundidad	< 0	< 0	< 0	< 0
Este	Superficie	21,3	20,8	14,7	6,1
Invento	13 cm de profundidad	5,6	38,1	17,8	6,1
Entrega	25 cm de profundidad	44,2	33,5	17,8	4,6
457 cm de	38 cm de profundidad	27,9	26,7	17,8	4,1
ancho, 30	51 cm de profundidad	15,7	14,2	12,2	2,8
cm de profundidad	63 cm de profundidad	< 0	< 0	< 0	< 0

(continúa Tabla 1)

423917



( Continuación Tabla I )

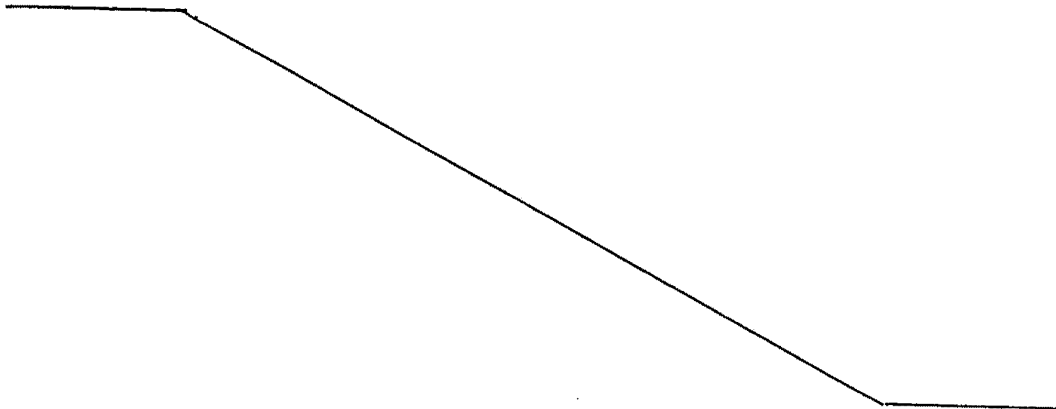
Tipo de Entrega de Vidrio	Profundidad del Flujo	Posiciones de la Sonda de Velocidad a la Derecha de la Línea Central Mirando Hacia el baño de Conformación			
		51 cm	152 cm	254 cm	356 cm
Este	Superficie	55,9	55,9	40,6	14,2
Invento	13 cm de profundidad	45,7	45,7	38,1	10,4
Entrega	25 cm de profundidad	33,5	35,6	22,9	7,6
457 cm de ancho, 15	38 cm de profundidad	16,5	15,2	12,7	7,6
cm de profundidad	51 cm de profundidad	12,7	12,7	7,6	< 0
	63 cm de profundidad	< 0	< 0	< 0	< 0

423917



TABLA 2: TEMPERATURAS DEL VIDRIO - °C

Tipo de Entrega de Vidrio	Posiciones de Termopares						
	Línea Central del Refinador				Fondo de los Medios de Entrega		
	Fondo	1/3	2/3	Superficie	Izquierda	Centro	Derecha
Técnica Anterior según la Tabla 1	1135	1118	1185	1168	--	1102	--
Este Invento 30 cm de profundidad	1127	1113	1185	1177	1085	1110	1085
Este Invento 15 cm de profundidad	1127	1118	1185	1177	1085	1110	1085



423917



De la tabla 2 es evidente la inversión térmica mejorada obtenida en el acondicionador cuando se pone en práctica este invento.

5 De la comparación entre las velocidades y las temperaturas en los tres sistemas se demuestra que el presente invento tiene perfiles de velocidad a través de la anchura lateral del acondicionador que proporcionan un plano neutro más plano y menos alabeado, de modo que se mejora la laminaridad del flujo dentro de la región de salida del acondicionador. Es también evidente, de las velocidades y las temperaturas, que el vidrio que es entregado desde el refinador o el acondicionador en el presente método es enfriado sin inestabilidad y de un modo más completo que el vidrio producido de acuerdo con los métodos usuales. A esta característica es a la que se debe que se puedan aumentar las producciones usando el presente método, al contrario que en el método usual, sin que sea necesario para ello un equipo de refrigeración adicional o una mayor estructura del acondicionador. El procedimiento preferido es el que se lleva a cabo con el umbral o medios de entrega de poca profundidad. En cada procedimiento el plano de flujo neutro está aproximadamente a la misma distancia desde el fondo del acondicionador a la superficie expuesta del vidrio en la

10

15

20

25



línea central del flujo hacia adelante. No obstante, en la práctica del presente invento, al contrario que en la práctica usual, el flujo imperativo integral por encima del plano neutro, en toda la anchura del acondicionador, es mucho más uniforme que en el sentido de la anchura de un acondicionador usual. Esta uniformidad mejorada del perfil de velocidades a través de la anchura del acondicionador evidencia la laminaridad mejorada que se obtiene en el flujo de vidrio que se aproxima a los medios de entrega en el presente procedimiento.

#### EJEMPLO II

En un aparato similar al ilustrado en las Figs. 1 y 2, se entrega vidrio fundido que tiene la composición descrita en lo que antecede sobre un charco de estaño fundido con un régimen de 450 toneladas/día. La temperatura del vidrio, tal como es entregado sobre el estaño, es de aproximadamente 1.066°C a través de toda su anchura, como viene indicado mediante pirómetros "Radiamatic" usuales situados en el techo de la cámara de conformación y apuntados hacia el vidrio. Las guías o miembros de contención o restricción late

423917

28



rales están separados entre sí a 3 metros y no están calentados. Están aislados térmicamente de las paredes exteriores de la cámara. La temperatura de cada una de las guías, cerca de la región de descarga, es de aproximadamente 1.038°C; cerca del extremo de cada guía, cuyas guías tienen aproximadamente 1,8 metros de longitud, siendo la temperatura de unos 899°C. Las temperaturas de las guías son detectadas mediante termopares de platino/platino-10 % rodio empotrados en el material de guía refractario de alúmina, estando la unión caliente de los termopares aproximadamente a 2,5 cm por encima y a 5 cm lateralmente de la superficie del vidrio fundido. Encima del vidrio, en el centro de la región entre las guías, hay situados dos enfriadores de techo. Cada uno de estos enfriadores presenta una cara refrigerada de aproximadamente 1,5 metros de anchura (a través de la anchura de la cámara) y de unos 0,6 metros de longitud (a lo largo de la dirección del movimiento del vidrio). Se suministra a los enfriadores agua a 24°C en cantidad suficiente para que el agua que salga de los radiadores esté solamente a unos 26°C. Cada enfriador elimina aproximadamente 2.520 kilocalorías/minuto del calor de la cámara.

Tres pirómetros, situados en el techo de la cámara

423917 28



ra, están dirigidos hacia el vidrio a lo largo de una línea que une los extremos de aguas abajo de las guías. Un pirómetro está dirigido a lo largo de la línea central del movimiento del vidrio, y los otros están, cada uno de ellos, dirigido a unos 15 cm hacia dentro de las caras interiores de las respectivas guías. La temperatura central es de aproximadamente 871°C; las dos temperaturas exteriores son cada una de aproximadamente 899°C.

10 Se forma una cinta de vidrio dimensionalmente estable que tiene un grueso de 5,33 mm y una anchura de 3 metros  $\pm$  2,5 cm. No se emplean rodillos de canto para estirar lateralmente el vidrio.

15 La cinta de vidrio resultante está sustancialmente libre de distorsión en sus 284 cm centrales; en unos 10 cm de vidrio a lo largo de cada borde hay una distorsión apreciable a la vista; solamente en las partes marginales extremas que se extienden hacia dentro desde los bordes, en tan solo unos 5 cm, hay una distorsión grave en "espina de arenque".

20 Por el procedimiento de este invento se produce una cinta de vidrio continua que tiene una calidad óptica mejorada con relación a la del vidrio producido según el método usual de fabricación de vidrio por flotación. Este sorprendente grado de mejora que carac-

25

423917



5 teriza al vidrio fabricado según este invento resulta  
evidente cuando se mira a través del vidrio en la for-  
ma normal, es decir, con una línea de visión que sea  
en general perpendicular al plano principal del vi-  
10 drio (pero que en cualquier caso lo corte). Cuando se  
mira hacia un borde cortado del vidrio fabricado por  
el presente procedimiento, el cual se forma cortando  
la cinta de vidrio a través de su anchura, resulte  
evidente que los diseños que hay en el interior del  
15 vidrio son diferentes en su clase a los que una cinta  
usual de vidrio obtenida por flotación vista de la  
misma manera.

Con referencia ahora a las Figs. 8 y 9, resulta-  
rá evidente la naturaleza nueva y singular del vidrio  
15 formado de acuerdo con este invento. Estos dibujos  
son representaciones a escala de secciones transversa  
les de las partes marginales de una cinta de vidrio  
de la técnica anterior y de una cinta de vidrio de  
acuerdo con este invento. Los dibujos se han realiza-  
20 do a partir de calcos de fotografías reales de cortes  
transversales a escala ampliada, cada una de las cua-  
les se ha hecho sumergiendo una muestra de vidrio que  
tiene un borde cortado en un recipiente que tiene el  
mismo índice de refracción que el fluido, para elimi-  
25 nar las refracciones y las reflexiones en la superfi



423917

5 cie cortada, iluminando por detrás la muestra y fotografiándola a través de un objetivo de gran angular. En los dibujos se han reproducido los diseños principales, habiéndose eliminado las pequeñas irregularidades en ambos casos.

10 El vidrio obtenido según la técnica anterior presenta un diseño de gancho en "J" característico cerca del borde bulboso. Este diseño, que rompe la continuidad del diseño en capas encajadas entre sí, aparece regularmente en el vidrio producido por el procedimiento de Pilkington. En contraposición, el vidrio fabricado según este invento tiene un patrón en capas encajadas entre sí que se extiende hasta los bordes de la cinta. Mientras que el vidrio de la técnica anterior tiene una línea de distorsión característica correspondiente a la discontinuidad que emerge de la superficie aparente en el diseño del gancho en "J", 15 el vidrio de este invento no tiene línea alguna de distorsión de bordes continua.

20 El presente invento se ha descrito aquí mediante ejemplos ilustrativos específicos. Ha de entenderse que el alcance de este invento no queda limitado por estos ejemplos específicos, sino que queda definido por las reivindicaciones que se acompañan.

25 Esta solicitud que corresponde a la presentada en

423917



Estados Unidos de América, el día 6 de Marzo de 1973, bajo el N° 338,497, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

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 procedimiento de formar continuamente una capa de vidrio sobre una masa de soporte de metal en fusión, en el que se descarga vidrio fundido a modo de capa desde una masa de vidrio en fusión sustancialmente en dirección horizontal desde una región, sobre la masa de soporte de metal en fusión que tiene una superficie superior que se encuentra sustancialmente a la misma altura a que se descarga la capa de vidrio, cuyos perfeccionamientos comprenden la operación de refri-

20

25



gerar el vidrio en fusión junto a la región de descarga en medida suficiente para hacer que el vidrio en fusión en la masa de vidrio fundido circule con una velocidad incrementada hasta la región de descarga.

5           2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales en dicha operación de retirar una corriente de vidrio fundido, se retira el vidrio fundido desde una parte del charco de vidrio fundido que comprende una capa de vidrio fundido en la superficie del charco de vidrio fundido que tiene una profundidad desde la superficie expuesta de vidrio fundido no superior a la profundidad de un plano de flujo neutro dentro del charco de vidrio fundido a una distancia efectiva corta aguas arriba de la posición para retirar el vidrio fundido.

10           3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales en dicha operación de retirada de una corriente de vidrio fundido, se retira vidrio fundido a través de un miembro de umbral por debajo de la superficie que tiene su superficie superior a una distancia por debajo de la superficie de vidrio fundido expuesta aguas arriba de la posición para retirar vidrio fundido de unos 5 cm a unos 45 cm y que tiene su superficie superior sustancialmente paralela a la superficie expuesta de dicho vidrio fundido.

20           4ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación

423917

28 NOV. 1974



5 ción 1ª, según los cuales en dicha operación de establecer dicho flujo de vidrio fundido, se habilita dicho flujo estableciendo para ello una caída de la temperatura superficial del vidrio de al menos 3,7°C por metro en una región que se extiende en una distancia de al menos 15 metros aguas arriba dentro de dicho charco de vidrio fundido, desde la posición para retirar dicha corriente de vidrio fundido.

10 5ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 4ª, según los cuales se establece una de dichas caídas de la temperatura superficial que está comprendida entre unos 7,4°C por metro y unos 12,9°C por metro en una región que se extiende desde aproximadamente 22,5 metros hasta aproximadamente 36 metros aguas arriba dentro de dicho charco de vidrio fundido, desde la posición para retirar dicha corriente de vidrio fundido.

20 6ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales dicha corriente retirada de vidrio fundido está soportada sobre un apoyo que tiene sustancialmente la misma elevación que la cara de contacto entre el vidrio fundido y el metal fundido formada por la corriente de vidrio fundido sobre la superficie de metal fundido, y dicha corriente de vidrio fundido fluye a través de dicho apoyo y en contacto con el mismo, hasta ser descargada sobre dicho charco de metal fundido.

25

423917



5 7ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 6ª, según los cuales la temperatura de dicho vidrio fundido en contacto con dicho apoyo es suficiente para evitar el marcado permanente del vidrio en contacto con dicho apoyo.

10 8ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales, dicha corriente de vidrio fundido es descargada sobre dicho charco o baño de metal fundido entre un par de miembros de restricción o contención espaciados tales que se impide sustancialmente el flujo de vidrio lateral, transversalmente al movimiento general del vidrio, y en el cual dicho vidrio es enfriado, mientras está así restringido, lo suficiente para que no pueda experimentar flujo transversal al movimiento general del vidrio  
15 al ser conducido desde entre dichos miembros de contención.

20 9ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 8ª, según los cuales dicho vidrio fundido que fluye descargado entre dichos miembros de contención es mantenido a una temperatura suficiente para mojar dichos miembros de contención inmediatamente después de que se produce la descarga entre ellos y es enfriado lo suficiente para mojar dichos miembros de contención en un grado sustancialmente menor inmediatamente antes de ser conducido desde dichos miembros de contención.

25 10ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación

423917



5 ción 1ª, según los cuales dichas fuerzas de adelgazamiento unidireccional son aplicadas a dicho vidrio mientras está siendo enfriado, estando dichas fuerzas alineadas a lo largo de la dirección general del movimiento del vidrio, para adelgazar el grosor de dicho vidrio.

10 11ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales la operación de enfriar dicho vidrio desde su estado fundido se realiza mientras se aplican fuerzas de adelgazamiento unidireccional al mismo para formar una hoja continua dimensionalmente estable de vidrio, cuya anchura se mantiene a lo largo de toda la conformación no mayor que la de dicho flujo de vidrio fundido en la descarga.

15 12ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, según los cuales se entrega dicha corriente de vidrio fundido sobre dicho metal fundido entre dos miembros de restricción o contención que están aislados térmicamente del ambiente exterior; y se lleva a cabo el enfriamiento del vidrio fundido entre dichos miembros de contención por  
20 enfriamiento de la parte central de dicha corriente de vidrio fundido con relativamente más rapidez que las partes marginales de dicha corriente de vidrio fundido entre dichos miembros de contención, siendo dicho enfriamiento del  
25 vidrio fundido suficiente para establecer un perfil de velocidad sustancialmente plano, en esencia a través de sus-

423917

28 NOV. 1974



tancialmente toda la anchura, salvo las partes extremas marginales, de dicha corriente de vidrio fundido.

5           13ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 12ª, según los cuales dicho enfriamiento relativamente más rápido de la región central de dicha corriente de vidrio se efectúa manteniendo para ello dichos miembros de contención o restricción aislados térmicamente del ambiente exterior, previendo para ello un espacio entre cada uno de dichos miembros de contención y una pared exterior, que  
10 define una cámara en la cual se forma dicha hoja de vidrio continua, y enfriando la región central de dicha corriente de vidrio fundido mediante enfriadores en posición superior y que se extienden sobre dicha región central en una anchura menor que el espacio entre dichos miembros de contención.

15           14ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 12ª, según los cuales dicho enfriamiento relativamente más rápido de la región central de dicha corriente de vidrio fundido se efectúa calentando los bordes marginales de dicha corriente por calentamiento de dicho vidrio fundido  
20 junto a dichos miembros de contención y por enfriamiento de dicha región central de dicha corriente de vidrio fundido.

25           15ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 12ª, según los cuales dicho enfriamiento relativamente más rápido de la región central de dicha corriente de

423917



5 vidrio es suficiente para establecer la temperatura de una región marginal de dicha corriente de vidrio sustancialmente junto al extremo de aguas abajo de un miembro de contención, al menos a unos 11° C por encima de la temperatura de dicha corriente de vidrio en una posición a lo largo de su centro, a lo largo de una línea que une los extremos de aguas abajo de ambos miembros de contención.

10 16ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 15ª, según los cuales la temperatura de una región marginal de dicha corriente de vidrio, inmediatamente aguas abajo de la posición de entrega sobre dicho metal fundido, es aproximadamente la misma temperatura que la temperatura de dicha corriente de vidrio en una posición a lo largo de su centro, inmediatamente aguas abajo de la posición de entrega sobre dicho metal fundido.

15 17ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 12ª, según los cuales la velocidad de dicha corriente de vidrio fundido a lo largo de su centro es de una a cinco veces la velocidad de dicho vidrio fundido en una posición hacia dentro desde un borde marginal, en una distancia de aproximadamente el cinco por ciento de la anchura de dicha corriente.

20 18ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 17ª, según los cuales la velocidad de dicha corriente de vidrio fundido a lo largo de su centro es de una a tres

423917

28 NOV. 1974



veces la velocidad de dicho vidrio fundido en una posición hacia dentro desde un borde marginal a una distancia de aproximadamente el cinco por ciento de la anchura de dicha corriente.

5           19ª.- "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN PROCEDIMIENTO DE FORMAR CONTINUAMENTE UNA CAPA DE VIDRIO SOBRE UNA MASA DE SOPORTE DE METAL EN FUSION".

10           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 sesenta y cuatro hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,           28 NOV. 1974  
P.A.

Alberto C. Fernández  
*Alberto C. Fernández*

423917

423917 456

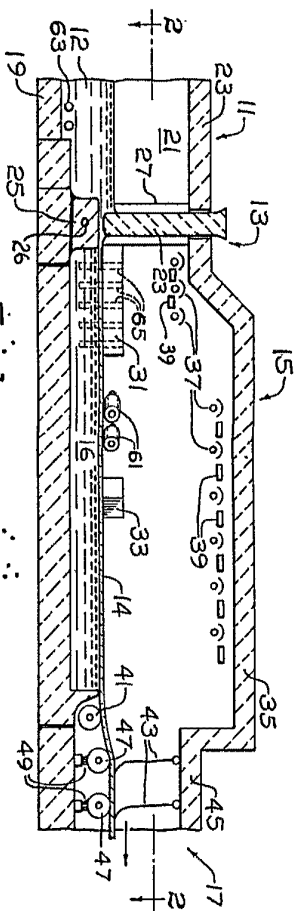


FIG. 1

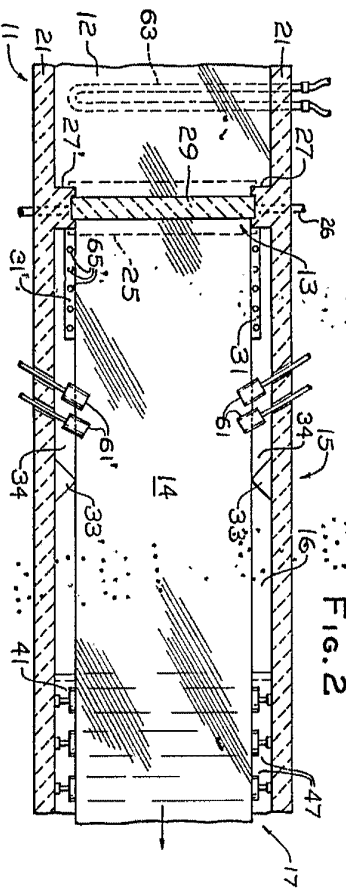


FIG. 2

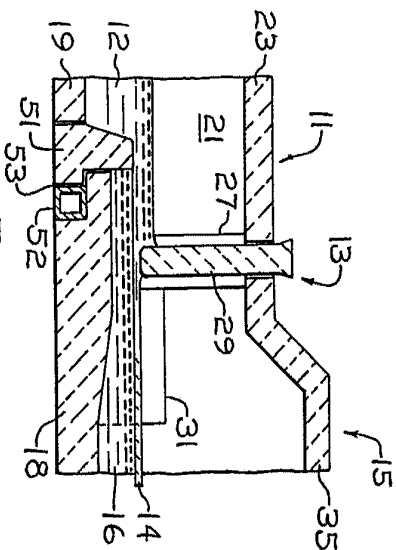


FIG. 3

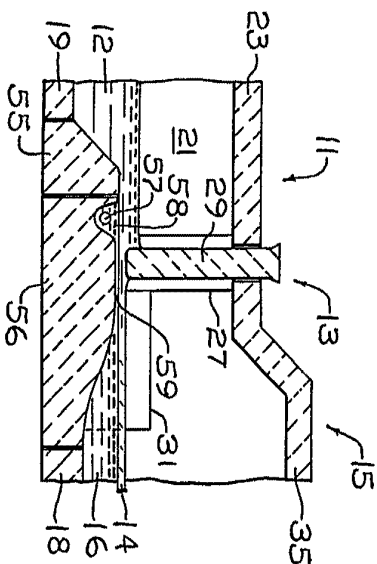


FIG. 4

423917

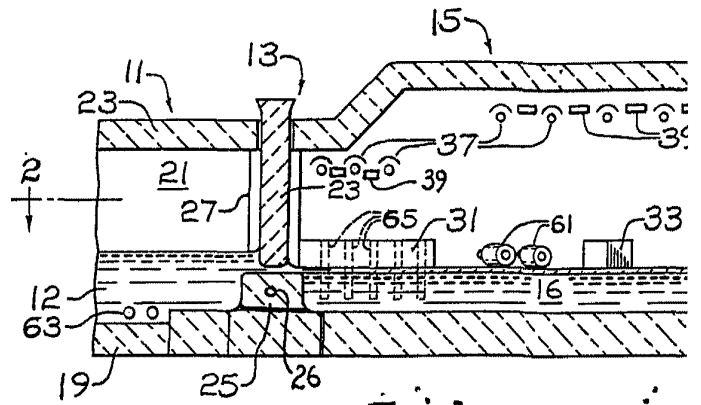


Fig. 1

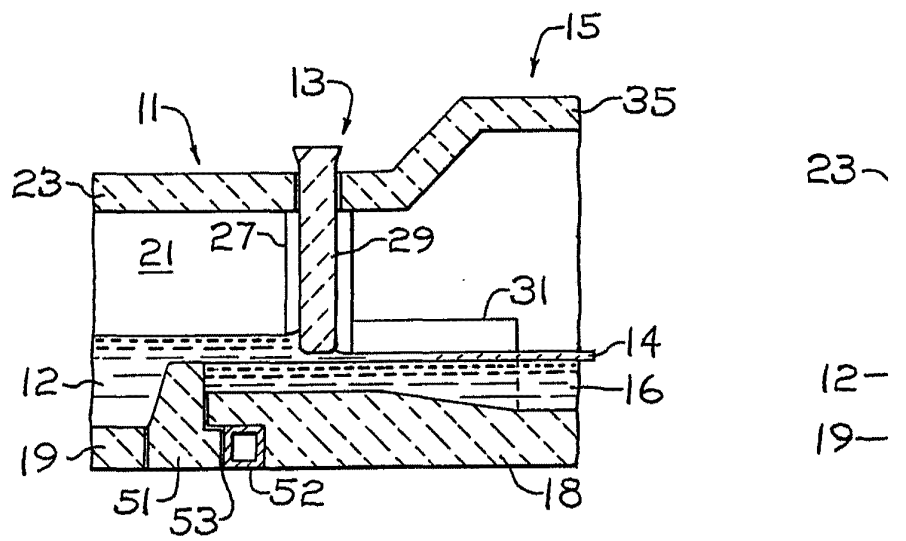
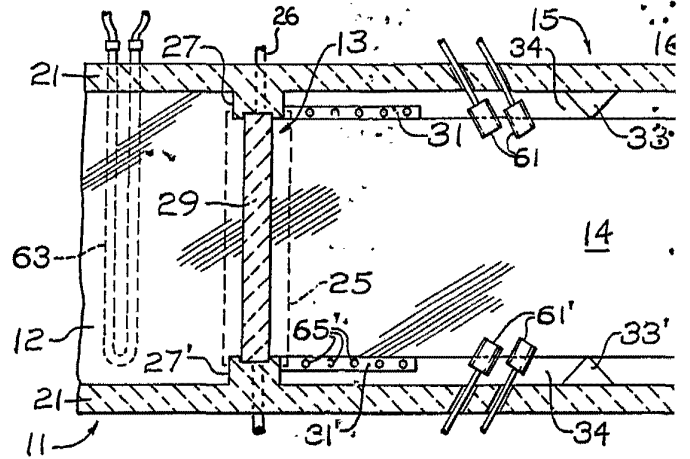


Fig. 3

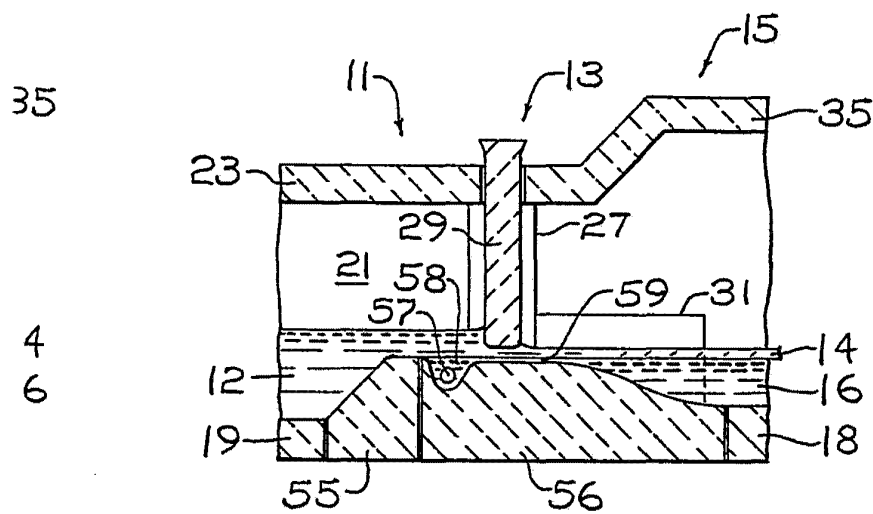
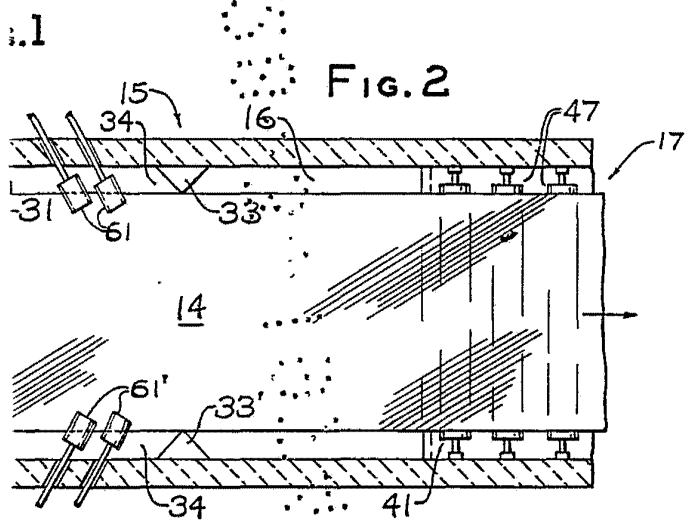
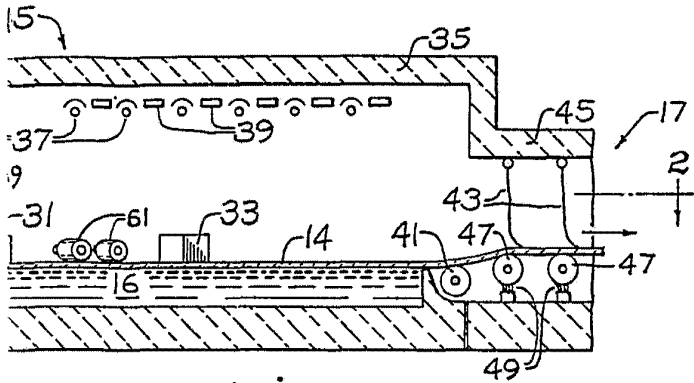


FIG. 4

*Auth*

423917

23917

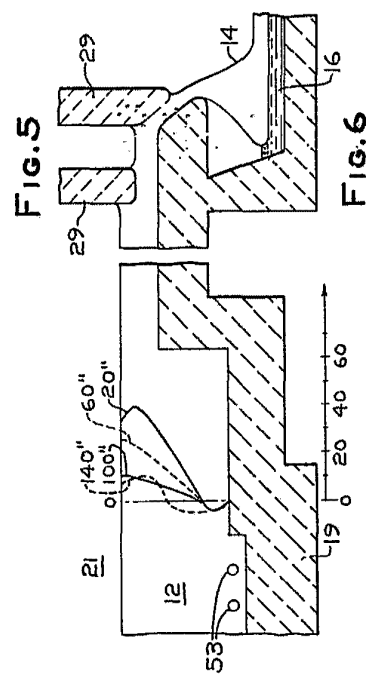


FIG. 5

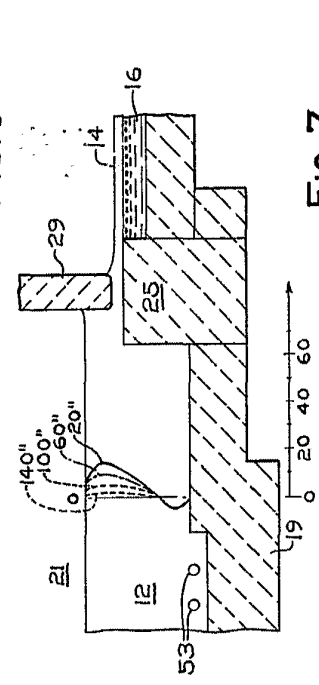


FIG. 6

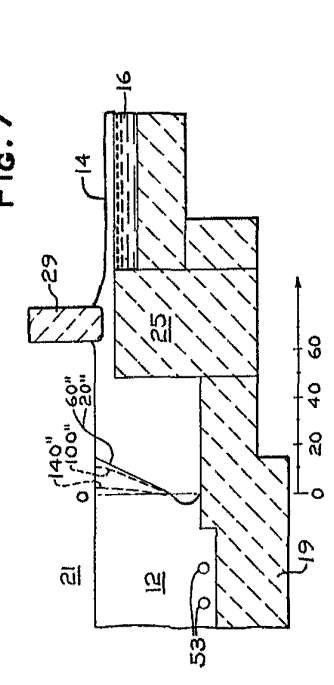


FIG. 7

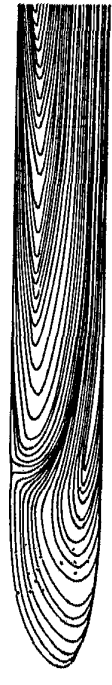


FIG. 8

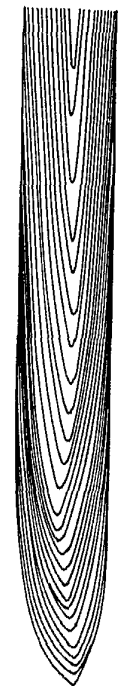


FIG. 9

*Handwritten signature or initials*

423917

FIG. 5

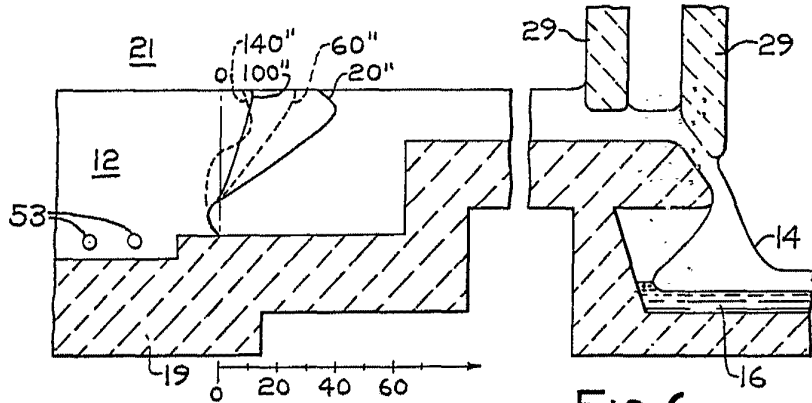


FIG. 6

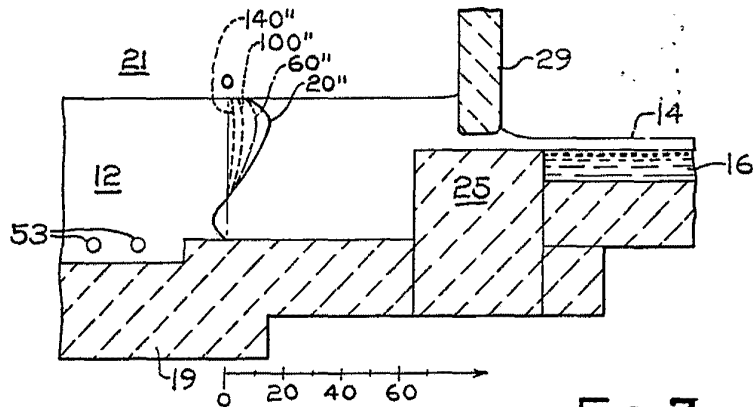
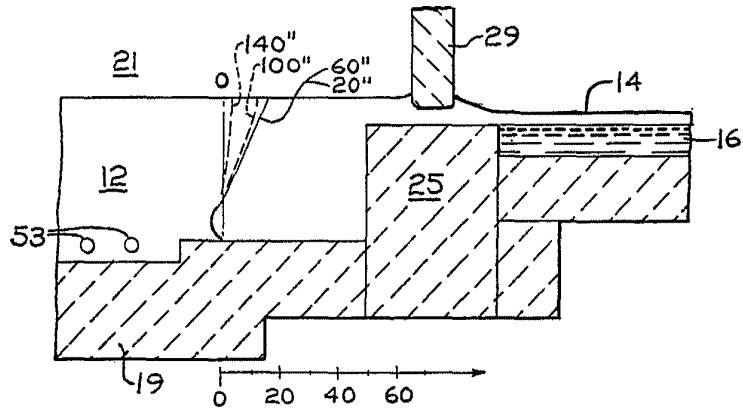


FIG. 7

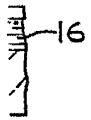


423917

5



6



7

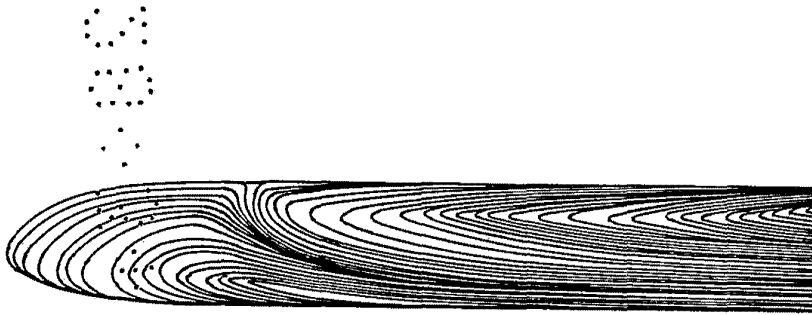
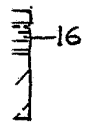


FIG. 8

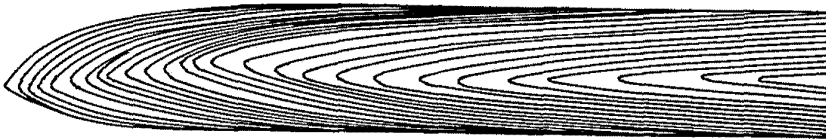


FIG. 9

BY APPOINTMENT OF THE PATENT OFFICE  
 W. H. B. [Signature]