

423913

P.- 56.707

-4 FEB 1974

Case No.: 5353
File No.: F-5353-G1.
Division: Glass
Apparatus

MEMORIA DESCRIPTIVA

C03B

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

A nombre de PPG INDUSTRIES, INC.

entidad norteamericana

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

por: "UNA MEJORA EN UN APARATO PARA FABRICAR VIDRIO PLANO"

(Clase Internacional C03b)

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 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 cinta 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 se describe que el vidrio fundido, cuando se descarga sobre un charco o baño de metal fundido, se extenderá la-

20

25

teralmente, si no tropieza con obstáculos, hasta una anchura y un grueso de equilibrio, y que se puede 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 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 3.220.616, la corriente que fluye hacia atrás 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 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.

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 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.

5 El presente invento está orientado hacia 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.

10 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 definidos por jambas o paredes. El espaciamiento entre el miembro superior y

15

20

25

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 charco 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 trayectoria de desplazamiento y que obstaculizan sus-

tancialmente 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 en las re-

giones marginales adyacentes a los miembros laterales
tiene una temperatura suficientemente alta y una vis-
cosidad suficientemente baja para que no se imponga
al vidrio un arrastre excesivo, como en los métodos
5 de Heal y Hitchcock. Por consiguiente, el vidrio pro-
ducido por el presente método no adolece de la dis-
torsi3n en "espina de arenque" en sus partes margina-
les. La distorsi3n denominada en "espina de arenque"
es una denominaci3n aceptada por los fabricantes de
10 vidrio para significar una distorsi3n angular repeti-
da cerca de los m3rgenes de una cinta de vidrio. Se
considera que es causada por excesivos gradientes de
velocidad en el vidrio.

La cinta de vidrio que se mueve aguas abajo
15 desde el espacio entre los miembros laterales est3
sometida a enfriamiento adicional y a fuerzas de trac-
ci3n a lo largo de su direcci3n de desplazamiento,
para adelgazar el vidrio hasta su grueso final mien-
tras se mantiene sustancialmente la misma anchura que
20 la que tenia el vidrio en su punto de salida desde el
confinamiento entre los miembros laterales. La varia-
ci3n en anchura es en general menor que m3s o menos
el cinco por ciento de la anchura media de la cinta,
y la cinta experimenta una contracci3n general en an-
25 chura menor que el cinco por ciento mientras es con-

ducida a 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 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, 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 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 suelo, para impedir que entre metal fundido en la fuente de vidrio fundido, o bien se puede prever una rebosadero o bloque de umbral para separar el metal fundido de la fuente de vidrio fundido. Otros perfeccionamientos de esta realización constituyen los objetos de la solicitud de patente asociada de William F. Galey y en lo que sigue se hará referencia específicamente a los mismos.

La compuerta, contra la cual incide el vidrio fundido, 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 vidrio fundido), o bien puede ser un miembro de molibdeno. Como alternativa, se puede prever una barrera mecánica que esté espaciada de, pero muy próxima a, la superficie de vidrio fundido, y esa barrera puede estar provista de boquillas de descarga de gas que se usan para establecer una barrera gaseosa entre la fuente de vidrio fundido y la región de conformación. Debido 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 fundido descargada, pequeñas variaciones en la altura dan por resultado variaciones sustanciales en el área de la sección transversal, de modo que el pro-

blema de controlar 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 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 descarga, y se mantiene un flujo de vidrio sustancialmente 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 enfría y se adelgaza a lo largo de la dirección de movimiento del vidrio para formar una cinta de vidrio plano continua dimensionalmente estable.

En el presente procedimiento se mantiene la anchura lateral del vidrio que fluye transversalmente al movimiento general del vidrio en una anchura que no es sustancialmente mayor que la anchura del vidrio fundido descargado desde la fuente de vidrio fundido a los medios de descarga. Esto, juntamente con el establecimiento y mantenimiento de diseños de flujo laminar, da por resultado un vidrio de superior calidad óptica. La calidad óptica del vidrio acabado es sustancialmente mejor que la calidad óptica del vidrio formado según las técnicas comerciales usuales de con-

formación por flotación.

En el presente método, el vidrio que está fluyendo en la superficie expuesta del vidrio en la fuente de vidrio fundido, antes de salir a través de los medios de descarga, es mantenido sustancialmente en o cerca de la superficie superior de la cinta durante toda su conformación, y el vidrio que entra en los medios de descarga, en contacto con el suelo de los medios de descarga, forma sustancialmente la superficie inferior de la cinta de vidrio acabada, la cual se mantiene en contacto con el metal fundido durante toda 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 misma posición con relación a la cinta acabada. El efecto total de estas condiciones de flujo, que se establecen 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 través de ésta, es el que produce la calidad óptica mejorada del vidrio acabado fabricado por el presente método.

El presente método, en sus realizaciones preferidas, proporciona otras mejoras sobre los procedimientos comerciales existentes de fabricación de

vidrio por flotación, cuyas mejoras se considera que están relacionadas con una cooperación mejorada entre la zona de refinado 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, 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 menos unos 14 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 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 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 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 im-

pedirá que se desarrolle el flujo laminar total. Un régimen demasiado elevado originará una mezcla limitada 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.

En las realizaciones preferidas de éste 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 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 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 general 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, principal-

mente mediante radiadores sumergidos en el vidrio y por enfriamiento por debajo del suelo refractario del refinador.

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
10 cinta continua de vidrio. Cualesquiera faltas de homogeneidad 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
15 los elementos de vidrio que tengan índices de refracción diferentes se mantengan en planos relativamente planos y paralelos.

 En la práctica del presente invento se obtiene un resultado particular inesperado que puede
20 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 medios de entrega mantener condiciones de flujo deseables dentro de una corriente de vidrio una vez
25 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 condiciones 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 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 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 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, 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 compa-

ración con la corriente principal de flujo desde un acondicionador o refinador en un proceso de obtención de vidrio por flotación 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 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.

El establecimiento y el mantenimiento de flujo laminar en el presente procedimiento pueden reducirse fácilmente del aspecto de la sección transversal de la cinta de vidrio acabada. Incluso cuando se establecen flujos laminares en un procedimiento de flotación usual, cuyos 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 presenta 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 producido 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 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 calidad 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 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 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.

25 En esencia, los diseños térmicos preferidos en el presente procedimiento son diferentes de los puestos en práctica anteriormente, por cuanto las tem-

peraturas marginales son relativamente más altas y las temperaturas centrales con relativamente más bajas en la región de conformación inmediatamente aguas abajo de la descarga de vidrio. Mientras que el aumento de las temperaturas cerca de los miembros de contención tiende a aumentar el mojado de los miembros, lo cual originaría 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.

5 El flujo de vidrio entre los miembros de restricción puede representarse mediante el siguiente análisis matemático. En este análisis las propiedades y condiciones físicas se han representado por los siguientes símbolos:

10 x la distancia a cualquier punto desde la línea central del flujo de vidrio hacia un miembro lateral; $x = 0$ en la línea central;

z la distancia a cualquier punto desde un origen de referencia arbitrario en la dirección del flujo de vidrio

15 w la mitad de la anchura del flujo de vidrio, definido como el espacio entre los miembros laterales; en la pared de un miembro lateral $x = w$;

20 δ la anchura del flujo de borde que define la cantidad de vidrio que hay cerca de la pared que tiene una viscosidad menor que la del vidrio en el flujo principal;

μ viscosidad del vidrio

25 $v_z(x)$ velocidad del flujo del vidrio en la dirección del flujo principal en cualquier punto;

L una distancia arbitraria a lo largo de la
 dirección del flujo de vidrio;

ΔP caída de presión a través de la distancia L

Subíndices I y II. I se refiere al flujo de vi-
 drio principal

II se refiere al flujo de vi-
 drio en el borde

5

$$x^* = x/w$$

$$\delta^* = \delta/w$$

10

$$\rho = \mu_{II} \mu_I$$

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

15

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

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

20

$$\frac{v_z^I(x)}{v_z^I(0)} = \frac{[2\delta^* - \delta^{*2} + \rho(1-2\delta^* + \delta^{*2} - x^{*2})]}{2\delta^* - \delta^{*2} + \rho(1-\delta^*)^2}$$

25

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

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 SiO_2 , el 13,5 % de Na_2O , el 0,4 % de K_2O , el 8,7 % de CaO , el 3,8 % de MgO , el 0,15 % de Al_2O_3 , el 0,3 % de SO_3 y el 0,15 % de Fe_2O_3 . Este vidrio tiene las siguientes relación de viscosidad-temperatura:

	<u>Log de la Viscosidad (Poises)</u>	<u>Temperatura (°C)</u>
	2	1439
15	3	1132
	4	1023
	5	908
	6	818
	7,6	713
	13	547

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 "espinas de arenque".

10 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 debida 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 "espina de arenque".

5 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°C a 110°C más de temperatura. Típicamente el vidrio será descargado isotérmicamente a unos 1.094°C en una posición aguas abajo de la descarga y entre los miembros 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

10

15

20

25

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 velo-
5 cidad 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 mate-
máticas indicadas en lo que antecede se puede determi-
nar una gama completa de perfiles de velocidad posibles,
10 y los perfiles de velocidad reales para un diseño tér-
mico 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
15 los de este procedimiento mediante las anteriores re-
laciones, así como por experimentación (tanto por lo
que se refiere a la producción de vidrio a escala na-
tural como en modelos físicos a pequeña escala). Con
referencia ahora a las anteriores relaciones, la velo-
20 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 flu-
jo. Son márgenes típicos para esta relación de veloci-
dad: de diez a veinte para un procedimiento en el cual
25 el vidrio está en contacto con paredes laterales expues-

tas al ambiente exterior; cuatro a seis para un procedimiento por flotación comercial usual que tiene un perfil de anchura isotérmico; uno a cinco, y más probablemente uno a tres, para el presente procedimiento. 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, que el flujo de vidrio de los procedimientos anteriores. Esto da por resultado menor pérdida de vidrio debido a la distorsión marginal en la cinta de vidrio acabada.

Resumiendo, el presente invento tiene varias ventajas sobre los procedimientos de conformación por flotación usuales. Estas ventajas son de gran utilidad.

La eliminación de la extensión lateral sin obstáculos simplifica grandemente el problema de dirigir una cinta de vidrio en movimiento por el centro de una cámara de conformación, sobre los rodillos de extracción 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.

Es posible emplear temperaturas netas inferiores del vidrio en el refinador en el presente apa-

rato, 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 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.

15 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 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 conformado por flotación, tal como vidrio sódico-cálcico-silíceo, vidrio de borosilicato, y similares.

5 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

10 La Figura 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.

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

15 La Figura 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.

20 La Figura 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 Figuras 3 y 4 abarcan otros conceptos del invento que se han descrito y reivindicado en la solicitud asociada de Galey.

25

Las Figuras 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 Figura 5 se ilustran los perfiles de velocidad típicos en la fabricación de vidrio por flotación usual, y en las Figuras 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 Figura 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 Figura 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 especialmente a las Figuras 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 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 den-
tro de ella un charco de metal fundido 16 de una den-
sidad mayor que la densidad del vidrio 12, con la su-
5 superficie superior del metal fundido ajustada a un ni-
vel tal que el vidrio 12 puede fluir sin caer libre-
mente sobre el metal fundido 16 y se puede tirar del
mismo para que siga un flujo unidireccional a lo lar-
go de la superficie del metal fundido 16, a través de
10 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 comprende un suelo refractario 19, pa-
redes laterales 21 y un techo 23. En las realizacio-
15 nes preferidas de este invento, la región de la fuen-
te de vidrio fundido conectada a los medios de des-
carga 13 es un refinador de fondo escalonado refrigera-
do. El acondicionador o refinador de vidrio fundido
está construido y es hecho funcionar de tal modo que
20 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
25 cual es susceptible de fluir y que enfriándolo algo

más puede conformarse en una hoja de vidrio dimensionalmente estable. Para vidrios de composición sú-
dico-cálcica-silíceo típica, la temperatura del vi-
drio fundido, en el acondicionador de vidrio más
5 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 so-
porte o apoyo debajo del vidrio fundido y separa
10 el vidrio fundido en el acondicionador del metal fun-
dido 16 en la cámara de conformación 15. La superfi-
cie superior del bloque de umbral 25 está, de prefe-
rencia, de 5 a 45 cm por debajo de la superficie del
vidrio en el acondicionador. En la realización de
15 este invento aquí descrita primeramente, el apoyo
comprende un miembro refractario 25, el cual puede
estar provisto ventajosamente de medios para calen-
tar o enfriar 26 a fin de controlar la temperatura
del vidrio que fluye en contacto con el umbral y de
20 controlar con ello el grado en que el umbral es mo-
jado 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 tra-
vés del cual puede fluir el vidrio fundido. Los me-
25 dios 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 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 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'
5 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 encerra-
da por un techo 35. Montados a lo largo del techo
35 de la cámara de conformación 15 y mirando hacia
10 la superficie superior de la cinta de vidrio conti-
nua 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 vi-
15 drio pueda ser adelgazado y enfriado hasta una cin-
ta dimensionalmente estable de anchura y grueso de-
seados para su retirada desde la cámara de conforma-
ción. Además, conectada a la cámara 15 hay una fuen-
te de gas inerte y, de preferencia, también una fuen-
20 te de gas reductor, para evitar la oxidación del me-
tal fundido en la cámara. 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
25 de gas para dirigir nitrógeno e hidrógeno a la cáma-

ra.

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.

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, 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.

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 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 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 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 comerciales usuales de conformación por flotación. Este el objeto de una solicitud norteamericana de Thomas R. Trevor y Kenneth R. Graff.

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.

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. Además, estabiliza las condiciones térmicas y garantiza un flujo laminar.

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 partes marginales del vidrio que fluye entre las guías 31 y 31'. Para lograr esto las guías

están provistas de medios de calentamiento 65.

En la Figura 3 se ha representado una segunda realización preferida del presente invento.

En la Figura 3 se han previstos unos medios de trans-
5 ferencia 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 ca-
nal similar a una hendidura horizontal formado por
las jambas laterales 27 y 27', por un miembro de
10 dosificación 29 y al metal fundido. El metal fundido
es mantenido dentro de su charco o baño mediante pa-
redes laterales 21 de la fuente de vidrio fundido
y mediante un bloque de umbral 51 dispuesto trans-
versalmente en el sentido de la anchura de la fuente
15 de vidrio fundido. De preferencia, el bloque de um-
bral está constituido por material inerte, tal como
sílice fundida, o bien puede ser un bloque de mate-
rial refractario chapeado con platino, o de molibde-
no, de grafito, de nitruro de boro o similar. En una
20 realización preferida, el bloque de umbral está se-
parado del fondo de la cámara 18 de conformación me-
diante una empaquetadura en polvo, tal como de grafi-
to en polvo 53, y hay prevista una cámara de agua 52
para refrigerar el bloque de umbral y proporcionar
25 control de temperatura en la región de descarga.

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 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, 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 de la cámara de conformación.

Una ventaja particular de la realización de este invento, ilustrada en la Figura 3, es que en la superficie inferior el contacto entre el vidrio y el material refractario no solamente es extremadamente pequeño sino que tiene lugar a una distancia suficiente, aguas arriba en el proceso, para

que la viscosidad del vidrio sea suficientemente menor que durante la conformación, y se elimina eficazmente cualquier marcado o contaminación que pudieran producirse durante el proceso de conformación.

5 En la Figura 4 se ha ilustrado otra realización preferida del presente invento. En la Figura 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 continuamente metal fundido al charco de poca profundidad de metal fundido

10

15

20

25

do 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 fundido proporciona un camino de descarga suficientemente largo, de dimensiones en sección transversal precisas, para formar una hoja de vidrio acabada de grueso precisamente controlado, sin tener que recurrir a un complicado adelgazamiento y control térmico a través 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 del flujo a través de todo el proceso se han ilustrado en las Figuras 5, 6 y 7, las cuales son representativas de los datos obtenidos en los siguientes ejemplos.

EJEMPLO I

Se hacen funcionar tres unidades separadas

de acondicionamiento y conformación del vidrio para
comparar 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
5 las Figuras 5, 6 y 7. La anchura eficaz de cada acondicionador es de 914 cm. Un acondicionador, como se ha ilustrado en la Figura 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
10 vidrio o superficie del vidrio expuesta dentro del acondicionador. El segundo acondicionador, como se ha ilustrado en la Figura 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 profundidad de 30 cm por debajo de la línea
15 del vidrio. El tercer acondicionador, como se ha ilustrado en la Figura 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.
20 En cada acondicionador hay previstos una serie de termopares en el fondo, en la superficie del vidrio y en puntos intermedios a lo largo de la línea central del acondicionador, justamente aguas arriba de los medios de descarga y también en la línea central del canal
25

en la disposición usual y en la línea central y cerca de las paredes exteriores o jambas de los medios de entrega empleados en este invento.

Se hacen funcionar las tres unidades bajo idénticas condiciones impuestas para fabricar 500 toneladas de vidrio por día. Las temperaturas y las componentes de velocidad en sentido longitudinal dentro del vidrio en cada unidad se han reflejado en las Tablas 1 y 2, así como en las Figuras 5, 6 y 7. Los datos aquí expuestos se obtuvieron tomando como base los obtenidos de modelos de simulación a pequeña escala, exactamente dimensionados y hechos funcionar para reproducir exactamente los números de Reynolds existentes en el funcionamiento de las unidades a escala natural. Los datos se han consignado en términos de los equivalentes a escala natural.

TABLA 1: 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	61,3	62,2	30,5	40,1

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	350 cm
30 cm de profundidad	38 cm de profundidad	68,6	48,3	23,4	<0
	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 ancho, 30 cm de profundidad	38 cm de profundidad	27,9	26,7	17,8	4,1
	51 cm de profundidad	15,7	14,2	12,2	2,8
	63 cm de profundidad	<0	<0	<0	<0
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 cm de profundidad	38 cm de profundidad	16,5	15,2	12,7	7,6
	51 cm de profundidad	12,7	12,7	7,6	0
	53 cm de profundidad	<0	<0	<0	<0

TABLA 2: TEMPERATURAS DEL VIDRIO - °C

Tipo de Entrega de Vidrio	Posiciones de Termopares						
	Línea Central del Refinador				Fondo de las 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

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

15 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, 20 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 25 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 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 Figuras 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 laterales 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 1.030°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 % de 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
5 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, están dirigidos hacia el vidrio a lo largo de una línea que une los extremos de aguas abajo de las
10 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;
15 las dos temperaturas exteriores son cada una de aproximadamente 899°C.

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
20 para estirar lateralmente el vidrio.

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
25 marginales extremas que se extienden hacia dentro

desde los bordes, en tan solo unos 3 cm, hay una distorsión grave en "espina de arenque".

Por el procedimiento de este invento se produce una cinta de vidrio continua que tiene una

5 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 caracteriza al vidrio fabricado según este invento resulta evidente cuando se mira a través

10 del vidrio en la forma normal, es decir, con una línea de visión que sea en general perpendicular al plano principal del vidrio (pero que en cualquier caso lo corte). Cuando se mira hacia un borde cortado del vidrio fabricado por el presente procedimiento, el

15 cual se forma cortando la cinta de vidrio a través de su anchura, resulta evidente que los diseños que hay en el interior del vidrio son diferentes en su clase a los de una cinta usual de vidrio obtenida por flotación vista de la misma manera.

20 Con referencia ahora a las Figuras 8 y 9, resultará evidente la naturaleza nueva y singular del vidrio formado de acuerdo con este invento. Estos dibujos son representaciones a escala de secciones transversales de las partes marginales de una cinta de vidrio de la técnica anterior y de una cinta de vidrio

25

de acuerdo con este invento. Los dibujos se han rea-
lizado a partir de calcos de fotografías reales de
cortes transversales a escala ampliada, cada una de
las cuales se ha hecho sumergiendo una muestra de
5 vidrio que tiene un borde cortado en un recipiente
que tiene el mismo índice de refracción que el fluido,
para eliminar las refracciones y las reflexiones en
la superficie cortada, iluminando por detrás la mues-
tra y fotografiándola a través de un objetivo de gran
10 angular. En los dibujos se han reproducido los dise-
ños principales, habiéndose eliminado las pequeñas
irregularidades en ambos casos.

El vidrio obtenido según la técnica ante-
rior presenta un diseño de gancho en "J" caracterís-
15 tico 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 vi-
drio fabricado según este invento tiene un patrón en
20 capas encajadas entre sí que se extiende hasta los
bordes de la cinta. Mientras que el vidrio de la téc-
nica anterior tiene una línea de distorsión caracte-
rística correspondiente a la discontinuidad que emer-
ge de la superficie aparente en el diseño del gancho
25 en "J", el vidrio de este invento no tiene línea algu-

na de distorsión de bordes continua.

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.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, con fecha 6 de Marzo de 1.973, bajo el Número 338.497, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

15

- REIVINDICACIONES -

20

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:

25

1ª.- Una mejora en un aparato para fabricar

28.3.74

- 55 -

vidrio plano que comprende un recipiente para contener un baño o charco de vidrio fundido y una cámara de conformación, que incluye un charco de metal fundido para apoyo de una masa de vidrio durante la conformación, en el cual la elevación del metal fundido en dicha cámara de conformación es sustancialmente la misma que la elevación de medios para retirar vidrio fundido desde dicho recipiente para descarga sobre dicho charco de metal fundido, cuya mejora comprende: medios para separar dicho recipiente de dicha cámara de conformación que comprenden un miembro inferior, dos miembros laterales y un miembro superior, siendo uno al menos de ellos movable con respecto a los demás para formar una abertura de tamaño variable a través de la cual puede fluir vidrio fundido desde dicho recipiente al interior de dicha cámara de conformación y sobre dicho charco de vidrio fundido, en donde dichos miembros, en combinación, forman una abertura alargada con una dimensión larga que puede adoptar posiciones desde inclinada hacia abajo hasta horizontal, estando el fondo de dicha abertura en esencia inmediatamente encima de la superficie de dicho charco de metal fundido.

2ª.- Una mejora según la reivindicación 1ª, en la cual dichos medios para retirar vidrio fundido comprenden un miembro de umbral situado por debajo de la su

perficie que se extiende transversalmente a dichos medios para acondicionamiento de vidrio fundido en una distancia, por debajo de la superficie expuesta del vidrio fundido, menor que la profundidad de un plano de flujo neutro establecido mediante el acondicionamiento de dicho vidrio fundido y que se extiende longitudinalmente en la dirección del movimiento del vidrio para soportar o apoyar dicho vidrio fundido retirado, y en la cual hay previsto un miembro de dosificación en relación de oposición con dicho miembro de umbral y dispuesto transversalmente a dicha dirección de movimiento del vidrio.

3ª.- Una mejora según la reivindicación 2ª, en la cual dicho miembro de umbral está provisto de medios para controlar la temperatura del mismo.

4ª.- Una mejora según la reivindicación 1ª, en la cual los medios para descargar una corriente de vidrio fundido comprenden unos medios de soporte o apoyo que se extienden transversalmente a la dirección de movimiento del vidrio y que tienen una elevación sustancialmente igual a la elevación de dicho charco de metal fundido.

5ª.- Una mejora según la reivindicación 4ª, en la cual dichos medios de apoyo comprenden un miembro de apoyo rígido que tiene una elevación inferior a la elevación de dicho charco de metal fundido y un apoyo de fluido en comunicación con dicho charco de metal fundido sobre

dicho apoyo rígido y que tiene sustancialmente la misma elevación que la de dicho charco de metal fundido.

5 6ª.- Una mejora según la reivindicación 5ª, en la cual dicho apoyo de fluido es metal fundido como el de dicho charco de metal fundido.

10 7ª.- Una mejora según la reivindicación 1ª, en la cual el aparato comprende además un par de miembros de restricción o contención espaciados que se extienden longitudinalmente desde dichos medios de descarga para evitar el flujo lateral sin obstáculos de dicho vidrio fundido.

15 8ª.- Una mejora según la reivindicación 7ª, en la cual dichos miembros de contención están provistos de medios para controlar su temperatura.

9ª.- Una mejora en un aparato para fabricar vidrio plano.

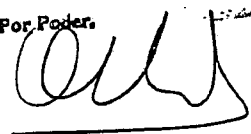
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

20 Esta Memoria consta de cincuenta y ocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 13 MAR. 1976

P.A.

Alberto de Linares
Por Poder.



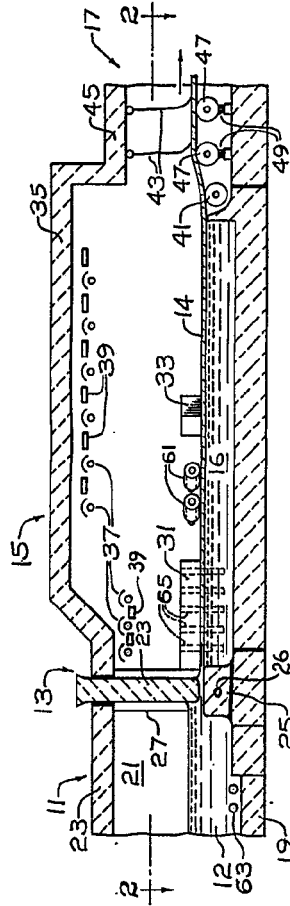


FIG. 1

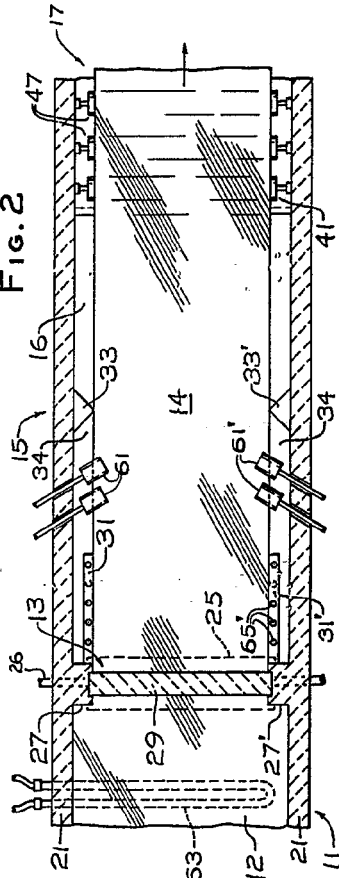


FIG. 2

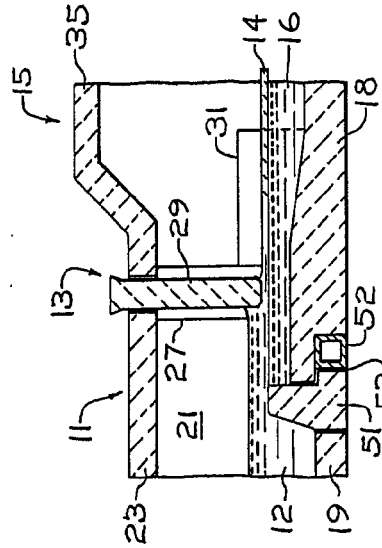


FIG. 3

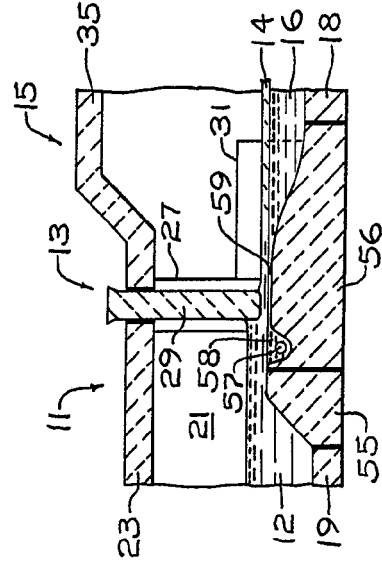


FIG. 4

Handwritten signature
 PPG INDUSTRIES, INC.

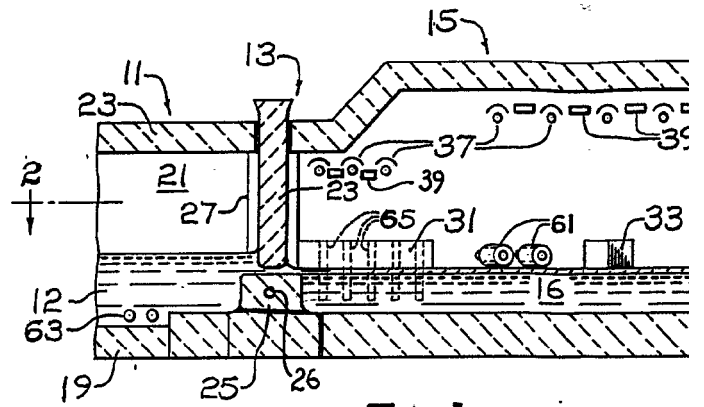


Fig. 1

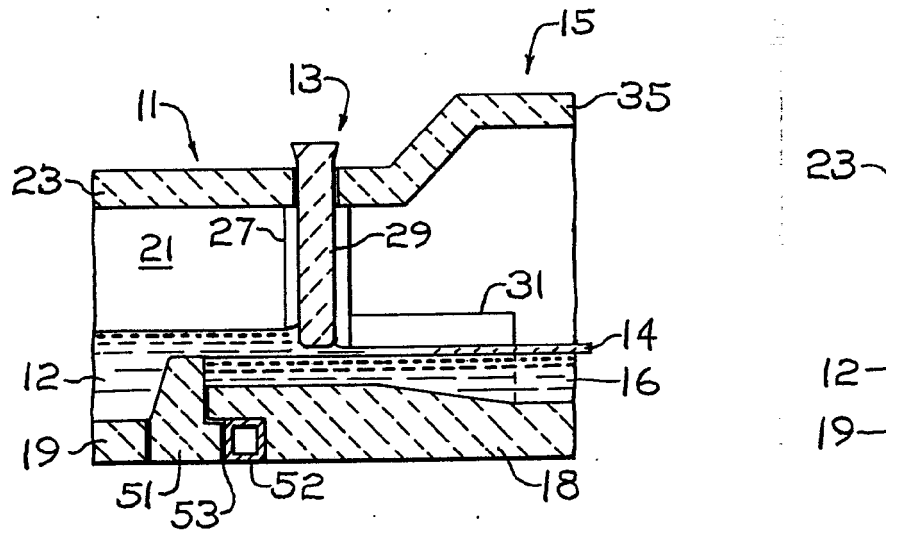
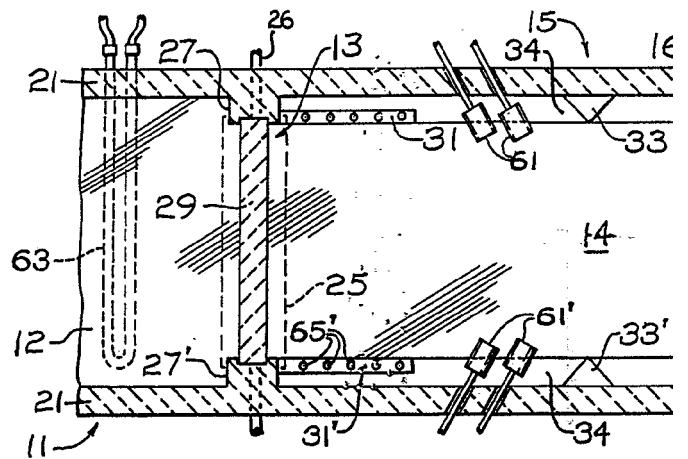


Fig. 3

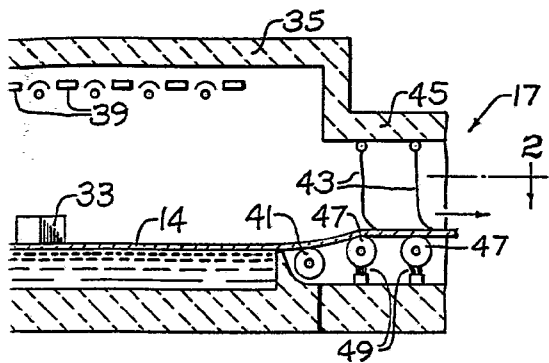


FIG. 2

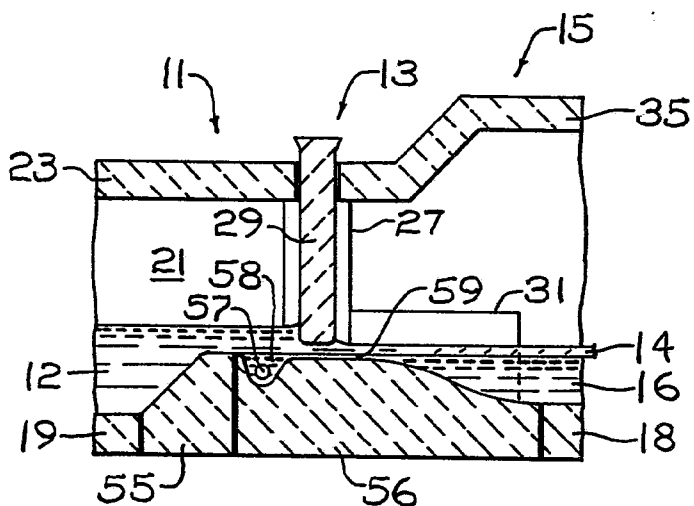
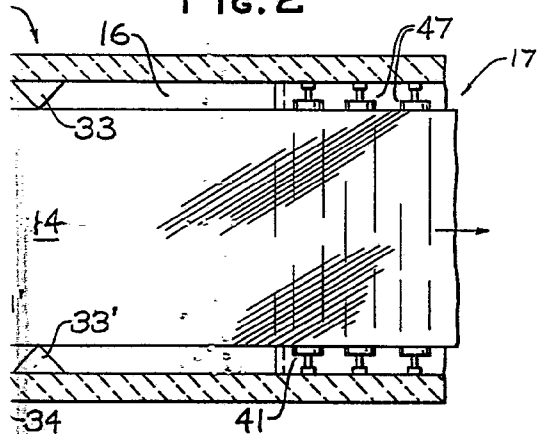


FIG. 4

156707
for record

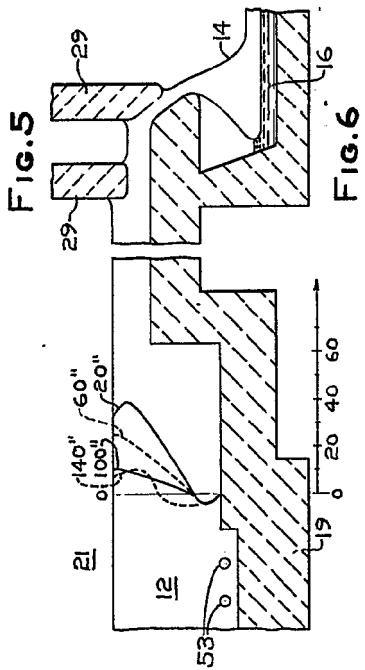


FIG. 5

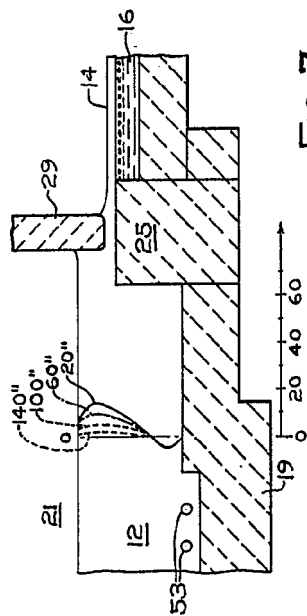


FIG. 6

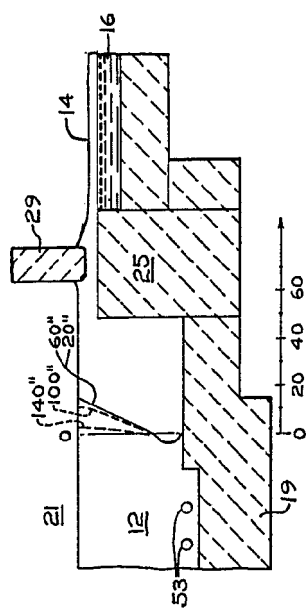


FIG. 7

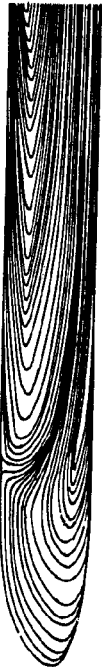


FIG. 8

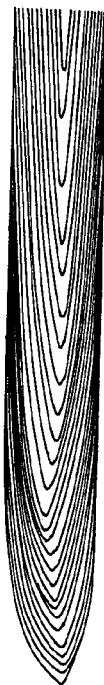


FIG. 9

Carroll

FIG. 5

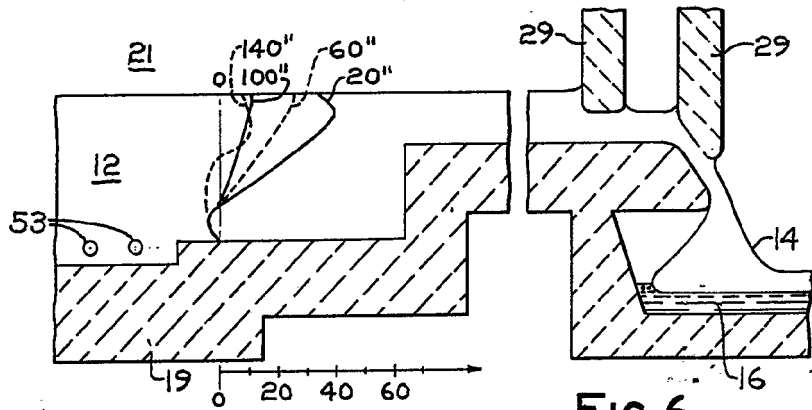


FIG. 6

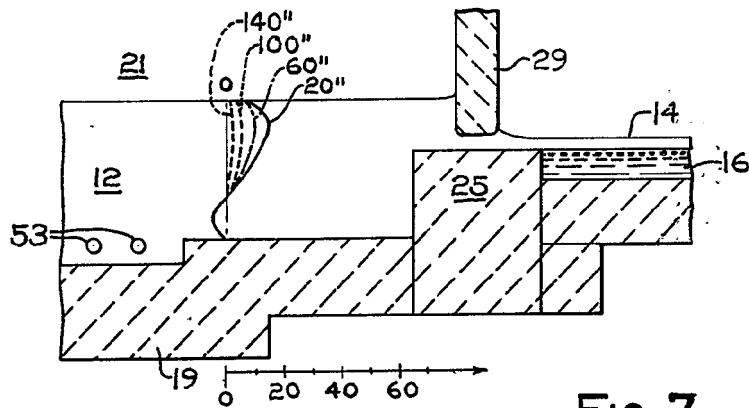


FIG. 7

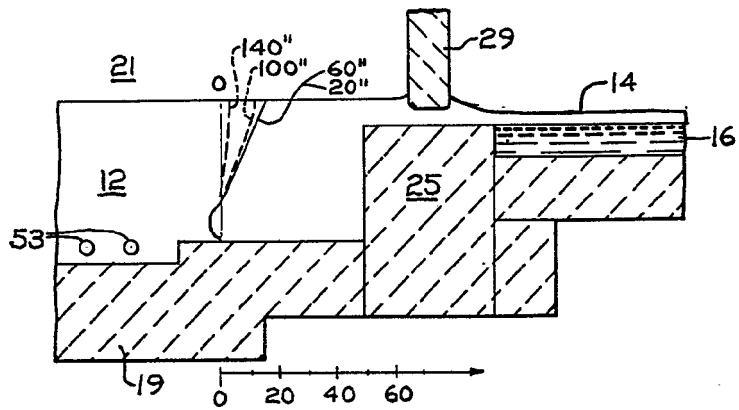




FIG. 8

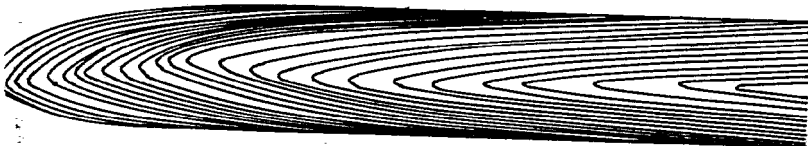


FIG. 9

Service de Mesure
et Poids
Carte