

ES 11 11
21 21
22 22
NUMERO
450632
AT



PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO 57661/73			(32) FECHA 12-12-1973	(33) PAIS INGLATERRA
(47) FECHA DE PUBLICACION	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL C03 B	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA 432.817 del 11-12-'74		
(7) TITULO DE LA INVENCION " APARATO PARA FABRICACION DE VIDRIO PLANO " COMO DIVISIONAL DE LA PATENTE No. 432.817 del 11-12-1.974.				
(71) SOLICITANTE (S) PILKINGTON BROTHERS LIMITED				
DOMICILIO DEL SOLICITANTE Prescot Road, St. Helens, Merseyside WA10 3RT, Inglaterra.				
(72) INVENTOR (ES) GEORGE ALFRED DICKINSON, de nacionalidad británica.				
(73) TITULAR (ES)				
(74) REPRESENTANTE DON BERNARDO UNGRIA GOLBURU				

ON. -

POOR
QUALITY

El invento se refiere a la fabricación de vidrio plano. Más particularmente el invento se refiere a la fabricación de vidrio plano de espesor reducido por medio del procedimiento de flotación, por ejemplo vidrio flotado de un espesor incluido entre 1,5 mm y 5 mm y más particularmente entre 2 mm y 3 mm.

En el proceso de flotación de fabricación de vidrio plano, se introduce vidrio fundido con un caudal controlado por una extremidad, es decir la extremidad caliente, de un baño de metal fundido contenido en una estructura de depósito de forma alargada. Usualmente, el baño de metal fundido es estaño fundido o una aleación de estaño fundido en el cual predomina el estaño.

La cinta final de vidrio es descargada del baño por un dispositivo de tracción, usualmente rodillos de tracción accionados por motor, dispuestos más allá de la extremidad de salida del baño, aplicando dichos medios de tracción una fuerza de tracción para desplazar la cinta a lo largo del baño.

En algunos procedimientos de utilización del procedimiento de flotación, se efectúa la regulación del esfuerzo de tracción que se aplica, conjuntamente con la regulación de las condiciones térmicas a las cuales está sometida la cinta de vidrio que se desplaza, con el fin de dar a la cinta el ancho y el espesor deseados. Unas fuerzas marginales orientadas hacia el exterior y longitudinalmente pueden ser aplicadas al vidrio mientras se estira para controlar la reducción gradual progresiva del ancho y del espesor de la cinta hasta que la cinta de vidrio alcance el ancho y el espesor deseados. El control térmico es

tal que cuando se ha conseguido el ancho y el espesor deseados de la cinta, la viscosidad del vidrio tiene un valor para el cual no puede producirse un cambio dimensional suplementario debido a la fuerza de tracción que se aplica.

5

Usualmente, el régimen térmico al cual está sometido el vidrio es tal que la cinta de vidrio pasa por una zona del baño donde la viscosidad del vidrio es controlada para regular el estiramiento de la cinta y en esta zona del baño el vidrio aumenta su velocidad mientras se realiza un estiramiento controlado.

10

Trabajando en condiciones de carga elevada, por ejemplo con un caudal de introducción del vidrio fundido en el baño de 2.000 toneladas/semana o más, la velocidad de descarga de la cinta final de vidrio a partir del baño es elevada, y está incluida por ejemplo entre 10 m/minuto y 40 m/minuto. Estas velocidades elevadas son necesarias cuando se estira el vidrio en condiciones de carga elevada hasta espesores inferiores a 3 mm, por ejemplo entre 2 y 3 mm.

15

20

La cinta de vidrio que avanza, al ser acelerada durante su estiramiento y mientras se desplaza a velocidad elevada uniforme para salir del baño, arrastra una cantidad apreciable de metal fundido del baño a lo largo de la superficie del baño hacia la extremidad de salida del mismo, y esta circulación superficial produce una circulación de retorno río arriba de metal fundido más frío a partir de la extremidad de salida del baño a lo largo de la parte inferior del baño en dirección a la zona del baño donde se estira la cinta de vidrio y con una viscosidad tal que es particularmente susceptible de producir variaciones de tempera-

25

30

tura a través de la superficie del baño de metal fundido. Se ha comprobado que la distorsión introducida en la superficie inferior de la cinta de vidrio en esta zona de estiramiento está presente en la cinta final.

5 Un medio de reducir la deformación en la superficie inferior de la cinta cuando se fabrica vidrio flotado fino a grandes velocidades consiste en crear corrientes de mezclado en el metal fundido del baño en la zona de estiramiento para combatir los gradientes de temperatura localizados a lo largo de la superficie de metal fundido que soporta el vidrio reduciendo así la distorsión superficial de la cinta estirada. Estas corrientes de mezclado han sido creadas induciendo electromagnéticamente circulaciones superficiales transversales de metal fundido a través de la superficie del baño en esta zona.

10

15

Se ha comprobado ahora que cuando se fabrica vidrio flotado con cargas superiores a 2.000 toneladas/semana, la superficie del vidrio es particularmente propensa a una distorsión conocida como "bandas" que toma la forma de ondulaciones del vidrio y que pueden ser asociadas con alguna variación de espesor. Estas llamadas "bandas" pueden tener algunos cm de ancho y 1 metro o más de longitud.

20

Se ha comprobado igualmente que una cinta de vidrio flotado fino que se desplaza a una velocidad relativamente elevada a lo largo de la extremidad de salida del baño puede ser propensa a una inestabilidad de posición sobre el baño debido al movimiento de la cinta de un lado al otro de manera periódica. Este fenómeno conocido como "serpenteo" puede formarse con una amplitud de hasta 30 cm en cada lado de la línea central del baño con una periodicidad

25

30

de aproximadamente 5 o 6 minutos. Este movimiento de la cinta es indeseable, particularmente cuando el proceso está funcionando con corte automatizado a la salida del horno.

Un objeto principal del invento consiste en proporcionar un método y un aparato mejorados para fabricar vidrio plano en un baño de metal fundido, capaces de reducir estas dificultades asociadas con la producción a gran velocidad de vidrio flotado fino.

De acuerdo con el invento, un método de fabricación de vidrio plano consiste en desplazar una cinta de vidrio a lo largo de un baño de metal fundido, controlar la velocidad de avance del vidrio hasta una zona del baño donde la viscosidad del vidrio es controlada para regular el estiramiento de la cinta a un ancho y espesor deseados mientras se somete a una aceleración, y limitar la circulación de metal fundido, en un primer emplazamiento de la región de la extremidad río abajo de dicha zona, a una circulación hacia adelante de metal fundido arrastrado debajo de la cinta y a una contracirculación del metal fundido para completar la cantidad de metal fundido del baño a lo largo de la cinta entre este emplazamiento y un segundo emplazamiento situado río arriba de dicho primer emplazamiento en la región de aceleración máxima del vidrio donde el metal fundido debajo de la cinta está igualmente obligado a circular hacia adelante arrastrado por el vidrio que acelera su velocidad.

Preferentemente, la contracirculación en el primer emplazamiento está dirigida a lo largo de la cinta. Esto impide la circulación río arriba del metal fundido más frío debajo de la cinta a partir de la región situada río

abajo del primer emplazamiento. La circulación de retorno
rio arriba se divide por el contrario en una contracircula-
ción que alimenta los lados del baño en la región situada
entre estos emplazamientos. Se acelera el vidrio en esta
5 región, la profundidad de la circulación hacia adelante del
metal fundido arrastrado aumenta progresivamente, y la li-
mitación de la circulación del metal fundido debajo de la
cinta de modo que circule solamente hacia adelante en el
primer emplazamiento está acompañada por una desviación
10 continúa hacia arriba de una circulación de retorno debajo
de la circulación hacia adelante, creando así una circula-
ción continua de metal fundido en esta región, haciendo di-
cha circulación a contracorriente del metal fundido que se
complete la cantidad de metal fundido en esta región del
15 baño.

El invento proporciona además un método de
fabricación de vidrio flotado de un espesor incluido entre
2 y 3 mm, que consiste en desplazar una cinta de vidrio a
lo largo del baño de metal fundido, controlar la velocidad
20 de avance del vidrio hasta una zona del baño donde la vis-
cosidad del vidrio aumenta desde el valor de $10^{5,2}$ poises
hasta 10^7 poises y la cinta es estirada hasta una anchura y
un espesor deseados mientras está sometida a una acelera-
ción hasta una velocidad de por lo menos 10 m/minuto, y li-
25 mitar la circulación de metal fundido, en un primer empla-
zamiento de la región de la extremidad río abajo de dicha
zona, a una circulación hacia adelante del metal fundido
arrastrado debajo de la cinta y una circulación a contracor-
riente del metal fundido a lo largo de la cinta para com-
30 pletar la cantidad de metal fundido del baño entre este em-

plazamiento y un segundo emplazamiento separado rio arriba de dicho primer emplazamiento en la región de aceleración máxima del vidrio donde el metal fundido situado debajo de la cinta está también obligado a circular hacia adelante al ser arrastrado por el vidrio que acelera.

Un procedimiento modificado para poner en práctica el invento consiste en dividir transversalmente la zona entre el primer emplazamiento y el segundo emplazamiento en una pluralidad de células, y limitar la circulación del metal fundido entre cada par de células adyacentes a la circulación hacia adelante arrastrada debajo de la cinta y a las contracirculaciones de metal fundido a lo largo de la cinta desde la célula situada rio abajo de este par hasta la célula rio arriba de este par de células.

El método puede incluir también la inducción electromagnética de corrientes de metal fundido a partir de las contracirculaciones de modo que penetren debajo de la cinta. Esto puede hacerse en una o varias de las células de la zona cuando la zona está dividida de esta manera.

El invento incluye también un aparato para fabricar vidrio plano que incluye una estructura de depósito de forma alargada para contener un baño de metal fundido, unos medios para introducir vidrio en el baño a una velocidad controlada y desplazar el vidrio en forma de cinta a lo largo del baño, unos reguladores térmicos en la estructura del depósito para enfriar la cinta que se desplaza en una zona del baño en una zona de viscosidad en la cual el vidrio puede ser estirado, unos medios para aplicar una tracción a la cinta de vidrio final, una primera barrera transversal en el fondo de la estructura del depósito y que se extiende

más allá de los bordes de la cinta en la extremidad rio abajo de dicha zona, estando la parte superior de dicha barrera dispuesta debajo del nivel de la superficie del baño a una distancia que es eficaz para limitar la circulación hacia adelante del metal fundido arrastrado debajo de la cinta y la contracirculación del metal fundido a lo largo de la cinta, y una segunda barrera transversal separada rio arriba de dicha primera barrera y que se extiende más allá de los bordes de la cinta en la región de aceleración máxima del vidrio en dicha zona, estando dispuesta la parte superior de dicha segunda barrera debajo del nivel de la superficie del baño a una distancia que es eficaz para limitar la circulación del metal fundido debajo de la cinta a una circulación hacia adelante arrastrada por el vidrio cuya velocidad va aumentando.

El aparato puede también incluir unas barreras transversales suplementarias en el fondo de la estructura del depósito dentro de dicha zona, que dividen la región entre dichas primera y segunda barreras en una pluralidad de células, estando la parte superior de cada barrera suplementaria situada debajo del nivel de la superficie del baño a una distancia que limita la circulación del metal fundido a una circulación hacia adelante de metal fundido arrastrado debajo de la cinta y a una contracirculación del metal fundido a lo largo de la cinta.

Preferentemente, los extremos de las barreras están separados de las paredes laterales de la estructura del depósito con el objeto de definir unos canales que permiten la contracirculación del metal fundido a lo largo de los bordes de la cinta.

Preferentemente, cada barrera tiene una parte superior plana paralela a la superficie del baño y separada de 6 a 15 mm por debajo de la superficie del baño.

5 Cada barrera puede ser una barra de sección transversal rectangular vertical sujeta en un surco en cola de milano formado transversalmente respecto al baño en el fondo de la estructura del depósito. Cada barra puede ser una barra de carbono.

10 En otro modo de realización, cada barrera tiene una forma cilíndrica y se sitúa en el fondo de la estructura del depósito. Preferentemente, cada una de dichas barreras incluye un manguito cilíndrico de carbono con un núcleo de tungsteno.

15 El invento incluye también el vidrio plano producido por el método descrito más arriba; en particular incluye vidrio plano de un espesor incluido entre 2 y 3 mm.

20 Para facilitar el entendimiento del invento, se describirán ahora algunos modos de realización del mismo a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

25 La figura 1 es una vista en planta de una estructura de depósito de forma alargada que contiene un baño de metal fundido, destinado a ser utilizado en el proceso de flotación para la fabricación de vidrio plano fino utilizando el método del invento;

La figura 2 es una sección tomada a lo largo de la línea II-II de la figura 1, que representa las barreras transversales en la estructura del depósito;

30 La figura 3 es una vista detallada y ampliada de una de las barreras transversales de las figuras 1 y 2,

sujetas en un surco formado en el fondo de la estructura del depósito;

5 La figura 4 es una vista en planta de la extremidad de salida de la estructura del depósito de otro modo de realización del invento, en el cual la región entre las dos barreras de las figuras 1 y 2 está dividida en una pluralidad de células por barreras transversales suplementarias;

10 La figura 5 es una sección tomada a lo largo de la línea V-V de la figura 4;

La figura 6 es una sección tomada a lo largo de la línea VI-VI de la figura 4;

15 La figura 7 es una sección transversal tomada a través de una estructura de depósito que contiene un baño de metal fundido, que representa una barrera transversal de forma cilíndrica que se apoya en el fondo de la estructura de depósito debajo de la cinta de vidrio; y

La figura 8 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea VIII-VIII de la figura 7.

20 Haciendo referencia a los dibujos, se ilustra en la figura 1 en planta una estructura de depósito de forma alargada destinada a la fabricación de vidrio fino por el proceso de flotación. La estructura del depósito incluye unas paredes laterales 1, una pared de extremidad 2 en
25 la extremidad de entrada de la estructura de depósito, y una pared de extremidad 3 en la extremidad de salida, y contiene un baño de estaño fundido. La geometría de la estructura del depósito es tal que acomode el ancho máximo posible de cinta de vidrio producida en la extremidad de entrada caliente de la estructura del depósito mediante la
30

circulación lateral no limitada del vidrio fundido en la superficie del baño.

Se suministra vidrio de sosa-cal-silice fundido en el baño, el cual está constituido usualmente por es-
taño fundido, en la extremidad de entrada de la estructura
5 del depósito virtiéndolo a partir de un canal de colada 4
que se extiende encima de la pared 2 de la extremidad de
entrada de la estructura del depósito. Una puerta de gui-
lletina de regulación 5 controla el caudal del vidrio fun-
10 dido por el canal de colada sobre la superficie 6 del baño,
y este caudal en el modo de realización preferido que se
describe es del orden de 2.100 toneladas/semana.

De manera bien conocida en el procedimiento
de flotación, se disponen unos reguladores de temperatura,
15 no representados, en la estructura de techo encima del ba-
ño de metal fundido. Las condiciones de temperatura en la
extremidad de entrada del baño son tales que el vidrio fun-
dido 7 que llega en el baño puede fluir libremente, sin li-
mitación lateral, hasta el límite de su circulación libre
20 durante la primera parte de su desplazamiento a lo largo
del baño.

Los reguladores de temperatura situados en la
estructura de techo determinan un régimen de temperatura
al cual el vidrio en movimiento está sometido, manteniendo
25 dicho régimen el vidrio en un estado deformable sobre una
región de la cinta que se extiende longitudinalmente en la
cual se estira progresivamente el vidrio mientras su velo-
cidad aumenta bajo la influencia de la fuerza de tracción
aplicada a la cinta de vidrio final 8 obtenida por unos ro-
30 dillos de arrastre 9 accionados por motor situados más allá

de la pared extrema de salida 3 de la estructura de depósito.

La temperatura del vidrio es de aproximadamente 990°C cuando se ha conseguido la extensión máxima, y el espesor del vidrio es de aproximadamente 7 mm. Esta capa de vidrio fundido se desplaza en forma de cinta y la cinta está constituida por vidrio de viscosidad reducida, es decir una viscosidad de aproximadamente $10^{4,8}$ poises. Este vidrio se enfría progresivamente durante su desplazamiento inicial a lo largo del baño y su viscosidad aumenta lentamente. Cuando la viscosidad del vidrio aumenta, la influencia de la fuerza de tracción dirigida longitudinalmente, producida por los rodillos 9, aumenta igualmente y estira la cinta de vidrio. La reducción gradual y progresiva de anchura y de espesor del vidrio se controla mediante la utilización de rodillos superiores en contacto con la superficie superior de los bordes del vidrio.

Inicialmente, cuando el vidrio presenta una viscosidad reducida, un par de rodillos superiores inclinados 11 montados en unos árboles 12 accionados por unos motores 13 están situados en las paredes laterales del depósito y están en contacto con los márgenes de la cinta. Los rodillos superiores 11 están constituidos por rodillos de grafito, de acero inoxidable o de acero dulce moleteados que están enfriados internamente con agua y están inclinados con un ángulo de 3° respecto a un eje perpendicular a la dirección de desplazamiento de las cintas de vidrio a lo largo del baño. Los rodillos 11 son accionados a una velocidad de 1,5 m/minuto. De este modo se aplican a los márgenes de la cinta que se forma unas fuerzas dirigidas hacia el exterior y longitudinalmente. Las componentes de fuerza

orientadas hacia el exterior impiden que el ancho de la cinta disminuya indebidamente. Una ligera reducción de la cinta empieza a producirse en esta región.

5 Otros pares de rodillos superiores 14, 15 y 16 están dispuestos separadamente a lo largo de la estructura del depósito, estando montados en unos árboles respectivos 17, 18 y 19 y estando accionados por los motores 20, 21 y 22.

10 Los rodillos superiores 14 forman un ángulo de 4° respecto a un eje perpendicular a la dirección de desplazamiento de la cinta y están arrastrados a la velocidad de 1,8 m/minuto.

Los rodillos superiores 15 forman un ángulo de 6° y están arrastrados a la velocidad de 2,4 m/minuto.

15 Los rodillos superiores 16 forman un ángulo de 9° y están arrastrados a la velocidad de 3,4 m/minuto.

Estos conjuntos de rodillos superiores actúan para evitar una reducción indebida de anchura de la cinta cuando el vidrio acelera desde aproximadamente 1,5 m/minuto hasta aproximadamente 3,4 m/minuto. Cuando el vidrio pasa más allá de los rodillos superiores 16 su temperatura disminuye por debajo de 880°C , lo que corresponde a una viscosidad de aproximadamente $10^{5,2}$ poises. El espesor del vidrio es de 4,5 mm aproximadamente.

20

25 La cinta final de vidrio 8 que tiene un espesor de 2,5 mm, sale del baño arrastrada por los rodillos 9 a una velocidad de 10,4 m/minuto y cuando el vidrio ha pasado río abajo del último par de rodillos superiores 16 es sometido a una aceleración variable que alcanza un valor máximo en un punto situado justo río abajo de los rodillos su

30

5 periores 16. El espesor del vidrio disminuye rápidamente hasta 2,5 mm y el estiramiento se produce en contra de la reacción ofrecida por la parte de la cinta de vidrio rio arriba con la cual están en contacto los rodillos superiores 11, 14, 15 y 16, así como por el arrastre por la superficie inferior de la cinta de una circulación de metal fundido del baño orientada hacia adelante a lo largo de la superficie del baño debajo de la cinta que acelera. Cuando la velocidad de la cinta aumenta, la fuerza se disipa para acelerar la circulación hacia adelante del metal fundido arrastrado por la cinta y el metal fundido es arrastrado hacia el interior debajo de la cinta a partir de los lados del baño para compensar este desplazamiento de metal fundido. Esta circulación hacia adelante de metal fundido a lo largo de la superficie del baño toma un valor considerable cuando la velocidad de la cinta aumenta, por ejemplo hasta una velocidad de salida superior a 10 m/minuto, y se produce a lo largo del fondo del baño de metal fundido más frío una circulación de retorno. Esta circulación de retorno generalizada de metal fundido más frío a lo largo del fondo del baño es la que produce gradientes de temperatura entre la parte inferior del baño en todo el espesor del baño, y estos gradientes de temperatura han demostrado ser particularmente perturbadores en la región del baño donde se estira la cinta que acelera rápidamente.

15
20
25
30 Las paredes laterales 1 de la estructura del depósito estén inclinadas hacia el interior cerca de la extremidad de salida del baño para formar unos refuerzos 25 que unen la parte más ancha del depósito donde la formación de la cinta y su estiramiento se producen, hasta una parte

limitada lateralmente del depósito en la extremidad de salida que tiene unas paredes laterales 26. El estrechamiento de la estructura del depósito en la extremidad de salida da al depósito una anchura superior al ancho máximo de la cinta final de vidrio fino 8 que ha de ser fabricado y la utilización de una estructura de depósito con una extremidad de salida limitada lateralmente intensifica el efecto de bombeo de la circulación de metal fundido arrastrado hacia adelante e incrementa la circulación de fondo del metal fundido más frío hacia arriba.

Bajo la influencia de la fuerza de tracción que descarga la cinta 8 que tiene un espesor de 2,5 mm a su salida del baño a una velocidad de aproximadamente 10,4 m/minuto, el vidrio está en un estado en el cual no puede producirse ningún cambio dimensional suplementario bajo la influencia de esta fuerza de tracción, cuando la viscosidad del vidrio es de aproximadamente 10^7 poises correspondiendo a una temperatura de 750°C aproximadamente, tratándose de vidrio de sosa-cal-silice corriente. La extremidad rio abajo de la zona de estiramiento está situada por tanto en la región donde no podrá producirse ningún cambio ulterior del ancho de la cinta y en un primer emplazamiento de la región de la extremidad rio abajo de la zona donde está situada una primera barrera transversal 27 que sirve para limitar la circulación del metal fundido en la región de la extremidad rio abajo de la zona de estiramiento a una circulación hacia adelante del metal fundido, indicada por las flechas 28 arrastrada debajo de la cinta de vidrio a gran velocidad, y la contracirculación del metal fundido indicada por las flechas 29 a lo largo de la cinta. La generación

de la circulación de retorno de metal fundido más frío a partir de la extremidad de salida del baño está indicada por la flecha 30. Esta circulación de retorno a lo largo de la parte inferior de la extremidad de salida del baño genera la contracirculación 29.

Según se representa en las figuras 2 y 3, la barrera 27 es una barra de carbono de sección transversal rectangular vertical y que tiene una base en forma de cola de milano 31 que se adapta en una ranura en forma de cola de milano correspondiente 32 formada transversalmente al baño en el fondo 33 de la estructura del depósito. La parte superior plana de la barra tiene aproximadamente 5 cm de largo en la dirección de desplazamiento de la cinta y está separada del nivel de la superficie 6 del baño por una profundidad suficiente para asegurar que las capas inferiores del metal fundido arrastrado por la circulación hacia adelante estarán dirigidas hacia abajo según se indica por la flecha 35 para asegurar una circulación de retorno 39 a lo largo del fondo del baño en la región río arriba de la barrera 27, la cual no tiene una temperatura sustancialmente inferior a la de la circulación hacia adelante.

Usualmente la superficie superior 34 de la barrera 27 está situada de 6 a 15 mm debajo del nivel de la superficie del baño, según la velocidad y la aceleración de la cinta, asegurando dicha distancia un gradiente de presión suficiente en la circulación hacia adelante 28 que está mantenida encima de la superficie superior 34 de la barrera para asegurar una obstrucción eficaz de cualquier circulación río arriba del metal fundido más frío a lo largo del fondo del baño debajo de la cinta de vidrio.

En principio, es conveniente que la parte superior de la barrera 27 pueda situarse a una profundidad debajo del nivel de la superficie 6 del baño que sea exactamente tal que todo el metal fundido arrastrado de la circulación hacia adelante 28 se desplace encima de la barrera pero que ninguna cantidad del metal fundido de la circulación de retorno 30 pase encima de la barrera. En la práctica, sin embargo, dicho reglaje exacto puede ser difícil de conseguir y por tanto se ajusta preferentemente la altura de la barrera según se ha descrito más arriba para dirigir las capas inferiores de metal fundido arrastrado en la circulación hacia adelante hacia abajo según se indica en 35 asegurando así que el metal fundido que pase por encima de la barrera se vea obligado a circular hacia adelante.

Las circulaciones de retorno 30, de metal fundido más frío a partir de la extremidad de salida del baño son así dirigidas eficazmente por la barrera 27 en las contracirculaciones 29 a lo largo de la cinta.

Los extremos de la barra 27 están separados de las paredes laterales 1 de la estructura del depósito para definir unos canales 36 que dan paso a las contracirculaciones 29 del metal fundido más frío procedentes de la extremidad de salida del baño. Por tanto, estas contracirculaciones se dirigen a lo largo de los bordes de la cinta en la región del baño situada río arriba respecto a la barrera 25. Los canales 36 están definidos preferentemente de manera clara para un funcionamiento a gran velocidad y para un funcionamiento en la extremidad inferior de dichas gamas de alta velocidad, los extremos de la barra 27 pueden extenderse directamente hasta las paredes laterales 1 de la estructura

del depósito, produciéndose las circulaciones a contracorriente 29 de metal fundido, por encima de la parte superior de la barra a lo largo del trayecto de desplazamiento de la cinta.

5 Cuando la cinta acelera en la zona de estiramiento, se produce un arrastre progresivamente creciente del metal fundido en la circulación hacia adelante ya que la aceleración del vidrio es tal que el incremento de superficie de cinta por unidad de tiempo, y por tanto la cantidad de
10 metal fundido arrastrada, aumenta a lo largo de la zona de estiramiento. Por tanto, el metal fundido es aspirado continuamente debajo de la cinta para compensar el que ha sido desplazado por este arrastre.

 Las circulaciones a contracorriente 29 a lo
15 largo de la cinta completan el metal fundido del baño entre el emplazamiento de la primera barrera 27 situada en la extremidad río abajo de la zona de estiramiento y un segundo emplazamiento definido por la posición de una segunda barrera 37 de disposición y construcción similares a las de la
20 barrera 27, y situada en la región de aceleración máxima del vidrio. Las superficies superiores de ambas barreras 27 y 37 pueden situarse a la misma profundidad por ejemplo a 6 mm debajo del nivel de la superficie del baño, o estas profundidades pueden diferir, por ejemplo la superficie superior
25 de la barrera 37 puede situarse a una profundidad de 10 mm mientras que la superficie superior de la barrera 27 se sitúa a una profundidad de 6 mm.

 La barrera 31 sirve también para limitar la
circulación del metal fundido debajo de la cinta a la circulación hacia adelante 33 del metal fundido arrastrado por el
30

vidrio que acelera su velocidad. Existe una circulación a
contracorriente 40 de metal fundido más frío a partir de la
región situada entre las dos barreras 37 y 27 y hacia la re-
gión rio arriba del baño donde el vidrio no es susceptible
5 de deformarse como en la región situada entre las dos ba-
rreras.

La circulación de retorno a lo largo del fondo
del baño entre las dos barreras 37 y 27 se indica por 39 en
la figura 2 y está dirigido hacia arriba cuando alcanza la
10 barrera 37, para alimentar la circulación hacia adelante 38,
rio abajo de la barrera 37. Por tanto se establece una cir-
culación continua en la región situada entre las dos barre-
ras y en esta circulación las contracorrientes 29 son arras-
tradas en esta circulación y en la circulación hacia adelan-
te 28. Por tanto se completa la cantidad de metal fundido
15 que soporta el vidrio que acelera su velocidad manteniéndose
las diferencias de temperatura entre la parte superior y la
parte inferior del baño en un valor mínimo.

De esta manera, el metal fundido más frío que
20 es obligado a desplazarse rio arriba a partir de la extremi-
dad de salida del baño por el efecto de bombeo de la circu-
lación hacia adelante del metal fundido arrastrado que se
desplaza con la cinta de vidrio, no puede fluir directamente
debajo de la cinta de vidrio que se está estirando, sino
25 que por el contrario es desviado por la barrera 27 y es ca-
lentado mientras es desviado, a una temperatura que es más
próxima a la del metal fundido que soporta el vidrio que se
estira, de modo que en el momento en que las circulaciones
a contracorriente 29 del metal fundido más frío son aspiradas
30 en la región del baño que soporta el vidrio que se estira,

la temperatura de este metal fundido no es muy diferente de la temperatura del metal fundido 28 arrastrado hacia adelante.

5 Se ha comprobado en la práctica que las diferencias de temperatura entre la parte superior y la parte inferior del estaño fundido en la región situada justo río arriba de la barrera 27 no son superiores a 15°C.

10 De la misma manera, cualquier cantidad de metal fundido procedente de la circulación a contracorriente 40 alrededor de los extremos de la barrera río arriba 37 que es aspirada en la circulación hacia adelante 41 del metal fundido cuya velocidad se acelera con el vidrio cuya velocidad se acelera, es un metal fundido que ha sido calentado en la región situada entre las dos barreras a una
15 temperatura que no difiere mucho de la temperatura del vidrio río arriba de la barrera 37.

Por tanto, el metal fundido aspirado con la circulación hacia adelante cuando el vidrio acelera su velocidad, tiene una temperatura no muy diferente de la del metal fundido arrastrado debajo de la cinta; las diferencias de
20 temperatura entre la parte superior a la parte inferior se reducen sustancialmente así como la posibilidad de una distorsión de superficie inferior en forma de "bandas" del vidrio flotado fino.

25 En el modo de realización descrito con referencia a las figuras 1 y 2, se han medido las temperaturas del baño en la parte superior y en la parte inferior utilizando termopares en las posiciones marcadas en la figura 1, concretamente la posición A justo río abajo de la barrera 27, la
30 posición B justo río arriba de la barrera 27, la posición C

a mitad de camino entre las barreras 27 y 37, la posición D justo río abajo de la barrera 37 y la posición E justo río arriba de la barrera 37 entre la barrera 37 y los rodillos marginales 16. Todas las mediciones de temperatura han sido hechas justo a lo largo de un borde de la cinta y las medidas obtenidas se reseñan en la Tabla que sigue.

T A B L A

	<u>Posición</u>	<u>Temperatura en la parte superior del baño (°C)</u>	<u>Temperatura en la parte inferior del baño (°C)</u>
10	A	786	774
	B	790	783
	C	812	797
	D	822	810
	E	824	820

15

Estos resultados indican que entre las dos barreras el invento permite obtener un control térmico que da lugar a diferencias de temperatura entre la parte superior y la parte inferior del metal del baño iguales o inferiores a 15°C y generalmente incluídas en la gama de 5 a 10°C. En la región de aceleración máxima que se representa por la posición D se ha medido una diferencia de temperatura de 12°C. La regulación de temperatura puede ser mejorada mediante la utilización de barreras transversales suplementarias en el fondo de la estructura del depósito, en el interior de la zona de estiramiento para dividir en una pluralidad de células la región situada entre la primera barrera 27 y la segunda barrera 37.

25

30

En las figuras 4 y 5 se ilustra una disposición de este tipo con tres barreras suplementarias 42, 43

y 44. Estas barreras son de construcción similar a las barreras 27 y 37 con un espacio entre la parte superior plana de cada barrera y la superficie del baño incluido generalmente entre 6 y 15 mm. Ya que el valor del espacio necesario para obligar al metal fundido a circular hacia adelante depende de la velocidad del vidrio que se desplaza encima de una barrera determinada, se observará que encima de la barrera 37 puede utilizarse un espacio diferente del que existe encima de la barrera 27, y el intervalo entre cada barrera y la superficie del baño puede cambiar progresivamente desde la extremidad río arriba hasta la extremidad río abajo de la zona de estiramiento.

Los extremos de cada una de las barreras están separados de las paredes laterales del depósito de modo que las circulaciones a contracorriente se hagan alrededor de los extremos de cada barrera. De este modo la zona de estiramiento se divide en cuatro células siendo este número eficaz para mantener una diferencia de temperatura preferentemente incluida en la gama de 5 a 10°C, entre la parte superior y la parte inferior del baño de estaño en cada célula. La circulación de metal fundido entre las células adyacentes de cada par se limita a una circulación hacia adelante arrastrada debajo de la cinta encima de la barrera entre estas células adyacentes y la circulación a contracorriente del metal fundido que se produce a lo largo de la cinta desde la célula situada río abajo de este par hasta la célula situada río arriba de este par.

La longitud de cada célula en la dirección de desplazamiento de la cinta es tal que existe una circulación de metal fundido interna en cada célula según se repre-

senta en la figura 5, y las contracorrientes alrededor de los extremos de cada barrera son arrastradas en las circulaciones de metal fundido dentro de la célula rio arriba del par y no pasan sustancialmente en derivación respecto a una célula. De este modo el metal fundido arrastrado en la circulación hacia adelante en la región de cada célula se obtiene a partir de la célula situada rio abajo, es decir que el metal fundido arrastrado está ya a una temperatura próxima a la del metal fundido que se encuentra ya en esta célula y no existirá ninguna diferencia de temperatura sustancial en cualquier punto de la zona de estiramiento entre la circulación hacia adelante debajo de la cinta y el metal fundido arrastrado hacia esta circulación hacia adelante cuando el vidrio acelera.

Una ventaja suplementaria de la utilización de una pluralidad de barreras, como se ve en las figuras 4 y 5, consiste en permitir diferentes reglajes de funcionamiento que producirán una variación en la posición de la aceleración máxima del vidrio. Cuando se utiliza un funcionamiento de acuerdo con el ejemplo que se acaba de describir con una velocidad de salida de aproximadamente 10,4 m/minuto, la posición de aceleración máxima del vidrio está en la región de la barrera 37.

Cuando la velocidad de la cinta final aumenta bien para facilitar un funcionamiento con carga más elevada o para reducir el espesor del vidrio, la posición de aceleración máxima puede ser desplazada rio abajo y la utilización de una pluralidad de barreras asegura que para todos los reglajes de funcionamiento previstos una de las barreras transversales se encontrará en la región de aceleración

máxima del vidrio sometido a estiramiento.

La cinta de vidrio puede salir del baño a una temperatura de aproximadamente 650°C de modo que el metal fundido más frío que se desplaza río arriba a lo largo de la parte inferior del baño está a una temperatura de aproximadamente 650 a 700°C . La deceleración de esta circulación río arriba al penetrar en la parte ensenchada del baño entre los refuerzos 30 y al ser desviada por la barrera 25, facilita los cambios térmicos en razón de la elevada conductividad del estaño fundido lo que permite obtener el calentamiento deseado del metal fundido más frío de modo que presente una temperatura de aproximadamente 770 a 775°C en el momento que fluye en la corriente a contracorriente 29 alrededor de los extremos de la barrera 27.

Los cambios térmicos pueden ser además facilitados definiendo un trayecto tortuoso para las circulaciones a contracorriente entre las células, por medio de deflectores laterales 45 hechos de carbono, los cuales se silustran en las figuras 4 y 6 y que se extienden desde las paredes laterales 1 entre las barreras 27 y 44 y las barreras 43 y 44. Estas barreras cortan la superficie del baño y aseguran así que las circulaciones a contracorriente no podrán pasar en derivación respecto a las células.

Además, la mezcla de las circulaciones a contracorriente con las circulaciones en la región entre las barreras puede ser facilitada utilizando motores de inducción lineales 46 (figura 1) montados encima de la superficie del baño para inducir circulaciones de metal fundido desde las circulaciones a contracorriente 29 de modo que penetren debajo de la cinta cuya velocidad va acelerando.

Los motores de inducción lineales pueden también situarse según se indica en 47 en la figura 4 para facilitar el desvío de las circulaciones de retorno 30 en las circulaciones a contracorriente 29. Otros motores de inducción lineales pueden situarse según se indica en 48 y 49, para dirigir las circulaciones a contracorriente. También pueden utilizarse calentadores sumergidos conjuntamente con o en lugar de los motores de inducción lineales en los puntos 48 y 49 para facilitar todavía más la consecución de la homogeneidad térmica en la región donde la aceleración del vidrio es importante.

Unas barreras de forma cilíndrica situadas en el fondo de la estructura del depósito pueden ser empleadas según se ilustra en las figuras 7 y 8.

De acuerdo con esta modificación, cada barrera puede incluir un manguito cilíndrico de carbono 40 mecanizado en un material de grafito duro que rodea un núcleo de tungsteno 41, que tiene la forma de una barra de tungsteno. El diámetro de dicha barrera es tal que deje un intervalo adecuado, por ejemplo de 6 a 15 mm, entre la parte superior de la barrera y la superficie del metal fundido de modo que la circulación hacia adelante limitada 28 se produzca encima de la superficie cilíndrica de la barrera.

La barrera puede ser introducida en la estructura del depósito desde un lado, y a continuación se hace rodar simplemente hasta el emplazamiento donde permite obtener un resultado óptimo en el sentido de una diferencia de temperatura mínima entre la parte superior y la parte inferior del baño y a continuación se mantiene en su posición por ejemplo utilizando horquillas de carbono indicadas por

52, que se extienden hacia abajo encima de los extremos de la barrera a lo largo de la cinta de vidrio. En caso de cambio de las condiciones de funcionamiento, la barrera puede entonces desplazarse fácilmente haciéndola rodar a lo largo del suelo de la estructura del depósito. Dicha barrera mejora la circulación en forma de corriente del metal fundido arrastrado hacia adelante y en la circulación de retorno desviada 35. El núcleo de tungsteno, siendo de un metal de mayor densidad que el estaño fundido asegura que la barrera cilíndrica se apoyará firmemente en el fondo de la estructura del depósito y obstruirá eficazmente las corrientes de metal fundido más frío dirigidas hacia arriba a lo largo de la parte inferior del baño.

El invento mejora así la obtención de las condiciones de homogeneidad térmica a través de la superficie de metal fundido que soporta la superficie inferior de la cinta de vidrio y que está en contacto con ella, en la situación crítica de aceleración para estirar la cinta, al mismo tiempo que la viscosidad del vidrio aumenta hasta un valor en el cual se conserva en la cinta final cualquier deformación introducida en la superficie de la misma. Además, el control simétrico del metal fundido en la región de la zona de estiramiento y en la extremidad de salida del baño, gracias a la utilización del método y del aparato del invento, mejora la estabilidad del proceso evitando "el serpienteo" de la cinta de vidrio y manteniendo el emplazamiento físico de la cinta en los rodillos de salida 9 al salir del horno de recocido.

El invento puede ser aplicado a cualquier método y aparato para fabricación de vidrio flotado utilizando bien

un baño con lados paralelos sin extremidad de salida, limitada o un baño con una extremidad de salida limitada según se ilustra en las figuras 1 y 4, y en el cual una cinta de vidrio se desplaza a través de una zona de estiramiento donde se acelera la velocidad del vidrio a un valor elevado a su salida del baño. Por ejemplo, el invento puede aplicarse a un procedimiento en el cual la cinta que se desplaza es rigidificada y sujeta antes de ser calentada nuevamente a una velocidad a la cual puede ser estirada.

En resumen, la presente Patente de Invención que se solicita, deberá recaer sobre las siguientes

REIVINDICACIONES

1.- Aparato para fabricación de vidrio plano, que incluye una estructura de depósito de forma alargada para contener un baño de metal fundido, unos medios para introducir vidrio en el baño a un caudal controlado y para desplazar el vidrio en forma de cinta a lo largo del baño, unos reguladores de temperatura en la estructura del depósito para enfriar la cinta en movimiento en una zona del baño, de modo que su gama de viscosidad sea tal que el vidrio pueda ser estirado, y unos medios para aplicar una fuerza de tracción a la cinta de vidrio final, caracterizado por una primera barrera transversal en el fondo de la estructura del depósito y que se extiende más allá de la posición de los bordes de la cinta en la extremidad río abajo en dicha zona, situándose la parte superior de dicha barrera debajo del nivel de la superficie del baño a una distancia eficaz para obligar al metal fundido arrastrado debajo de la cinta a circular hacia adelante y para producir una circulación a contracorriente del metal fundido a lo largo de la cinta,

y una segunda barrera transversal situada rio arriba respecto a dicha primera barrera en la región de aceleración máxima del vidrio en dicha zona, estando la parte superior de dicha segunda barrera dispuesta debajo del nivel de la superficie del baño a una distancia eficaz para limitar la
5 circulación del metal fundido debajo de la cinta a una circulación hacia adelante arrastrada por el vidrio cuya velocidad se está acelerando.

2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado por unas barreras transversales suplementarias
10 en el fondo de la estructura del depósito en dicha zona, para dividir la región entre dichas primera y segunda barreras en una pluralidad de células, situándose la parte superior de cada barrera adicional debajo del nivel de la superficie del baño a una distancia que limita la circulación
15 del metal fundido a una circulación hacia adelante del metal fundido arrastrado debajo de la cinta y a una circulación a contracorriente de metal fundido a lo largo de la cinta.

3.- Aparato según la reivindicación 1, o la reivindicación 2, caracterizado porque los extremos de las barreras están separados de las paredes laterales de la estructura del depósito para definir unos canales destinados
20 a las circulaciones a contracorriente de metal fundido a lo largo de los bordes de la cinta.

4.- Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque cada barrera tiene una parte superior plana paralela a la superficie del
25 baño y separada de 6 a 15 mm. debajo de la superficie del
30 baño.

5.- Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque, por lo menos una barrera es una barra de sección transversal rectangular vertical sujeta en una ranura en forma de cola de milano dispuesta transversalmente respecto al baño en el fondo de la estructura del depósito.

6.- Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque la barra es una barra de carbono.

7.- Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque por lo menos una barrera es de forma cilíndrica y está situada en el fondo de la estructura del depósito.

8.- Aparato según la reivindicación 7, caracterizado porque la barrera incluye un manguito cilíndrico de carbono con un núcleo de tungsteno.

9.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: " APARATO PARA LA FABRICACION DE VIDRIO PLANO "

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria Descriptiva que consta de veintinueve páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 11 de Agosto de 1976

BERNARDO UNGRIA
p.p.



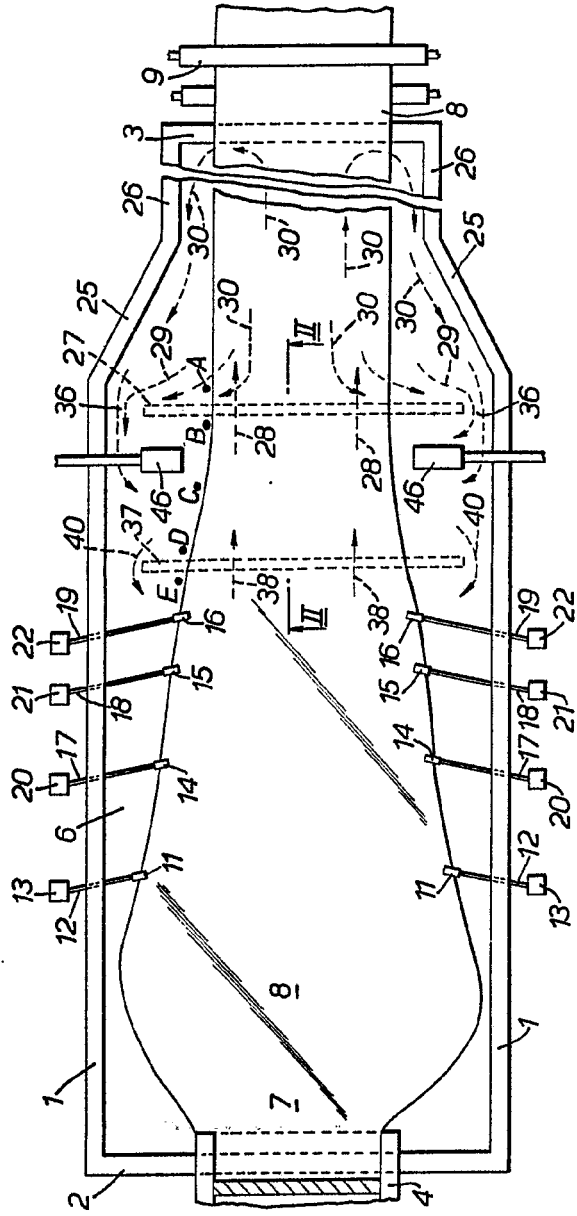


FIG. 1.

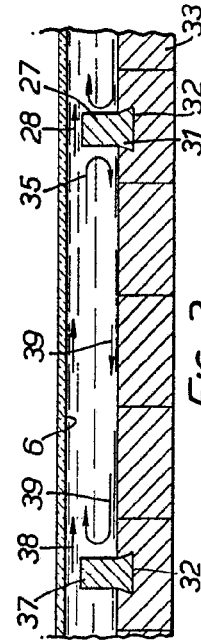


FIG. 2.

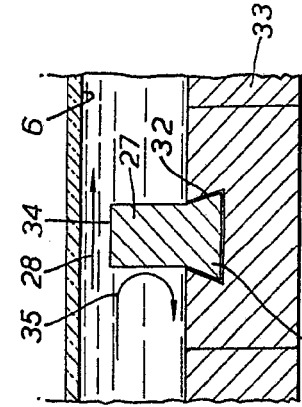


FIG. 3.

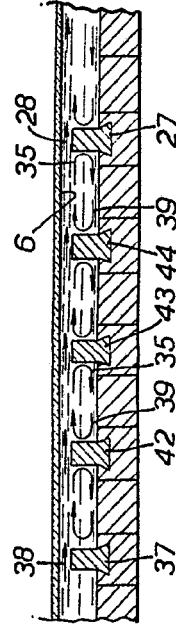


FIG. 5.

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 11 de Agosto de 1976
 BERNARDO UNGHERIA
 P.P.

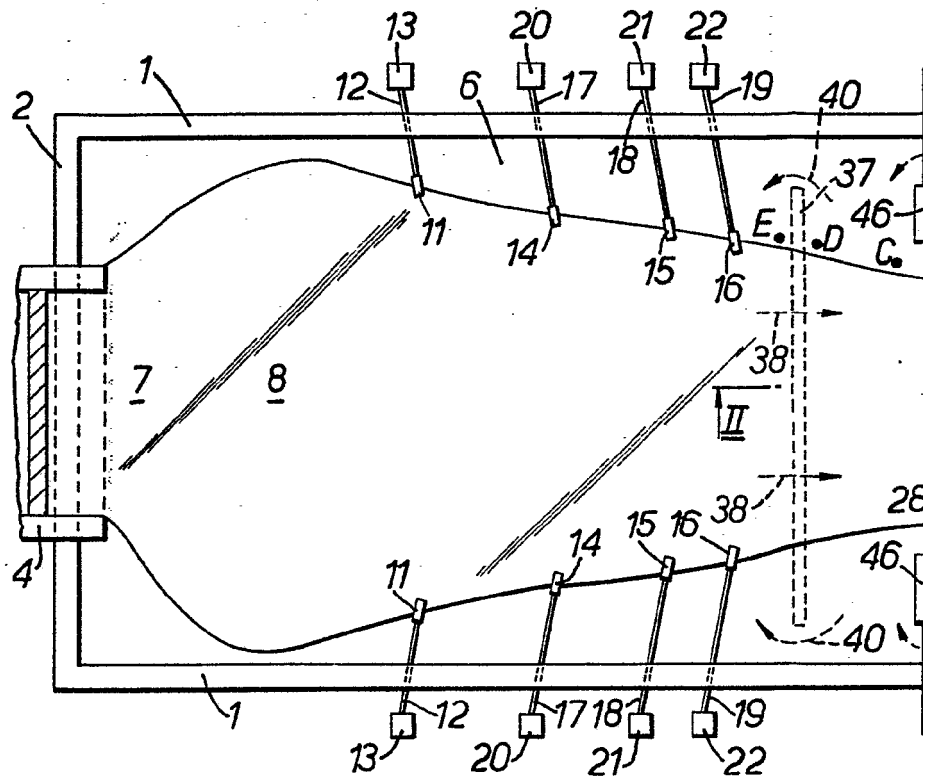


FIG. 1.

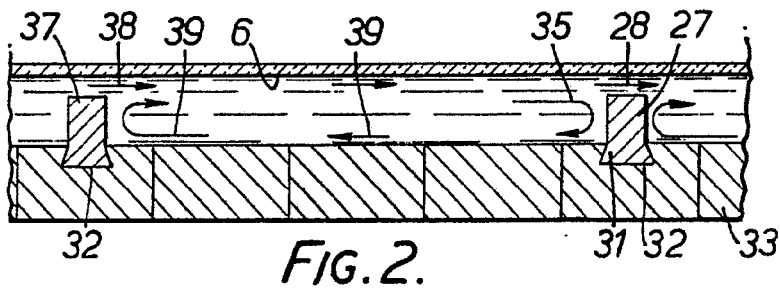


FIG. 2.

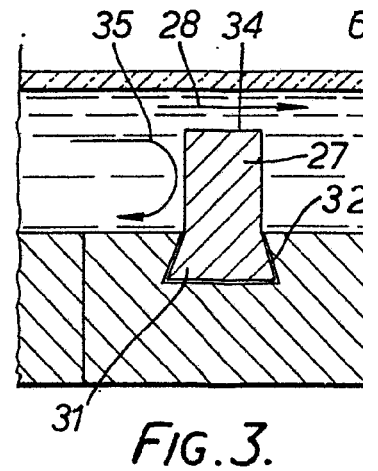
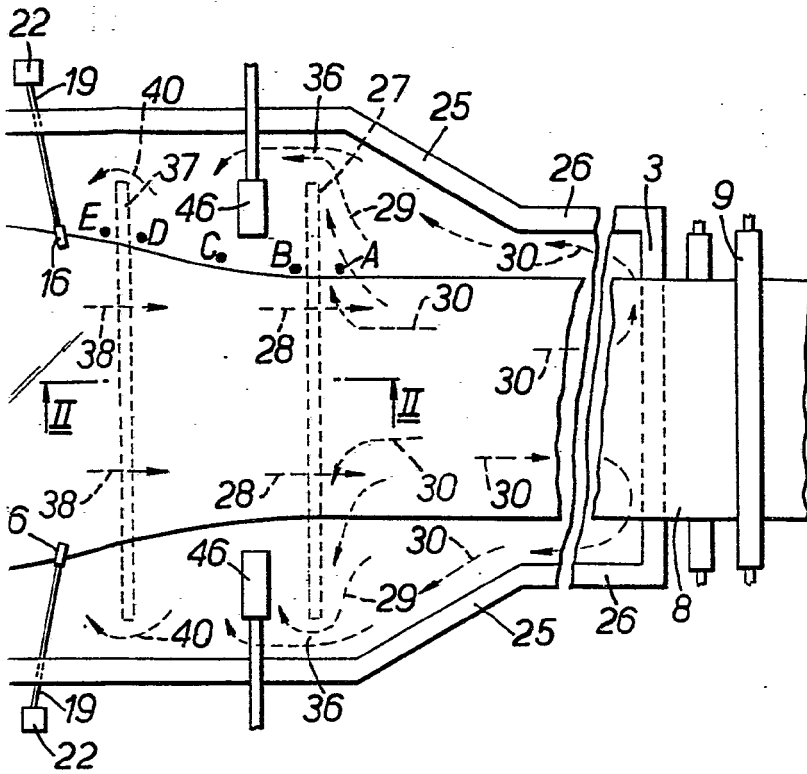


FIG. 3.



1.



FIG. 3.

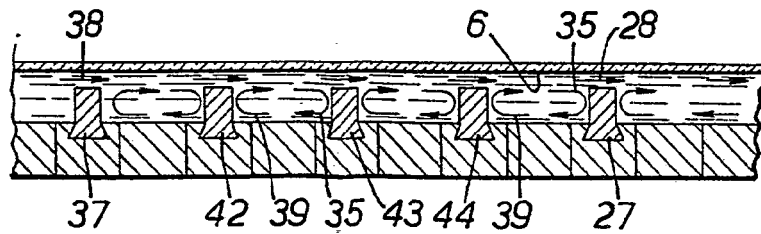


FIG. 5.

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 11 de Agosto de 1976
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.

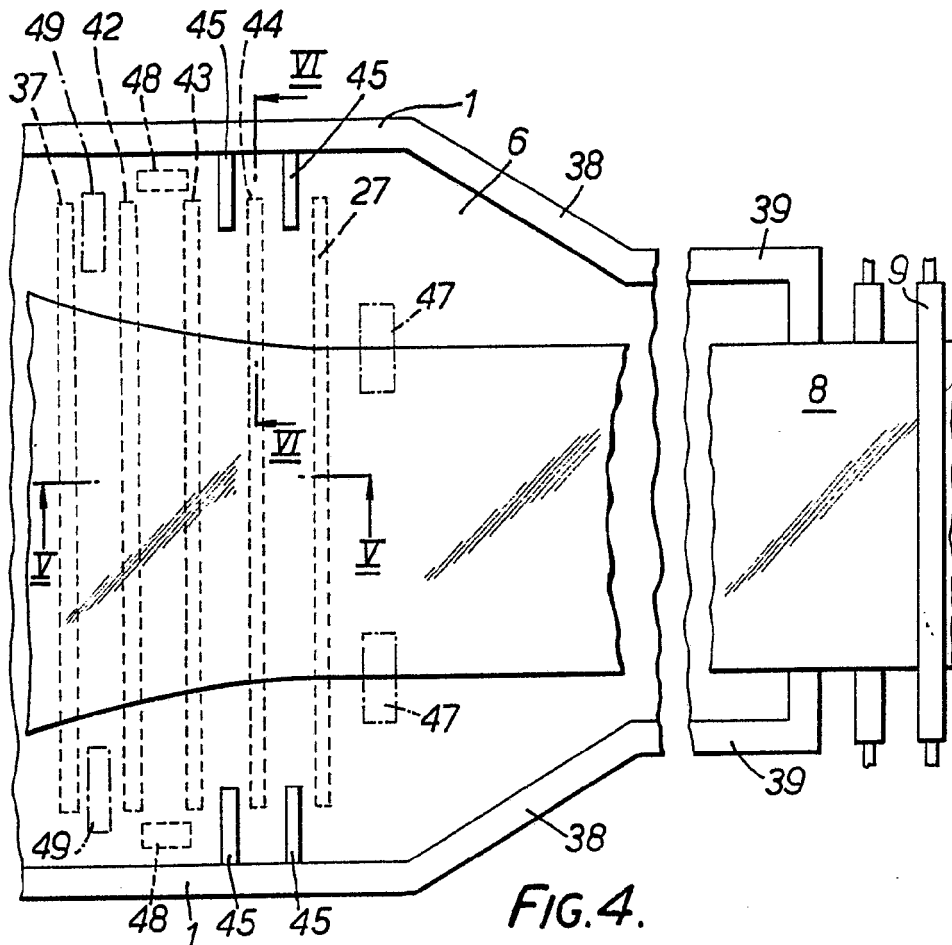


FIG. 4.

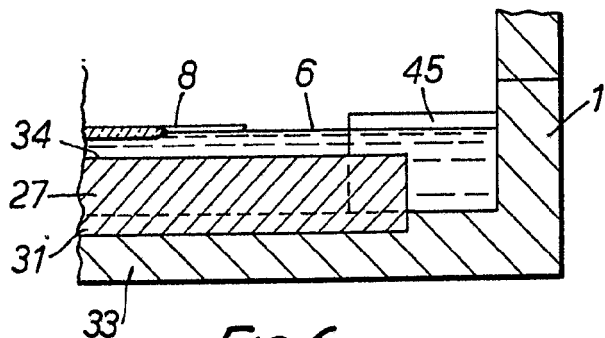


FIG. 6.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 11 de Agosto de 1976
BERNARDO UNGRIA
P.P.

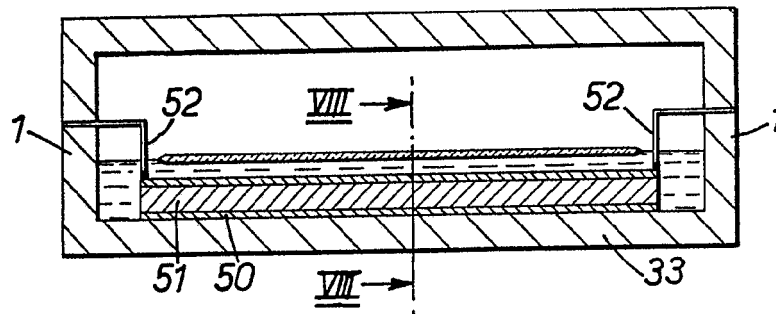


FIG. 7.

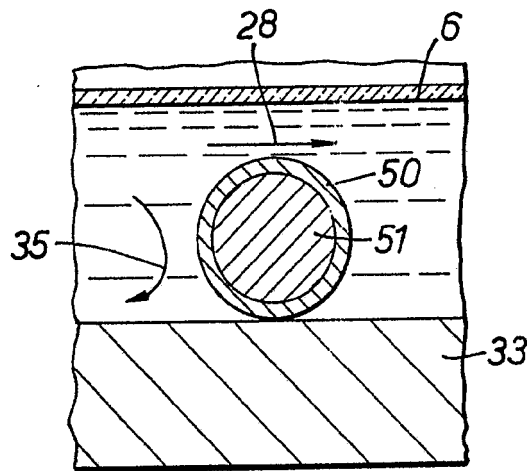


FIG. 8.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 11 de Agosto de 1976
BERNARDO UNGRIA
P.P.