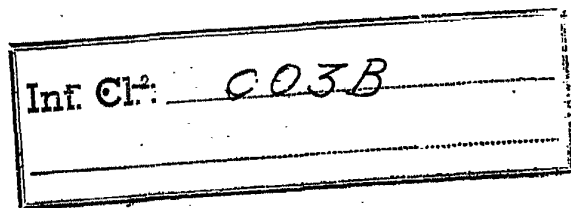




400613

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

a favor de GLAVERBEL, entidad belga, domiciliada en Watermael-Boitsfort (Bélgica), Chaussée de la Hulpe, 166, por "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACIÓN DE VIDRIO EN HOJAS".



MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere a un procedimiento de fabricación de vidrio en hojas mediante la alimentación continua de vidrio fundido dentro de un horno, para establecer un flujo continuo hacia delante de vidrio hasta una zona de estirado en la que este material fundido es estirado continuamente hacia arriba desde su superficie en el horno, en forma de una cinta.

En la realización de un procedimiento de estirado de vidrio tal como se ha indicado anteriormente, las condiciones térmicas y de flujo en el horno son de importancia crítica para la calidad del vidrio estirado. En todos los casos, es necesario que estas condiciones sean tales que se

24 FEB



400613

- establezca un mecanismo substancialmente estable en la superficie del vidrio y en la zona de estirado, pero la formación y mantenimiento de dicho menisco no asegura en forma alguna que el vidrio estirado sea de buena calidad. El vidrio es estirado hacia dentro, al interior del menisco, desde sus regiones de superficie que rodean dicho menisco, y la diferencia de temperatura del vidrio que existe invariablemente entre las regiones de superficie situadas a distancias diferentes desde las paredes límites del horno, combinadas con la distribución de flujo, más bien compleja, tienden a impedir la formación de una cinta que sea realmente plana y de grosor substancialmente uniforme sobre su anchura, y conducen también a defectos ópticos, debidos a la mezcla de corrientes compuestas de vidrios de diversas viscosidades. Estas tendencias se vuelven más señaladas conforme se incrementa la velocidad de estirado.
- 5.
- 10.
- 15.

- Los problemas citados anteriormente se producen en todos los procedimientos de estirado en los que el vidrio es estirado desde la superficie del vidrio fundido en el horno, y se distinguen de los procedimientos en los que el vidrio fundido es extrusionado dentro de la cinta desde debajo de dicha superficie tal como en el clásico procedimiento Fourcault. En tales procedimientos de extrusión la distribución de flujo del vidrio es completamente diferente y no se producen los problemas referidos anteriormente. Ampliamente hablando, los procedimientos de estirado a los que se refiere la presente invención pueden ser divididos en dos categorías de acuerdo con la profundidad del horno en la zona de estirado. Por otra parte, puede emplearse un horno poco profundo desde el que el vidrio es estirado desde lo más hondo de la
- 20.
- 25.
- 30.



400613

- masa fundida en la zona de estirado. Esta categoría de procedimiento incluye el clásico procedimiento Colburn, en el que la cinta de vidrio estirada hacia arriba desde el horno es doblada sobre un rodillo plegador y es transportada a través de un lehr o túnel de recocido horizontal. Por otra parte, puede utilizarse un horno más profundo en el que la corriente hacia delante del vidrio que fluye a la zona de estirado corra sobre una corriente de retorno de vidrio más frío que viene desde la región extrema terminal del horno. Esta categoría de procedimiento incluye el clásico procedimiento Pittsburgh, en el que la cinta de vidrio es estirada hacia arriba a través de una torre de estirado vertical.
- 5.
- 10.

- Son posibles numerosas modificaciones de los citados procedimientos clásicos dentro de las amplias categorías citadas. Por ejemplo, en cualquier tipo de procedimiento dado la cinta de vidrio puede ser estirada desde el horno con una inclinación respecto a la vertical y una cinta estirada desde un horno profundo puede ser doblada sobre un rodillo doblador en vez de ser estirada a través de una torre de estirado vertical.
- 15.

- Las demandas de vidrios de elevada calidad y con mayores producciones han estimulado una búsqueda continua por parte de los fabricantes, de formas de obtención de mejores condiciones térmicas y de flujo en la instalación estiradora, y se han efectuado diversas propuestas a este respecto en los recientes años.
- 20.
- 25.

- Así pues, se ha propuesto calentar externamente el fondo y las porciones de pared lateral del horno hasta temperaturas particularmente elevadas con el fin de reducir el retraso del flujo a lo largo de las paredes. Este procedimiento no produce condiciones favorales a la producción de vidrio
- 30.

400613

24



laminado de elevada calidad. De hecho se aumenta el riesgo de que el vidrio estirado sea contaminado por granos de material refractario o que contenga burbujas de gas. La tendencia de los materiales refractarios a la corrosión o erosión se incrementa con el aumento de temperatura del material refractario.

5.

La presente invención intenta proporcionar una mejora en el estirado del vidrio laminado, mediante una influencia sobre la distribución de fluido básica dentro de la masa de vidrio fundido. La invención está encaminada también, en particular, a proporcionar una mayor velocidad de estirado sin que aumente el riesgo usual de corrosión y erosión de los refractarios que hasta el presente ha implicado.

10.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un procedimiento de fabricación de vidrio en hojas mediante la alimentación continua de vidrio fundido dentro de un horno, para establecer un flujo continuo hacia delante de vidrio, hasta una zona de estirado en la que el vidrio fundido es estirado continuamente hacia arriba desde su superficie en el horno en forma de una cinta, caracterizado porque en al menos un lugar que en vista en planta del horno, está separado hacia dentro respecto de un límite de la superficie de vidrio fundido, éste último es calentado para mantener en dicho lugar una barrera térmica, formada por un flujo hacia arriba de vidrio fundido que se eleva hasta dicha superficie desde una posición situada en la vecindad de una porción de pared del horno o que se encuentra en el mismo, de forma que se evita substancialmente por medio de esta porción de pared, que el vidrio fundido que se encuentra detrás de la barrera, fluye por debajo de la misma.

15.

20.

25.

30.

El procedimiento de acuerdo con la invención proporciona la importante ventaja de que en al menos una región en

400613 24 FEB 1972



- torno al menisco, en la raiz o arranque de la cinta de vidrio estirado, se da al vidrio fundido que está a punto de ser alimentado al menisco, una viscosidad inferior y, por tanto, una elevada fluidez, sin que dicho vidrio fluya contra una pared
5. de horno calentada cerca de la línea de flujo donde es más fácil que se produzca la corrosión o erosión. El vidrio fundido calentado, que fluye hacia arriba, se eleva hasta la superficie del vidrio fundido contra una cantidad de vidrio fundido el cual es excluído por la barrera térmica de acceder a la zona
10. de estirado. Esta cantidad excluída de vidrio fundido es mantenida continuamente en movimiento debido a un sistema más bien complejo de corrientes de convección que existen en aquel lado de la barrera térmica. Tales corrientes ayudan a evitar o reducir el estancamiento de cualquier parte del vidrio fundido,
15. lo cual tendería a producir granos de vidrio desvitrificados que pudieran ser, posiblemente, arrastrados hacia la zona de estirado. Es sin embargo otra importante ventaja de la invención que el vidrio fundido que fluye hacia abajo a lo largo de un lado o una pared extrema del horno, detrás de la barrera
20. térmica, y que se enfría durante tal flujo hacia abajo, queda impedido de pasar por debajo de la barrera térmica y ejercen directamente una acción enfriadora sobre el vidrio fundido que, en vista en planta del horno, está frente a la barrera. Tal acción de enfriado pudiera afectar adversamente a la velocidad de flujo de vidrio fundido hacia la cinta.
- 25.

La invención aporta una importante contribución para conseguir una buena estratificación del vidrio que comprende la cinta, de forma que se puede estirar vidrio de elevada calidad a mayores velocidades. El punto hasta el cual se promueve

30. este resultado depende en parte del lugar o lugares en los que

400613²⁴



se crea una barrera térmica tal como se ha indicado y en la extensión de dicha barrera o barreras en el plano horizontal.

- En algunas realizaciones de la invención, donde el procedimiento es de una clase en la que el vidrio fundido en la superficie de dicho flujo hacia delante es alimentado directamente al fondo de la cinta en su lado frontal, mientras que el vidrio fundido a un nivel más inferior de tal flujo hacia delante se eleva hasta una posición situada detrás de la zona de estirado y forma un flujo de superficie directamente opuesto, que es alimentado a la cinta en su lado posterior, se crea una barrera térmica como la citada en el lugar que coincide con dicha posición donde el vidrio fundido se eleva detrás de la zona de estirado. Una barrera térmica en dicho lugar tiene un efecto benéfico particularmente marcado. Sobre la parte principal más importante de la anchura de la cinta, excluyendo sus márgenes, el lado posterior de la cinta se deriva amplia o principalmente desde dicho flujo de superficie directamente opuesto. Si el vidrio en dicho flujo de superficie directamente opuesto es señaladamente menos fluído que el vidrio de la superficie del flujo anterior, la velocidad de estirado ha de ser mantenida baja si el vidrio estirado ha de ser de una calidad aceptable. Si se eleva la velocidad de estirado fuera de un cierto valor, lo cual depende hasta un punto apreciable de la resistencia del flujo de vidrio que alimenta el lado posterior de la cinta, ésta se deforma o produce vidrio en hojas, que es muy deficiente ópticamente. Se puede adoptar una velocidad de estirado substancialmente mayor que la que sería normalmente permisible, si se forma una barrera térmica de acuerdo con la invención a lo largo de una zona que se extiende transversalmente respecto al horno, en una posición tal que algo del vidrio calentado,
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



400613

- que fluye hacia arriba en aquella posición, sirve para formar el flujo superficial de vidrio directamente opuesto hacia el lado posterior del menisco. En tales realizaciones, la citada barrera térmica puede estar separada de la pared extrema posterior del horno pero esto no es esencial debido a que, tal como se ejemplariza seguidamente, una parte de dicha pared, situada debajo de la superficie de vidrio, puede ser conformada de manera que se extienda hacia dentro hacia una posición situada debajo de la zona de estirado o hasta ella, de forma que en este caso la barrera térmica puede ser colocada sobre una parte sumergida de la pared extrema posterior.

- Según sea la extensión de dicha barrera térmica en el sentido de anchura del horno, puede ser posible que las corrientes de vidrio se muevan desde una posición cercana a la parte central de la pared extrema posterior del horno y pasen alrededor de los extremos de la barrera térmica, hacia las porciones extremas de la zona de estirado desde la que son estirados los márgenes de la cinta. Sin embargo, cualquier impureza así estirada hacia fuera respecto a la zona de estirado es dirigida hasta tales porciones extremas de la zona de estirado y no contaminan la porción central desde la que es estirada la porción útil mayor de la cinta.

- Preferentemente, una barrera térmica como la citada colocada en un lugar dispuesto hacia atrás de la zona de estirado, se extiende a través de toda la anchura del horno o al menos sobre una porción de la anchura del horno que es al menos coextensiva con la anchura de la cinta. En cualquier caso, todo o substancialmente todo el cuerpo del vidrio fundido que es adyacente a la pared extrema posterior del horno, cerca de la línea de flujo y que normalmente sería estirado hacia la zona

400613²⁴



de estirado por las corrientes producidas por la operación de estirado, es efectivamente aislado por la barrera térmica.

Se puede realizar, sin embargo, una mejora significativa en el procedimiento de estirado formando una barrera térmica

5. de acuerdo con la invención en una posición que, en vista en planta del horno, está situada adyacente a un límite lateral de la superficie de vidrio fundido en el horno y en una posición desde la que hay un flujo de superficie de vidrio fundido hacia un borde o margen de la cinta. Por medio de una barrera térmica así colocada, la fluidez del vidrio fundido que alimenta el borde o margen correspondiente de la cinta es mejorada debido al calentamiento de dicho vidrio y debido a la reducción del arrastre por rozamiento. El flujo de vidrio que alimenta el borde o margen de la cinta es protegido de las corrientes de vidrio más viscoso que no han sido enfriadas por contacto con la pared lateral del horno cerca de la línea de flujo. Como consecuencia, se reduce la anchura de las porciones marginales de la cinta que han de ser eliminadas cuando la cinta es cortada.
- 10.
- 15.

20. En el caso donde una barrera térmica está colocada adyacente a un límite lateral de la superficie de vidrio, tal como se ha referido anteriormente, es preferible, naturalmente, que una barrera térmica similar sea también mantenida adyacente al límite del otro lado de tal superficie, de forma que similares condiciones térmicas y de flujo determinan la formación de ambos bordes laterales o porciones marginales de la cinta.
- 25.

Resulta naturalmente muy ventajoso que las barreras térmicas de acuerdo con la invención sean mantenidas adyacentes a los dos extremos laterales de la superficie de vidrio fundido y también hacia atrás respecto a la zona de esti-



400613

5. rado. En aquel caso, el vidrio que alimenta el lado posterior de la cinta y sus márgenes puede ser mantenido en una elevada condición fluída, comparable con aquélla del flujo principal de superficie hacia delante que alimenta directamente el lado frontal de la cinta, y las velocidades de estirado permisibles son máximas.

10. De acuerdo con algunas realizaciones importantes de la invención, hay al menos funcionando una barrera térmica tal como se ha mencionado anteriormente, la cual es mantenida sobre un umbral sumergido completamente en el vidrio fundido. El umbral sirve positivamente para localizar las corrientes ascendentes debidas al calentamiento local del vidrio. El cuerpo del vidrio que está detrás del umbral tiende a ser mantenido en un movimiento rotativo estable en torno a un eje horizontal, lo
15. cual también ayuda para evitar o reducir cualquier tendencia a la formación de acumulaciones de granos desvitrificadas en el citado cuerpo de vidrio. Además el umbral sirve también como una barrera mecánica contra el desplazamiento hacia dentro, por debajo de la barrera térmica, de cualquier grano de material
20. desvitificado o de cualquier grano refractario con el que el citado cuerpo de vidrio pudiera contaminarse posiblemente.

25. Como quiera que el umbral está sumergido y por lo tanto no está en contacto con el aire encima del vidrio fundido, no es tan probable que sufra corrosión por las corrientes de vidrio fundido tal como en los bloques de material refractario en la línea de flujo.

30. Es ventajoso que el flujo hacia arriba del vidrio que forma una barrera térmica, empiece desde debajo del nivel de la parte superior del umbral si el mismo está dispuesto de forma que el vidrio se eleva contra el umbral y continua su



400613

movimiento hacia arriba por encima del nivel de la parte superior de dicho umbral. El umbral sirve, entonces, mejor para estabilizar el flujo hacia arriba del vidrio.

- Las caras laterales del umbral pueden ser verticales o inclinadas respecto a la vertical o una de tales caras puede ser vertical y la otra inclinada. La altura y forma del umbral afecta a la dirección de los caminos de flujo hacia arriba del vidrio que forma la barrera térmica y por tanto a la distribución de flujo de las corrientes de vidrio que alimentan la cinta.
- 5.
- 10.

- Cuando se dispone de un umbral, éste puede ser hueco y el calor generado para crear la barrera térmica puede ser generada en el espacio interior del mismo. Los medios de calentamiento son por tanto protegidos por el umbral de un contacto directo con el vidrio fundido, el cual pudiera limitar la elección de los medios de calentamiento. Como medios de calentamiento pueden emplearse, por ejemplo, quemadores de gas o aceite o resistencias eléctricas.
- 15.

- Se puede hacer uso, alternativamente, de un umbral constituido por una única pared maciza. En aquel caso el calor para crear la barrera térmica puede ser generado en el fondo de dicha pared.
- 20.

- También hay ventajas, cuando se hace uso de un umbral sumergido, en emplear medios de calentamiento incorporados en la pared del umbral o que forma parte del mismo, o de una de las paredes de dicho umbral. Por ejemplo tal pared puede ser formada en parte por uno o más elementos refractarios conductores eléctricos a través de los cuales se puede hacer pasar la corriente para generar calor por el efecto Joule. Este método es favorable para crear una fuerte acción térmica que
- 25.
- 30.

400613 FEB 1972



resulta localizada donde es más efectiva para evitar el flujo de corrientes de vidrio sobre el umbral.

5. Para mantener la barrera térmica en su lugar sobre un umbral, también es posible emplear medios de calentamiento que, de hecho, se hallan en contacto con el vidrio fundido adyacente al umbral. El empleo de medios de calentamiento que no están en contacto con el vidrio fundido pero que no forman parte, de hecho del umbral son útiles para generar calor en una zona o zonas muy bien definidas, a la vez que se deja el umbral libre de cualquier función de calentamiento directo, ampliando por tanto la elección de sus especificaciones de proyecto. A título de ejemplo, se puede hacer uso de elementos calentadores dispuestos en una cara lateral y/o en la cara superior del umbral.
10. Alternativamente o en adición se puede hacer uso de elementos calentadores, por ejemplo calentadores de resistencias eléctricas, colocados dentro del cuerpo de vidrio fundido y separados del umbral. Tal disposición resulta ventajosa para reducir cualquier riesgo de corrosión del umbral. Cuando se requiere elevar hasta un cierto nivel la temperatura del vidrio en una región particular separada del umbral, la citada disposición permite que el calentamiento sea efectuado con un consumo de energía más bajo que si el calor fuese generado en el umbral o inmediatamente al mismo.
15. En un procedimiento en el que el horno está provisto con un umbral, el último puede ser prolongado hacia arriba por una placa para aumentar la altura de la barrera mecánica que evita el flujo hacia dentro de impurezas tales como material desvitrificado o burbujas. Tal placa puede ser hecha de metal, por ejemplo molibdeno. Es ventajoso que la parte supe-
- 20.
- 25.
- 30.

400613

24



rior de la placa esté dispuesta lo más cerca posible respecto a la superficie libre del vidrio fundido en el horno.

5. Una barrera térmica en uno o más lugares tal como se requiere por la invención, pueden ser creadas naturalmente haciendo generar calor dentro del horno, mediante calentadores de resistencias eléctricas u otros medios, sin tener en cuenta si se dispone o no en un umbral en aquel o aquellos lugares. Sin embargo, la provisión de dicho umbral es de particular interés debido a que ayuda a estabilizar la barrera térmica.

10. Una forma muy ventajosa de crear una barrera térmica es haciendo pasar una corriente o corrientes eléctricas a través del vidrio fundido en la región a calentar, entre electrodos situados adecuadamente. Este tipo de sistema de calentamiento produce directamente las calorías deseadas en el propio vidrio fundido, y éste puede ser mantenido a la elevada temperatura requerida, a la vez que los electrodos están a un nivel de temperatura inferior, el cual puede ser suficientemente bajo para evitar substancialmente cualquier riesgo de corrosión de los electrodos por el vidrio fundido.

15. Los electrodos a emplear en un sistema de calentamiento en el que se utiliza la conductividad eléctrica del vidrio fundido pueden ser en forma de placas o barras. Sin embargo, es muy ventajoso emplear electrodos formados por cubetas de metal fundido o sales de metal fundidas. Los electrodos de metal fundido o sal fundida pueden ser de gran área superficial, lo que produce el beneficio adicional de una resistencia de rozamiento muy baja contra el flujo de vidrio fundido en contacto con los electrodos.

20. Un sistema de calentamiento muy satisfactorio utiliza electrodos de los cuales uno está dispuesto encima de un

25.

30.

4006134 FEB. 1952



umbral que está completamente sumergido en el vidrio fundido.

- Otra posible disposición de electrodos, que es muy adecuada en ciertos casos, es una disposición de los mismos en lados opuestos de dicho umbral; Al emplear electrodos dispuestos de tal forma, puede calentarse directamente un considerable volumen de vidrio fundido que cubre el umbral con un consumo de energía relativamente bajo. Es conveniente, en tal sistema, emplear electrodos con grandes áreas de superficie en contacto con el vidrio, de manera que un efecto de calentamiento dado, puede ser conseguido con una densidad de corriente baja, lo cual es deseable para evitar la formación de burbujas en el vidrio.
- 5.
- 10.

- En el caso donde se emplea una placa metálica para incrementar la altura de la barrera mecánica formada por el umbral y el calentamiento se consigue por una corriente o corrientes eléctricas que pasan a través del vidrio, entre los electrodos dispuestos en lados opuestos del umbral, la placa definirá una superficie equipotencial en el campo eléctrico y puede ser de una forma seleccionada para conseguir una dirección preferencial requerida de la corriente eléctrica.
- 15.
- 20.

- En ciertas realizaciones de la invención el vidrio fundido en el horno es calentado locamente para crear una barrera térmica, haciendo pasar una corriente eléctrica a través de él entre los electrodos, de los cuales uno está dispuesto debajo de la posición en la que la cinta es estirada desde la superficie de vidrio fundido en el horno. De esta forma puede mantenerse una barrera térmica muy cerca de la zona de estirado. En una disposición muy satisfactoria, una barra o hilera de estirado está dispuesta debajo de dicha posición de estirado y un electrodo en forma de una cantidad de metal fundido o
- 25.
- 30.

400613 24



5. de sales de metal fundido es contenido en la propia barra de estirado. La presencia de una cubeta de metal fundido o sales de metal fundido en aquella posición resulta beneficiosa con respecto a la baja resistencia de rozamiento que impone en el vidrio fundido que fluye hacia el menisco.

10. Otra valiosa característica del procedimiento comprende la producción de una corriente de superficie del vidrio fundido sobre la barrera térmica y en una dirección de alejamiento de la zona de estirado, y la retirada del gas sobrante en una región situada detrás de dicha barrera. La corriente de superficie hacia delante suplementa la acción de la barrera térmica al contener cualquier tendencia a que las impurezas sean arrastradas hacia dentro, hacia la zona de estirado. Una tal corriente de superficie hacia fuera puede ser producida retirando el vidrio por medio de al menos un orificio de sangrado superficial en una pared límite del horno y en una región detrás de la barrera térmica o de una barrera térmica.

20. A continuación se describirán diversas realizaciones de la invención, seleccionadas a título de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos anexos que ilustran partes de diversas máquinas para el estirado de vidrio y en los que:

25. la figura 1 es una sección transversal vertical de una parte de una máquina de tipo Pittsburgh, habiendo sido tomada la sección en la línea I-I de la figura 2;

la figura 2 es una vista en planta de la máquina mostrada en la parte en la figura 1;

30. la figura 3 es una sección longitudinal y vertical de una parte de una máquina de tipo Colburn;



- la figura 4 es una sección longitudinal y vertical de otra máquina de tipo Colburn, habiendo sido tomada la sección en la línea IV-IV de la figura 5;
5. la figura 5 es una vista en planta despiezada, de una parte de la máquina mostrada en la figura 4;
- la figura 6 es una sección longitudinal y vertical de otra máquina de tipo Pittsburgh;
- la figura 7 es una sección longitudinal y vertical de parte de otra máquina de tipo Pittsburg;
10. la figura 8 es un alzado en sección transversal y vertical de parte de la máquina representada en la figura 7, habiendo sido tomada la sección en la línea VIII-VIII en la figura 7;
- la figura 10 es una sección longitudinal y vertical de parte de otra máquina de tipo Colburn;
15. la figura 11 es una sección longitudinal y vertical de parte de otra máquina de tipo Colburn;
- las figuras 12 a 17 son vistas en detalle que muestran porciones de hornos de seis máquinas de estirado de vidrio diferentes, en sección transversal vertical, paralela a los ejes longitudinales de los hornos;
20. la figura 18 es una sección longitudinal y vertical de una parte de otra máquina de tipo Pittsburgh;
- la figura 19 es una sección longitudinal y vertical de parte de otra máquina de tipo Pittsburgh.
25. La figura 20 representa la muestra o modelo de contorno en sección que aparece en una fotografía anamorfósica (llamada "striascope") de una muestra de vidrio en hoja de acuerdo con la invención;
30. la figura 21 muestra las franjas de interferencia

400613 24 FEB 1972



formadas por los rayos de luz proyectados a través de la muestra de vidrio en hoja representado en la figura 20, durante el ensayo de tal muestra en el microrrefractómetro interferencial de acuerdo con el método conocido de Normarski;

5. la figura 22 representa la muestra del contorno en sección tal como aparece en un "striascope", citado anteriormente, de una muestra de vidrio en hoja estirado por un procedimiento de estirado clásico, de tipo Pittsburgh;

10. la figura 23 muestra el aspecto de las franjas de interferencia formadas por los rayos de luz que son proyectados a través de una muestra de vidrio en hoja, estirado por un procedimiento de estirado clásico, de tipo Pittsburgh, durante el ensayo de tal muestra en un microrrefractómetro interferencial de acuerdo con el método "Nomarski" tal como se ha indicado anteriormente;

15. la figura 24 es una típica muestra de líneas de brocha detectada por los métodos fotográficos sobre una cara de una muestra de vidrio en hoja estirado por un procedimiento clásico de tipo Libbey-Owens;

20. la figura 25 representa una vista esquemática de un aparato "striascópico" para registrar fotográficamente la homogeneidad del vidrio dentro de la sección transversal de una lámina de vidrio; y

25. la figura 26 representa una vista esquemática del sistema óptico de un microrrefractómetro interferencial útil de acuerdo con el método "Nomarski".

30. La máquina representada por las figuras 1 y 2 comprende un horno -1- para contener una cantidad de vidrio fundido, La porción inferior del horno comprende un fondo -2-, una porción de pared extrema posterior -3- y porciones de pared

24 FEB 1951



400613

laterales -4- y -5-. En su porción superior, las dimensiones en planta del horno están ampliadas por las porciones de pared horizontales -6-, -7- y -8-, las cuales se extienden hacia fuera desde dichas paredes -3-, -4- y -5-, y sostienen una pared extrema superior -9- y paredes laterales superiores -10- y -11-.
5. Cuando el aparato está en funcionamiento, el vidrio fundido es alimentado continuamente dentro del horno por su extremo (no representado) más separado de la pared extrema -3- y -9- de manera que se mantiene la superficie -12- de vidrio fundido al nivel indicado dentro del horno, mientras que el vidrio es estirado hacia arriba desde tal superficie en forma de una cinta continua -13- que tiene bordes laterales -14- y -15-. Dentro del horno hay tres electrodos horizontales -16- dispuestos uno sobre el otro, paralelos con la porción terminal -9- de la pared del horno pero separados hacia el interior respecto de la misma. Un grupo similar de tres electrodos horizontales -17- está dispuesto paralelo pero separados hacia dentro de la porción de pared lateral superior -10- y un tercer y similar grupo de tres electrodos horizontales -18- está dispuesto paralelo con, pero separado hacia dentro, de la porción de pared lateral superior -11- del horno. Los electrodos -17- están conectados a una fuente -19- de corriente eléctrica continua, estando los electrodos centrales -17- conectados a un polo de dicha fuente y los electrodos superior y de fondo -17- están conectados a otro polo de la misma. El otro grupo de electrodos, es decir los electrodos -16- y -18- están conectados similarmente a fuentes de corriente eléctrica las cuales no están representadas, sin embargo.

La máquina estiradora incorpora, por encima del horno,
30. una cámara de estirado y una sección de torre a través de

24 FEB



400613

la cual la cinta de vidrio es estirada por rodillos. Estas y otras partes de la máquina están de acuerdo con la práctica bien conocida y no es necesario ninguna explicación o ilustración.

5. El potencial eléctrico aplicado a los electrodos de cada uno de los grupos -16-, -17- y -18- es tal que una corriente eléctrica continua pasa a través del vidrio fundido en el horno, entre los electrodos que se hallan a un potencial diferente en dicho grupo. La tensión es tal que en ningún lugar
10. la densidad de la corriente en el vidrio fundido excede de $0,4 \text{ A/cm}^2$, y en virtud del paso de la corriente eléctrica a través de vidrio fundido, la temperatura del vidrio en la vecindad de cada grupo de electrodos es casi 40°C más elevada que lo que sería normalmente. En consecuencia, se establece y mantiene
15. una barrera térmica en el lugar de cada grupo de electrodos. En este lugar hay un flujo continuo, hacia arriba, de vidrio fundido que se eleva desde una posición en la vecindad de la porción de pared que se encuentra debajo -6-, -7- ó -8- según sea el caso. Algo del vidrio fundido que fluye hacia arriba
20. corre hacia dentro a lo largo de la superficie hacia el menisco en el arranque de la cinta -13-, y el resto de tal flujo ascendente de vidrio fundido corre hacia fuera hasta la porción de pared adyacente -9-, -10- ó -11- según sea el caso. Detrás de cada barrera térmica hay una zona relativamente fría de vidrio fundido y la forma de las paredes laterales y extremas del
25. horno da lugar a las porciones -6-, -7- y -8- que son subyacentes a las barreras térmicas y evitan que el vidrio de dichas zonas relativamente frías fluya hacia dentro, debajo de las citadas barreras. En consecuencia, hay un riesgo apreciablemente menor de que se formen granos de vidrio desvitrificado
- 30.



400613

- adyacentes a las porciones de pared -6-, -7-, -8-, -9-, -10- y -11-, y de que se separen granos de material refractario corroído de los bloques de las porciones de pared -9-, -10- y -11- que se encuentran en la línea de flujo, pasando hacia dentro, a las corrientes de vidrio alimentado al del menisco en el fondo de la cinta de vidrio -13-. Las cantidades de vidrio en la mentada zona relativamente fría, detrás de los grupos de electrodos, son hechas circular en torno a ejes horizontales y esto a su vez reduce el riesgo que se produzca una desvitricación y formación de burbujas en el vidrio fundido a niveles inferiores de tales zonas. Además el calentamiento local del vidrio en los lugares de los grupos de electrodos reduce la viscosidad del vidrio que fluye hacia el lado posterior y los márgenes laterales de la cinta, de manera que la anchura de las porciones marginales de ésta que exceden del grosor máximo y permisible, son reducidos para cualquier velocidad dada de estirado y puede estirarse vidrio de una determinada calidad corriente a una mayor velocidad que en los procedimientos convencionales. El incremento en la anchura utilizable de la cinta estirada cuando se emplea un procedimiento de acuerdo con la invención puede ser por ejemplo tan grande como de 10 cm.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- En una modificación del procedimiento descrito con referencia a las figuras 1 y 2, sólo se empleó los electrodos -16-. En aquel caso la velocidad de estirado máxima fue algo menor, debido a la limitación impuesta por la viscosidad algo más elevada del vidrio fundido, alimentado a las porciones marginales de la cinta de vidrio, y el ancho de las porciones de borde marginales de la cinta que tuvieron que ser eliminadas como desperdicio fue mayor debido a la contaminación del vidrio
- 25.
- 30.

24 FEB 1972



400613

en aquellas regiones por los granos desvitrificados. La calidad del vidrio en hoja, estirado a la velocidad de estirado operativa fue sin embargo mejor que cuando se hizo funcionar la instalación de la misma forma pero sin emplear los electrodos -16-.

5.

De acuerdo con otra modificación, sólo se emplearon los grupos de electrodos -17- y -18-. En aquel caso la velocidad máxima de estirado a la que una cinta con una determinada norma de lisura y uniformidad de grosor podía ser estirada fue mayor que en un procedimiento convencional sin barrera térmica, manteniéndose normal la anchura de las porciones marginales que excedieron el máximo de grosor permisible. Sin embargo, se comprobó que había más defectos apreciables en la parte central de la cinta estirada debido a la presencia de granos desvitrificados y burbujas, que cuando se utilizaron los electrodos -16-.

10.

15.

Ahora se hace referencia a la figura 3 que representa parte de una máquina de estirado de vidrio tipo Colburn equipada para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con la invención. La máquina comprende un horno o crisol de estirado -20- que comprende un fondo -21- y una pared extrema posterior -22-, y paredes laterales de las que sólo una, la pared -22-, aparece en el dibujo. El horno está sostenido por pilares -24- y -25-. El vidrio fundido es alimentado continuamente a lo largo del horno desde un horno de fusión de vidrio hacia la pared extrema posterior del horno y una cinta de vidrio -20- es estirada continuamente desde la superficie -27- del vidrio y pasa en torno a un rodillo de doblado -28- hacia un horno túnel de recocido o lerh. El horno túnel de recocido, el rodillo empleado para transportar la cinta de

20.

25.

30.

400613⁴ FEB



vidrio a través del mismo, las tejas de punta y otras partes usuales de la máquina no están ilustradas y no necesitan explicación ya que las mismas están de acuerdo con la práctica usual.

5. El horno -20- es poco profundo y el vidrio que entra en la cinta estirada continuamente -26- es estirado desde lo más profundo del vidrio fundido en el horno.
Dentro del horno -20-, en una posición situada entre la zona de estirado y la pared extrema posterior -22-, hay
10. dos calentadores de resistencias eléctricas -29- y -30- que se extienden transversalmente y en toda la anchura del horno, paralelos con tales zona de estirado y pared extrema posterior. Durante el procedimiento de estirado del vidrio la corriente eléctrica es hecha pasar continuamente a través de los calentadores de resistencia -29- y -30- de manera que efectúan un calentamiento local del vidrio fundido en el lugar correspondiente del horno. Los calentadores incrementan la temperatura local del vidrio en casi 50°C. En consecuencia, hay un flujo continuo hacia arriba de vidrio fundido hasta la superficie
15. -27- en la vecindad de los calentadores. Tal flujo hacia arriba de vidrio fundido tiene lugar desde una posición cercana la porción inferior de la pared del fondo -21- del horno. El modelo de flujo básico del vidrio fundido en el horno, en el plano longitudinal y vertical, está representado por flechas en el dibujo. Se apreciará que el modelo de flujo difiere de
20. aquel que tiene lugar en los procedimientos convencionales de horno poco profundo por cuanto el flujo de vidrio dentro del lado posterior de la cinta no se produce desde la pared extrema posterior del horno sino desde una posición que se encuentra
25. separada hacia dentro desde aquella pared a lo largo de la
- 30.

400613²⁴



- superficie del vidrio fundido, siendo determinada aquella posición por la de los calentadores -29- y -30-. El vidrio fundido situado detrás del plano vertical transversal que contiene los mentados calentadores está excluido substancialmente de la circulación de vidrio hacia el menisco por la barrera térmica. El flujo de vidrio fundido por debajo de la barrera no puede tener lugar debido a que el flujo hacia arriba comienza desde el fondo del horno. El citado vidrio fundido que se halla detrás de la barrera térmica es mantenido en movimiento por corrientes de convección circulantes y continuas. Cualquier grano de vidrio desvitrificado que se pudiera formar en la vecindad de la pared extrema posterior y/o cualquier grano de material refractario corroído que se pudiera separar de la pared refractaria en aquella región es impedido virtualmente de acceder a la zona de estirado por tal barrera térmica. En virtud de este hecho y de la baja viscosidad del vidrio alimentado al lado posterior de la cinta la velocidad máxima de estirado en la que puede ser estirado vidrio en hoja de buena calidad, se eleva en un 30%.
5. Ahora se hace referencia a la figura 4, Aquí otra vez sólo se ilustran aquellas partes de la máquina que son requeridas para el propósito de describir como está incorporada la invención. El dibujo muestra parte de un horno -31- dentro del cual se alimenta continuamente vidrio fundido desde un horno de fusión, este horno está sostenido sobre puntales -33- y -34-.. La región -35- encima del horno está, de hecho, cerrada, siendo ésta la región que se halla dentro de la cámara de estirado convencional, pero la cámara de estirado con sus tejas de punta, el lehr de recocido, los rodillos transportadores, mediante los cuales la cinta es sostenida y transpor-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

400613



5. tada a través del lehr, y otras partes que son comunes a este tipo de máquina no han sido representadas, ya que no son precisas para la compresión de la invención. La única parte situada sobre el horno que está ilustrada en el dibujo es el llamado rodillo plegador -36- alrededor del cual la cinta de vidrio pasa antes de entrar en el lehr de recocido.

10. El horno -31- tiene una pared posterior extrema -37- y una solera que comprende secciones -38- y -39- lado a lado de un umbral -40- que se extiende transversalmente a través del horno y está formado por paredes -41-, -42- y -43-. El umbral divide la porción inferior del horno en un compartimiento extremo -44- y un compartimiento frontal -45-. Una serie de calentadores de resistencia eléctrica -46- se extiende hacia arriba a través del umbral de forma que se introducen dentro del vidrio fundido en el horno y están conectados a una fuente de corriente eléctrica, no representada. Las porciones inferiores -47- de estos electrodos, colocadas externamente al horno, están forradas con material refractario. El vidrio es estirado hacia arriba desde la superficie del vidrio fundido en el horno, de forma que se establece un menisco -48- cuyas caras frontal y posterior están designadas -49- y -50- en la citada superficie de vidrio, y conducen al interior de la cinta de vidrio -51- que tiene caras frontal y posterior -52- y -53- respectivamente.

25. En una realización actual del procedimiento, empleando aparatos tal como el ilustrado por las figuras 4 y 5, los electrodos -46-, que estaban colocados a intervalos de 25 cm a través del horno, fueron conectados a una fuente de tensión tal que la salida total de energía responsable del calentamiento del vidrio fundido sobre el umbral -40- fue de 30 KW. Esta

30.

24 FEB 1954



400613

- salida de energía mantuvo el vidrio en la región de encima del umbral a una temperatura de 30°C superior a la que sería de otra forma. Se observó que este calentamiento local del vidrio fundido produjo un flujo estable hacia arriba de vidrio fundido a lo largo de las paredes -41- y -43- del umbral que continuó hasta la superficie del vidrio fundido en el horno.
5. Las corrientes de vidrio fundido ascendentes a lo largo de la pared -41- fluyeron hacia fuera hasta la pared extrema posterior -37- del horno y descendieron a lo largo de esta pared
10. de forma que la masa de vidrio que ocupaba el compartimento -44- fue mantenida en movimiento circulatorio y fue aislada efectivamente respecto del flujo de superficie del vidrio alimentado al lado posterior del menisco -48-. Este flujo de superficie hacia el lado posterior del menisco se derivó total
15. o ampliamente del flujo hacia arriba de vidrio fundido, a lo largo de la pared frontal -43- del umbral. Los granos de material refractario corroído o de vidrio desvitricado que se formaron en el compartimento -44-, fueron completa o casi completamente excluidos de su acceso a la zona de estirado, es decir, de la región de la superficie del vidrio fundido donde
20. se formó el menisco -48- en el horno. Este último resultado fue activado además por el hecho de que la velocidad de alimentación de vidrio fundido a lo largo del horno desde el horno de fusión excedió ligeramente (casi un 1%) a la razón de estirado de vidrio fundido desde el horno en forma de la cinta -51-.
25. El exceso de vidrio fue descargado continuamente a través de una serie de orificios de sangrado, formados en la pared posterior -37-, al nivel de la superficie de vidrio fundido, y conducido a canales de flujo -55-. Un resultado similar podría
30. ser conseguido mediante la formación de orificios -54- en la

400613 24 t.l.



pared extrema -37- a un nivel más bajo. Cualquiera que fuese el nivel de los orificios de sangrado, la descarga de vidrio a través de ellos podría ser intermitente en vez de continua.

5. La figura 6 muestra parte de una máquina de tipo Pittsburgh. El dibujo muestra parte del horno -60- que tiene un fondo -61-, una pared extrema posterior -62- y paredes laterales, de las cuales sólo la pared -63- aparece en el dibujo. Preferentemente, la pared extrema -62- está formada a partir de una pluralidad de elementos refractarios de composiciones diferentes con el fin de que la temperatura de la masa de vidrio fundido en el horno pueda ser controlada mejor, pero esto no es esencial. El horno es mantenido lleno con vidrio fundido hasta un nivel -64-, exactamente suficiente para mantener una lenta descarga continua de vidrio fundido por medio de un rebosadero -65- en la parte superior de la pared extrema -62-.
- 10.
- 15.

20. La pared extrema -62- está formada especialmente para proporcionar un umbral -66- completamente sumergido en el vidrio fundido y que se extiende sobre toda la anchura de horno. Las caras superiores de las porciones de la pared -62- que están a ambos lados del umbral -66-, están también sumergidas en el vidrio fundido y contienen los electrodos -67- y -68-, formados de tungsteno.

25. El horno -60- está rodeado por la cámara usual de estirado, rodeada por detrás y por delante por bloques en forma de L posterior y anterior +69- y -70- entre los cuales el vidrio fundido es estirado continuamente en forma de una cinta -71-. La cámara de estirado está coronada por
30. una sección de torre a través de la cual la cinta es estirada

24 FEB



400613

5. hacia arriba por rodillos de arrastre. Estas y otras partes de la máquina, tales como los enfriadores dispuestos dentro de la cámara de estirado y los rodillos de borde entre los que son guiados los bordes de la cinta a una corta distancia sobre la superficie del vidrio fundido, no están representados ya que los mismos están de acuerdo con la práctica bien establecida y no son necesarios para el propósito de descripción de la invención.

10. Los electrodos -67- y -68- que se extienden en toda la anchura del horno -60- están conectados a los polos de una fuente de corriente eléctrica tal como se representa esquemáticamente en el dibujo, de manera que una corriente eléctrica pasa continuamente a través del vidrio fundido entre tales electrodos. El potencial eléctrico es tal que la
15. densidad de corriente dentro del vidrio nunca excede de $0,6 \text{ A/cm}^2$.

20. La cinta de vidrio es alimentada por un flujo hacia delante del vidrio fundido. El vidrio fundido de región superficial de este flujo hacia delante es alimentado directamente al lado anterior de la cinta, tal como se indica por la flecha -72-, mientras que algo de vidrio situado a un nivel inferior en dicho flujo hacia delante, continúa hasta pasar la zona de estirado y luego fluye hacia arriba hasta la superficie del vidrio en la vecindad del umbral -66-,
25. tal como se indica por la flecha -73-, antes de fluir hacia atrás hasta el menisco a lo largo de la región de superficie de la masa de vidrio fundido.

30. Algo del vidrio fundido que fluye hacia delante hasta la región de la pared extrema posterior -62- desciende contra esta pared y forma la corriente de retorno sumergida



- 74-. El flujo de superficie de vidrio hacia el lado posterior del menisco es mantenido a una viscosidad relativamente baja debido al calentamiento local continuo del vidrio en la vecindad del umbral. Como consecuencia, la estratificación del vidrio en la cinta es mejorada y el estirado puede continuar a una mayor velocidad que en un procedimiento convencional. El aumento en la proporción de estirado puede ser de hasta un 20-30% o más. La masa de vidrio que se encuentra detrás del umbral -66- es aislada efectivamente del flujo de vidrio fundido hacia el menisco, debido a la barrera térmica mantenida sobre el umbral por la corriente eléctrica de calefacción que pasa a través del vidrio. El propio umbral evita que el vidrio fluya por debajo de esta barrera térmica. El calentamiento del vidrio en la proximidad del umbral mantiene la masa de detrás del umbral en circulación tal como se representa por la línea de corriente -75- y esto ayuda a reducir el riesgo de polución del flujo de vidrio -73- por impurezas tales como granos de vidrio desvitricado y de material refractario corroído.
5. El propio umbral, al estar completamente sumergido en el vidrio fundido, está sólo sometido en una pequeña proporción a la corrosión. La limitación sobre el movimiento hacia dentro de las impurezas, hacia la zona de estirado, se aumenta en virtud de la corriente de superficie hacia delante debida a la retirada de una cierta cantidad de vidrio en forma de corriente rebosante -76-, por medio del rebosadero -65-.
10. Hay que apreciar particularmente que la separación de la zona de estirado respecto de la pared extrema posterior -62- del horno es substancialmente menor que en los procedimientos convencionales. De hecho, al adoptar el sistema
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

400613 - 24 FEB. 1972



ilustrado, la masa de vidrio contenida en el horno hacia atrás respecto al plano vertical que contiene el menisco puede ser reducida en la mitad si se compara con el procedimiento convencional de tipo Pittsburgh.

5. Con referencia a las figuras 7 y 8, la máquina de tipo Pittsburgh allí representada comprende un horno -80-, que tiene una pared posterior extrema -81-, paredes laterales, una de las cuales, la pared -82-, aparece en el dibujo, y una solera -84-. Una cinta de vidrio -85- con caras frontal y posterior -86- y -87- respectivamente, es estirada desde el vidrio fundido en el horno, y este vidrio entra en la cinta por medio de un menisco -88- que tiene caras anterior y posterior -89- y -90-, formadas en la superficie -91- del vidrio fundido. La posición del menisco -88- es estabilizada por una barra de estirado -92-.
- 10.
- 15.

La superestructura convencional que comprende la cámara de estirado y sus partes asociadas y la sección de torre a través de la que la cinta de vidrio es estirada, no ha sido mostrada en el dibujo ya que están de acuerdo con los diseños convencionales.

- 20.
- Los márgenes laterales de la cinta -85- son de mayor grosor que la parte central principal de la misma, igual que los márgenes laterales de la cinta representada en planta en la figura 2, pero el mayor grosor del margen lateral más remoto, de la cinta mostrada en la figura 7, no ha sido indicado en la figura.
- 25.

- La porción extrema posterior del horno está ampliada localmente en su porción más superior. La figura 8 muestra la forma de un lado del horno en su porción extrema posterior, el otro lado del horno es de forma idéntica, la ampliación
- 30.

400613



local del horno es simétrica con respecto a su plano central vertical y longitudinal. Con referencia a la figura 8, en la porción extrema posterior del horno, la pared lateral -82- es de altura reducida y termina en el nivel -94-. En

5. la región del nivel superior de esta porción de pared lateral más baja hay una porción de pared horizontal -95- que se extiende hacia fuera hasta la parte inferior de una porción de pared lateral superior -96-. Un umbral -97- se extiende hacia arriba desde la porción de pared horizontal

10. -95-. Este umbral se extiende en toda la distancia que media entre la pared posterior extrema -81- del horno y una pared -98- que forma la pared límite frontal de la prolongación lateral del horno. La porción de pared horizontal -95- sostiene placas de tungsteno -99- y -100- dispuestas en lados

15. opuestos del umbral -87-. Estas placas de tungsteno están conectadas a los polos de una fuente -10- de corriente eléctrica alterna. Cuando la máquina está en funcionamiento, la fuente -101- produce una corriente eléctrica alterna que pasa a través del vidrio fundido entre las placas -99- y -100-

20. y cubre por tanto el umbral -97-. Se mantiene por tanto una zona caliente en esta región, lo que implica un flujo continuo hacia arriba del vidrio fundido a lo largo de los lados del umbral y hasta la superficie del vidrio fundido en el horno. Tal como es evidente por la figura 7 las placas de

25. electrodo -99- y -100- no se extienden sobre toda la distancia entre las paredes -81- y -98-. Las placas pueden extenderse, naturalmente sobre toda la distancia si se requiere. De hecho, las dimensiones de las placas son elegidas con el fin de conseguir una densidad de corriente predeterminada

30. a través del vidrio fundido. Las corrientes eléctricas a

400613⁴



- través del vidrio fundido dispuestas dentro de las prolongaciones laterales del horno calientan las corrientes de vidrio que fluyen desde el extremo posterior del horno hasta las porciones extremas del menisco, -88-, desde el que los márgenes de la cinta de vidrio son estirados. En los procedimientos convencionales, el vidrio fundido que fluye hacia atrás hasta las regiones del menisco, desde las paredes laterales del horno cerca de su extremo posterior, tienden a adquirir una temperatura apreciablemente inferior y por tanto una viscosidad más elevada. Este es uno de los factores que limitan normalmente la velocidad de estirado máxima permisible. Mediante el calentamiento de tales corrientes de vidrio fundido por medio de una barrera térmica, la velocidad de estirado puede ser incrementada y/o hay un incremento en la anchura de la porción utilizable de la cinta, en la que su grosor está por debajo de un máximo permisible.

- A modo de modificación del procedimiento descrito con referencia a las figuras 7 y 8, los electrodos de placa metálica pueden ser substituídos por cubetas de metal fundido, tal como estaño fundido, o por cubetas de sales de metálicas fundidas, con la ventaja de que la resistencia de rozamiento al flujo del vidrio fundido que es alimentado a los extremos del menisco en su lado posterior se reduce aún más:

- Bajo condiciones favorables, es posible, mediante la adopción de la forma de horno y el sistema de barrera térmica descrito con referencia a las figuras 7 y 8, obtener una velocidad de estirado del orden de 1,8 a 2,0 veces la velocidad máxima que se puede obtener en un procedimiento convencional.

400613

24



En la figura 9 hay ilustrada una parte de una máquina de tipo Colburn, a saber una parte del horno -102-, a partir del cual el vidrio fundido es estirado, y el rodillo de doblado -103- sobre el que pasa la cinta de vidrio como preparación para su transporte a través de lehr de recocido. La cámara de estirado y el lehr de recocido y otras partes diversas que son comunes a las máquinas de esta clase, pero que no son esenciales para el propósito de describir la invención, han sido omitidas del dibujo. El horno -102- comprende una pared posterior extrema -104- y una solera que comprende secciones -105- y -106-, respectivamente colocadas en la parte posterior y frente a un umbral -107-, y que se extienden transversalmente en el horno. El umbral -107- separa la porción inferior del horno en un compartimento posterior -108- y un compartimento anterior -109-. Las secciones de fondo -105- y -106- están cubiertas por capas -110- y -111- de estaño fundido, las cuales se extienden de la misma manera, sobre toda la anchura interna del horno. La capa -111- es retenida en su límite frontal por una atagüa -112-. La pared lateral del horno incorpora, en lugar de uno de los bloques refractarios normales, un bloque de óxido de estaño. El dibujo muestra el bloque de óxido de estaño -114- el cual está incorporado en la pared lateral -113- que aparece en el dibujo. La otra pared lateral incorpora un bloque idéntico de óxido de estaño en una posición directamente opuesta al bloque -114-. Las capas -110- y -111- de estaño fundido en el fondo del horno están conectadas a polos opuestos de una fuente de corriente eléctrica tal como se representa en el dibujo. El polo de la fuente de corriente eléctrica que está conectado a la capa -110-, está también

400613

24



- unido a cada uno de los bloques de óxido de estaño incorporados en las paredes laterales del horno. Como consecuencia, un flujo de corriente eléctrica es mantenido a lo largo de tres caminos dentro de la masa de vidrio fundido contenida en el horno. Un recorrido de corriente eléctrica está situado entre las capas de estaño fundido -110- y -111- del fondo del horno y consecuentemente sobre el umbral -107-. Un segundo recorrido de corriente eléctrica está situado entre la capa -111- de estaño fundido y el bloque de óxido de estaño -114-. Un tercer camino de corriente eléctrica está situado entre la misma capa -111- y el bloque de óxido de estaño opuesto en la otra pared lateral del horno. Los caminos de corriente eléctrica entre la capa -111- y los bloques de óxido de estaño se extienden a través de masas de vidrio fundido inmediatamente adyacentes a las superficies interiores de las paredes laterales del horno. El área superficial de las capas -110- y -111- del estaño fundido son tales que la densidad de la corriente a lo largo de dicho primer recorrido nunca exceda de $0,5 \text{ A/cm}^2$, mientras que la densidad de corriente a lo largo del segundo y tercero de tales recorridos nunca excede de $0,2 \text{ A/cm}^2$. Con densidades de corriente tan bajas existe poco riesgo de formación de burbujas dentro del vidrio fundido. El calentamiento del vidrio por la corriente eléctrica que fluye a lo largo de dicho recorrido hace que el vidrio fundido fluya hacia arriba a lo largo de las caras anterior y posterior del umbral -107- y que continúe moviéndose hacia arriba hasta la superficie del vidrio fundido. La densidad de la corriente eléctrica a lo largo de este camino tiene su máximo en la región comprendida encima del umbral y el vidrio es calentado consecuente-
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.

400613²⁴



- mente en mayor grado en aquella posición. Cualquier impureza tal como granos de vidrio desvitrificado o granos de material refractario corroído, que sean arrastrados por el flujo de vidrio fundido en el lado posterior del umbral
5. -107- no son atrapados por el flujo de vidrio que va a la zona de estirado, sino que son reciclados en el compartimento -108- hacia la pared extrema posterior -104-. En este compartimento el vidrio fundido es mantenido en un movimiento rotativo antihorario estable. En el compartimento
10. -109-, el vidrio fundido que fluye a lo largo de la capa -111- de estaño fundido corre hacia arriba a lo largo del lado frontal lateral del umbral -107-, hasta la región de superficie y vuelve hasta aquella región de superficie dentro del menisco a través del cual el vidrio fluye a la cinta
15. -115-. Al mismo tiempo, el calentamiento continuo del vidrio en las zonas que se extienden a lo largo de las paredes laterales del horno, entre la capa -111- del estaño fundido y los bloques de óxido de estaño tales como el -114-, de dichas paredes laterales, estabilizan las corrientes de vidrio a lo largo de tales paredes a la vez que disminuyen el retraso por rozamiento de las corrientes de vidrio fundido a lo largo de dichas paredes, y activan el flujo libre de vidrio fundido hacia el menisco. Empleando tal procedimiento, puede ser estirada una cinta de vidrio de un grosor substancialmente constante a una velocidad que es del orden de 1,5 a 1,7 o aún más veces la velocidad máxima de estirado de los procedimientos convencionales.
- 20.
- 25.

La figura 10 ilustra una modificación del procedimiento y la máquina descrita con referencia a la figura 9.

30. La modificación reside en la provisión de un elemento de



400613

- prolongación superior en el umbral -107-, y este elemento de prolongación comprende una porción de base -116- que sostiene una placa curvada -117-, la cual se extiende hacia arriba hasta una corta distancia por debajo de la superficie del vidrio fundido. Este elemento de prolongación es-
5. tá hecho de molibdeno y la placa -117- constituye un plano equipotencial en el recorrido de la corriente eléctrica entre las capas -110- y -111- de estaño fundido. La forma y dimensiones de esta placa afectan las líneas de campo eléctrico y como consecuencia la densidad de la corriente eléctrica. Además la placa -117- forma una barrera suplementaria contra el movimiento de corrientes de vidrio contaminadas desde el compartimento -108- hasta el compartimento -109- por encima del umbral.
- 10.
15. La figura 11 representa parte de una máquina de horno poco profundo, generalmente del tipo Colburn, en el que el vidrio fundido -120- flota sobre cantidades de metal fundido contenido en el fondo del horno. Dentro de la parte más inferior del horno hay compartimentos posterior y frontal -121- y -122- que contienen respectivamente, en el fondo del horno, capas de estaño fundido -123- y -124-, estando separados los citados compartimientos y las citadas cantidades diferentes de estaño fundido, por un umbral -125-. Las mencionadas cantidades de estaño fundido están conectadas
- 20.
25. respectivamente a polos opuestos de una fuente de corriente eléctrica alterna -126- para crear así una barrera térmica en la posición del umbral. El vidrio fundido es estirado desde la superficie dentro del horno, a través del menisco -127- para formar una cinta -128-.
30. Una característica especial de la máquina ilustrada



24
400613

- consiste en la construcción de las paredes refractarias del horno de manera que definan canales y rebajes -129- y -130-, los cuales son mantenidos llenos con cantidades de estaño respectivamente continuas con las capas de estaño fundido -124- y -123-. Las cantidades de estaño -129- y -130- están en estado sólido y las dimensiones de los rebajes en los que dichas cantidades de estaño están contenidas son tales que la densidad de corriente a través del metal dentro de tales rebajes no es suficiente para fundirlo. En virtud del estado sólido del metal en estas posiciones las conexiones a la fuente de corriente eléctrica alterna pueden ser hechas muy fácilmente, evitando los múltiples problemas bien conocidos, implicados en la conexión de cables eléctricos a electrodos metálicos mantenidos a temperaturas muy elevadas.

- Las figuras 12 a 17 representan diversas formas de umbrales y medios de calentamiento asociados para crear una barrera térmica. Cualquiera de dichos umbrales y sistema de calentamiento mostrado en estas figuras puede ser empleado en un procedimiento de tipo Pittsburgh o en un procedimiento de tipo Colburn, y cualquiera de tales sistemas puede ser empleado por tanto en cualquiera de las máquinas o procedimiento ya descritos con referencia a las figuras 1 a 11. Cuando se adopta un procedimiento de tipo Pittsburgh o cualquier otro de tipo de horno profundo, en el que el vidrio fundido no es estirado desde lo más profundo de la masa fundida en el horno, es naturalmente necesario que el umbral llegue por encima del nivel superior de la corriente de retorno sumergida de vidrio que fluye hacia atrás a lo largo del horno hacia su extremo de alimentación.

400613



El umbral mostrado en cada una de las figuras 12 a 17 está designado por la referencia -131-. El umbral es hueco y comprende una porción de pared superior -132- y paredes posterior y frontal -133- y -134- respectivamente.

5. En el sistema mostrado en la figura 12, el umbral es calentado por llamas -140- que salen de un quemador de gas -141- que se extiende a lo largo del interior del umbral, y está colocado de manera que dichas llamas se aplican contra la porción de pared superior -132- y las porciones superiores de las paredes posterior y anterior -133- y -134-.
10. La forma alargada de estas paredes es favorable para un intercambio de calor intenso y uniforme entre el umbral y el vidrio fundido situado en el lugar de tal umbral.

15. La porción de pared superior -132- del umbral mostrado en la figura 13 está constituido por una placa conductora de electricidad compuesta de óxido de estaño. La cara de fondo de esta placa está en contacto con una atmósfera no oxidante. La placa de óxido de estaño está conectada a una fuente de corriente eléctrica (no representada). La placa
20. está atravesada por corriente eléctrica de densidad uniforme sobre toda el area de la placa de manera que hay una distribución de calor completamente uniforme al vidrio fundido en contacto con la parte superior de la placa.

25. Con referencia a la figura 14, el umbral aquí mostrado está formado por material refractario ordinario pero la porción de pared superior sostiene una placa de molibdeno -142- que tiene una anchura algo menor que la anchura de la porción de pared superior -132- del umbral, teniendo en cuenta la buena conductividad eléctrica del molibdeno. La placa
30. de molibdeno está conectada a una fuente de corriente eléc-

400613



5. trica. La densidad de corriente dentro de la placa es uniforme sobre toda su area, lo cual asegura una distribución de calor uniforme, estando concentrado este calor en la columna de vidrio fundido de sección transversal horizontal relativamente limitada, situada encima de la placa -142-. No es necesario mantener una atmósfera especial en contacto con la cara inferior de la placa de metal.
10. En la figura 15 la porción de pared superior -132- del umbral está formada por una placa conductora de electricidad, de óxido de estaño. En los ángulos de esquina entre la sección de fondo -143- y la pared posterior -133- del umbral por una parte y entre la sección de fondo -144- y la pared anterior -134- del umbral por la otra, hay tiras -145- y -146-, hechas de óxido de estaño y que se extienden en toda la longitud del umbral. Las tiras -145- y -146- están conectadas a polos opuestos de una fuente de corriente eléctrica alterna -147-. Las formas en sección transversal de las tiras están seleccionadas en dependencia con la distribución de la densidad de corriente deseada dentro del vidrio fundido, teniendo en cuenta sus propiedades reológicas, en la proximidad del umbral. En el funcionamiento, la corriente eléctrica pasa a través del vidrio fundido, entre los electrodos -132- y -145- por una parte y entre los electrodos -132- y -146- por la otra, creando tales corrientes eléctricas una zona caliente que cubre el umbral. La disposición ilustrada en la figura 15 proporciona la ventaja de contrarrestar cualquier tendencia a que la temperatura de vidrio fundido a lo largo de las paredes -133- y -134- del umbral llegue a ser muy baja o a que el vidrio fundido adyacente a aquellas paredes se estanque y dé lugar a la formación de
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

24 FEB 1954



400613

granos desvitrificados.

En el sistema mostrado en la figura 16 hay dos electrodos -148- y -149- dispuestos en toda la longitud del umbral. El electrodo -148-, que está conectado a un polo de una fuente de corriente eléctrica -150-, es una placa de platino dispuesta contra la pared posterior -133- del umbral. El otro electrodo -149-, que está conectado al otro polo de la fuente de corriente eléctrica comprende un crisol de molibdeno que contiene una cantidad de estaño fundido. Esta disposición resulta adecuada en los casos donde hay naturalmente una corriente de vidrio muy caliente y muy fuerte hacia arriba, a lo largo de la pared delantera -134- del umbral. El paso de una corriente eléctrica entre los electrodos -148- y -149- contrarresta cualquier tendencia de tal flujo fuerte de vidrio fundido en el lado delantero del umbral para inducir a que las impurezas que se forman en el compartimento -151- en la parte posterior del umbral pasen al compartimento -152-. La forma del electrodo -148- puede ser seleccionada para conseguir una distribución de corriente eléctrica predeterminada, requerida a lo largo del lado posterior del umbral. La masa de estaño fundido del electrodo -149- puede ser retirada fácilmente del crisol y substituída por otro metal o sal metálica adecuada, sin interrumpir el funcionamiento de la máquina.

En el sistema mostrado en la figura 17, el calentamiento se consigue por medio de tres calentadores de resistencia eléctrica -153-, colocados encima del umbral. Hay poca pérdida de calor a través de la pared superior del umbral. Los calentadores de resistencia pueden ser efectivos sobre toda la anchura del horno o sobre una parte solamente

400613

24 FEB 1952



- de dicha anchura. El calor generado en los calentadores de resistencia induce un flujo hacia arriba de vidrio fundido en el lugar del umbral -131-. El flujo hacia arriba de vidrio continúa hasta la región de superficie del vidrio fundido en el
5. horno y contrarresta la tendencia de las corrientes de vidrio fundido a fluir por encima del umbral desde el compartimiento -151- al -152-.

- Cuando se utilizan medios de calentamiento para crear una barrera térmica transversalmente respecto al horno, es decir paralela con el plano que contiene la porción de fondo de
10. la cinta de vidrio estirada no es esencial, sea cual sea la forma de los medios de calentamiento empleados, que los mismos se extiendan en toda la anchura del horno. Por ejemplo, si tales medios de calentamiento se extienden únicamente sobre una
15. parte de la anchura del horno, coextensiva con la parte principal de la anchura de la cinta, entre sus zonas marginales, las corrientes de vidrio fundido que fluyen hacia atrás desde la pared extrema posterior del horno pueden fluir lateralmente hacia fuera hasta más allá de los extremos de dicha barrera térmica y llevar impurezas a las porciones marginales de la cinta,
20. pero dicha barrera térmica protegerá la parte central principal de la cinta de contaminaciones por tales impurezas. Como quiera que las porciones marginales de la cinta serán extraídas como desperdicios de cualquier forma, tal contaminación no es un inconveniente serio.
- 25.

- Ahora se hace referencia a la figura 18. El dibujo muestra parte de una máquina de tipo Pittsburgh que comprende un horno -159- que tiene una solera -160- y una pared extrema posterior -161- la cual incorpora un umbral -162-, y una porción posterior superior -163- dispuesta alineada ligeramente
- 30.

400613⁴



- debajo del nivel -164- del vidrio fundido en el horno, con el fin de permitir un rebose continuo de vidrio fundido en la parte posterior del horno. En un canal que se encuentra entre el umbral y la citada porción posterior superior -163-, hay
5. una placa de tungsteno -165- de 1 cm de grosor, que sirve como un electrodo. Sobre el horno, hay la cámara usual de estirado -166- limitada por las partes posterior y frontal mediante bloques en L -167- y -168-, enfriadores principales -169- y enfriadores auxiliares -170- colocados dentro de la cámara de estirado
10. en lados opuestos del camino a lo largo del cual la cinta de vidrio es estirada, y la sección de torre -171- a través de la cual la cinta de vidrio -172- es estirada hacia arriba a la vez que experimenta el enfriamiento. La cinta de vidrio -172- es estirada desde la superficie del vidrio fundido en el horno
15. por medio de un menisco -173-. La cara frontal de la cinta de vidrio está señalada con la referencia -174- y en su cara posterior con la referencia -175-.

- En lugar de la forma tradicional de barra de estirado, la máquina incorpora una barra -176- que tiene un rebaje
20. -177-, extendido sobre casi toda la longitud de la barra. Una laguna -178- de plomo fundido es mantenida en este rebaje y sirve como un electrodo. La placa de tungsteno -165- y la laguna -178- de plomo fundido están conectados a polos opuestos de una fuente de corriente eléctrica alterna -179-. Las áreas de las
25. superficies de la placa y laguna -178- son factores importantes. Las mismas son tales que la densidad de corriente eléctrica no excede en ninguna posición en aquellas superficies de $0,5 \text{ A/cm}^2$, de forma que es mínimo el riesgo de formación de burbujas dentro del vidrio fundido, pero son de una manera tal que la densidad de la corriente es suficiente para hacer que la tempera-
- 30.

400613₂₄



- tura del vidrio sobre el umbral sea mantenida unos 60°C más elevada que lo que resultaría en ausencia de corriente eléctrica. La presencia del umbral -162- y la generación continua de calor en el vidrio en la vecindad de este umbral, hace que
5. el vidrio fundido se ponga en contacto con el umbral y por encima de la placa -165- para ser mantenido en un movimiento rotativo estable en torno a un eje horizontal en una dirección la cual es en sentido horario en el aspecto del dibujo. Como consecuencia, las impurezas que pueden contaminar el vidrio
10. fundido en esta región son mantenidas desplazadas fuera de la zona de estirado. El flujo de superficie de vidrio fundido que es alimentado al lado posterior -174- de la cinta de vidrio -172-, es mantenido substancialmente libre de impurezas que se forman en la región detrás el umbral. El vidrio que ha de formar
15. tal superficie fluye al lado posterior de la cinta y es calentado en la zona caliente en la proximidad del umbral y la viscosidad de aquel vidrio puede ser mantenida comparable a la viscosidad del vidrio en el flujo hacia delante del vidrio alimentado a la cara anterior -175- de la cinta. La corriente de
20. vidrio fluido que circula en contacto con la laguna -178- de plomo fundido, es perfectamente regular. Esto está en contradicción con el flujo de vidrio fundido en contacto con la parte superior de una barra de arrastre ranurada ordinaria. En aquel caso, las irregularidades en la superficie de la barra
25. afectan al flujo de vidrio y ocasionan a menudo irregularidades en el grosor de la cinta de vidrio estirada. Las extremidades de la barra -176- son mantenidas a una temperatura más baja que la laguna -178- de plomo fundido y esta baja temperatura en las extremidades de la barra ayuda a establecer la
30. posición de los extremos del menisco -173- por medio del cual

400613²⁴



el vidrio fundido fluye dentro de los márgenes laterales de la cinta. El sobreflujo continuo de vidrio fundido a través de la porción posterior superior -163- de la pared posterior extrema -161- del horno, provoca una corriente de vidrio en

5. la dirección hacia atrás, la cual también ayuda a evitar que las impurezas pasen desde la región de detrás del umbral dentro de las corrientes de vidrio fundido alimentadas dentro de la cinta. Tal descarga continua hacia atrás de vidrio fundido sirva también para evitar la concentración de impurezas en la

10. región de trás el umbral crezca hasta un valor elevado.

El grosor substancial de la pared extrema posterior -16- de la máquina mostrada en la figura 18, es valiosa por cuanto reduce las pérdidas de calor del vidrio dentro del horno, por conducción a través de dicha pared y ayuda consecuentemente a mantener el vidrio cerca de la superficie -164- a la

15. temperatura requerida para ser alimentado a la cinta.

En la máquina ilustrada en la figura 18, la densidad de la corriente eléctrica entre los electrodos debe ser suficiente para recalentar las corrientes relativamente frías de vidrio fundido que fluyen hacia arriba hasta la barra de estirado -176- y la pared extrema posterior -161- del horno.

20.

Este factor, que afecta a la elección de la densidad de corriente, no se produce en el caso de una máquina tal como la representada en la figura 19. Esta figura muestra una máquina de tipo Pittsburgh, similar a la mostrada en la figura -18- salvo para ciertas modificaciones que se describirán ahora. Los números de referencia empleados en la figura 18 son también empleados en la figura 19 para designar partes correspondientes del aparato modificado.

25.

30. En la máquina mostrada en la figura 19, la pared

400613

24 FEB 1972



- extrema posterior -161- es aún de mayor grosor, notablemente en una región situada en una porción superior de su altura pero por debajo del nivel de vidrio fundido en el horno. La colocación, forma y dimensiones transversales de la pared extrema posterior son tales que una porción de borde -180- de la misma se extiende debajo del menisco -173-. Esta porción de borde -180- tiene un rebaje -181- en su superficie superior, y tal rebaje se extiende sobre casi toda la anchura interna del horno. El rebaje contiene una laguna -182- de estaño fundido.
- 5.
10. En lugar de estaño fundido, podría emplearse otro metal fundido o una sal metálica fundida adecuada, por ejemplo, una sal de litio. La superficie superior de la porción de borde -180- puede estar, por ejemplo, 20 centímetros debajo de la superficie -164- del vidrio fundido en el horno. La laguna -182- de estaño fundido y la placa de tungsteno -165- están conectados
15. a polos opuestos de una fuente -183- de corriente eléctrica alterna.

- La máquina y procedimiento que son los objetos de la figura 19 poseen ventajas similares a la máquina y procedimiento descritos con referencia a la figura 18 en cuanto tales ventajas se derivan del grosor substancial de la pared posterior extrema -161- del horno, la presencia del umbral -162-, el paso de corriente eléctrica entre los electrodos para mantener una zona caliente sobre el umbral, y el rebose continuo de vidrio fundido sobre la porción posterior superior -163- de la pared extrema posterior. Como diferencias de la máquina y procedimiento de acuerdo con la figura 18; no hay en la máquina y procedimiento de acuerdo con la figura 19 un flujo hacia arriba de vidrio entre el electrodo situado debajo de la zona de estimado y la pared extrema posterior del horno. En el sistema mo-
- 20.
- 25.
- 30.



400613

- trado en la figura 18 hay un flujo hacia arriba de vidrio entre la barra -176- y la pared extrema posterior, y esta corriente hacia arriba se mezcla con el flujo de vidrio fundido por delante sobre la barra. En el sistema de la figura 19 no hay tal mezcla de corrientes que alimentan el menisco. El procedimiento ilustrado en la figura 19 puede ser considerado, por tanto, como uno en el que el vidrio es estirado desde una "monocorriente", y esto es particularmente favorable para el estirado de vidrio en hojas en una norma de homogeneidad muy estricta. En una realización actual de acuerdo con la figura 19 se comprobó que una densidad de corriente de sólo $0,3 \text{ A/cm}^2$ en la placa -165-, fue suficiente para permitir una velocidad de estirado que en el procedimiento de la figura 18 requirió una densidad de corriente en dicho lugar de $0,5 \text{ A/cm}^2$. Naturalmente, se puede emplear una densidad de corriente mayor de $0,3 \text{ A/cm}^2$, por ejemplo una corriente con una densidad de $0,5 \text{ A/cm}^2$ cuando se emplea un procedimiento de acuerdo con la figura 19, en cuyo caso la velocidad de estirado puede ser fácilmente incrementada hasta 1,8 o hasta 2,0 veces la velocidad de estirado máxima que es posible con el procedimiento Pittsburgh convencional.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

Cuando se trabaja de acuerdo con la figura 19, el vidrio fundido que alimenta la cara posterior -174- de la cinta de vidrio -172-, fluye a lo largo de la superficie de la laguna -182- de estaño fundido y es calentada durante su flujo hacia arriba en la proximidad de la zona caliente que permanece encima del umbral -162-. Este flujo de vidrio fundido llega hasta el menisco pero con un contacto mínimo con las superficies sólidas. Estos factores explican principalmente porque es posible tal velocidad de estirado tan elevada. Considerando que la

25.

30.

400613

24



flotabilidad del vidrio fundido, alimentado al lado posterior de la cinta es comparable con la del vidrio que fluye a su lado frontal, hay una buena estratificación del vidrio en la cinta estirada.

5. Cuando se lleva a cabo un procedimiento de acuerdo con la figura 19, y también cuando se realiza un procedimiento de acuerdo con la figura 18, la cara posterior -174- de la cinta de vidrio estirado es notablemente plana. Debido a que las extremidades de la porción de borde -180-, adyacentes a las paredes laterales del horno, son algo más frías que la laguna -182- de estaño fundido, las mismas ayudan a estabilizar la posición de las porciones extremas del menisco -173- por vía de la cual el vidrio fundido es alimentado dentro de los márgenes de la cinta.
10. La figura 20 es una imagen fotográfica anamórfica de parte de una cara de borde o canto de una muestra de vidrio en hoja de acuerdo con la invención, estando expuesta la cara de borde mediante un corte de la lámina a lo largo de una línea perpendicular a la línea de estirado, esta imagen fotográfica es llamada "striascope".
15. En la imagen fotográfica, las vetas de vidrio de diferentes índices de refracción aparecen como bandas de diferentes densidades ópticas y la forma en que las vetas de diferente refringencia están distribuidas es revelada por líneas de contorno que pueden ser vistas en la imagen fotográfica y que corresponden con los límites entre las vetas yuxtapuestas. Se apreciará que estas líneas son substancialmente paralelas. La disposición de las líneas es tal que las mismas sugieren un modelo de elipses planas que se extienden sensiblemente desde uno a otro borde del vidrio en hoja estirado. Esta sugerión se deriva particularmente por la presencia de curvas con-
- 20.
- 25.
- 30.

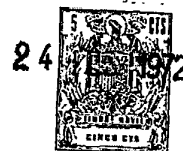
400613²⁴



vexas hacia fuera y poco profundas -186-, que se extienden en la dirección longitudinal de la imagen fotográfica, y la presencia de curvas -187- relativamente suaves y de un radio mucho menor, que unen los extremos de curvas poco profundas opuestas. Vale la pena hacer notar que en el caso mostrado actualmente en la figura 20, las elipses planas, antes mencionadas, una dentro de la otra, tiene un centro substancialmente común, el cual es descentrado hacia una de las caras de la lámina. Las vetas restantes, situadas cerca de la otra cara pueden ser consideradas como formando curvas convexas exteriores menos profundas que pertenecen posiblemente a elipses mayores.

Una muestra de vidrio laminado tal como la representada por la figura 20, fue ensayada en un microrrefractómetro interferencial en el que se proyectó luz desde una fuente de rendija, de manera que formase una serie de franjas de interferencia paralelas y rectas. La lámina fue colocada en el rayo de luz de manera que éste entró por el canto de un lado de la lámina y salió por la cara de canto paralela y opuesta, estando la lámina en un plano que intersectaba las franjas de interferencia a 45° . Dichas franjas de interferencia aparecieron tal como se muestra en la figura 21, es decir sin ninguna falla o discontinuidad evidente. Las dos líneas paralelas oblicuas que intersectan los bordes de interferencia representan las caras mayores del vidrio laminado.

Las características distintivas del vidrio laminado de acuerdo con la invención, tal como se mencionan en conexión con las figuras 20 y 21, son muy evidentes cuando estas figuras son comparadas con las 22 y 23. La figura 22 muestra una imagen fotográfica llamada "striascope", producida bajo las mismas condiciones que la imagen de la figura 20, de parte de un canto



400613

- de una muestra de vidrio en hoja estirado mediante el procedimiento elástico tipo Pittsburgh. La figura 23 muestra el efecto que tenía la presencia de una lámina como la estirada por el procedimiento clásico de tipo Pittsburgh sobre el aspecto de las franjas de interferencia cuando la muestra fue ensayada en el mismo micro refractómetro interferencial empleado para ensayar la lámina representada por la figura 21 y bajo las mismas condiciones. Tal como aparece por la figura 22, las líneas de contorno no forman ninguna clase de muestra elíptica.
- 5.
10. En algunos lugares de la imagen fotográfica, las líneas convergen para formar un ángulo agudo, en contradicción con las suaves curvas de la figura 20. Cuando fue colocado en el rayo de luz en el microrrefractómetro interferencial, el vidrio en hoja hizo aparecer una falla o discontinuidad muy marcada -189- en las franjas de interferencia, tal como se muestra en la figura 23. Esta discontinuidad es indicativa de un abrupto cambio en el índice de refracción entre vetas adyacentes de vidrio situadas centralmente respecto al grosor del vidrio laminado.
- 15.

- La figura 24 muestra una muestra típica de línea de brocha en una cara de una lámina de vidrio estirada por un procedimiento clásico Libbey-Owens. Aquellas líneas de brocha son detectadas mediante interferometría empleando las conocidas franjas Fizeau. La lámina de vidrio a ensayar es dispuesta sobre una lámina pulida de vidrio de una forma tal que las dos hojas forman un ángulo extremadamente pequeño entre sí. La línea de intersección de las dos láminas debe ser perpendicular a la dirección de estirado de la lámina de vidrio a ensayar. La lámina pulida de vidrio debe ser tan plana como para que la tolerancia de grosor está en la gama de $\lambda/4$. Las caras de esta lámina pulida deben ser lo más paralelas posible.
- 20.
- 25.
- 30.

400613

24 FEB 1952



5. Cuando las dos láminas así dispuestas son irradiadas por rayos que son sensiblemente perpendiculares a sus caras, estos rayos, a su regreso, forman un modelo de franjas alternas blancas y negras, tal como se ven en la figura 24.

10. Cada línea blanca es representativa de una línea del mismo grosor que el de la lámina. Estas líneas de igual grosor muestran pequeñas ondas de frecuencia elevada, las cuales se pueden llamar "dientes de sierra". La presencia de estos dientes de sierra es indicativa de la existencia de un defecto de "línea de brocha" y permite comprobar que este defecto está presente en forma de ondas muy pequeñas, de orden de 0,3 mm de grosor, con una anchura de 0,1 a 1,0 mm.

15. Cuando las dos caras principales de una lámina de vidrio de acuerdo con la invención fueron sometidas sucesivamente para examinar sus defectos precisamente de la misma forma que la muestra del vidrio estirado por el procedimiento Libbey-Owens, no fueron detectadas líneas de broncha en ninguna de las caras. La muestra de vidrio en hoja de acuerdo con la invención y sometida al citado examen fue una muestra de vidrio en hoja estirado por un procedimiento de acuerdo con la invención, en el que había una barrera térmica en el vidrio fundido, dentro del horno, en una posición situada directamente detrás de la zona de estirado.

25. Como una alternativa, las líneas de brocha pueden ser detectadas por un método en el que se emplea reflexión, mediante la proyección de un rayo de luz en la cara de la lámina de vidrio con un ángulo de incidencia del orden de 65° , estando el eje del rayo en un plano perpendicular a tal cara y a la línea de estirado de la lámina de vidrio, para hacer que los

30.

400613



rayos de luz sean reflejados desde dicha cara a una pantalla difusora de luz, colocada a 1 m aproximadamente de la lámina de vidrio.

- Las imágenes fotográficas reproducidas como figuras 20 y 22 fueron producidas por medio de un aparato striascópico tal como se muestra esquemáticamente en la figura 25. Este aparato comprende una fuente de luz blanca incandescente -191-, un condensador cromático -192-, un sistema Foucault -193- y una placa diafragma, -194-, en la que hay dispuesta verticalmente una rendija rectangular. Cada una de las imágenes fotográficas es la imagen del patrón de luz transmitido en el "striascopio" a través de una tira -196-, de 10-20 mm de ancho, separada de la cinta de vidrio estirado a que pertenece, por cortes que se extienden a través de toda la anchura de la cinta perpendicularmente a su línea de estirado. La tira fue montada en un tubo transparente -197- llenado con un líquido -198- que tenía un índice de refracción muy cercano al del vidrio. Un líquido apropiado es el salicilato de etilo o el mononitrobenzeno, pero también hay muchos otros líquidos apropiados.
5. Los rayos de luz proyectados que pasan a través de la rendija en la placa diafragma -194- son registrados por una película -199- sensible a la luz. El "estriascopio" produce una imagen fotográfica que amplía de 3-10 veces el grosor de la lámina. Con el fin de producir un registro fotográfico de la distribución de las vetas de vidrio de diferente índice de refracción sobre toda la sección transversal de la tira de muestra -196-, ésta es desplazada progresivamente en su propio plano en una dirección paralela a su eje longitudinal (es decir a lo largo de una línea perpendicular al plano de estirado) de forma que la tira se mueve progresivamente a través del recorrido de los
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

400613

24 FEB. 1972



rayos que inciden sobre la película sensible a la luz y esta película es desplazada simultáneamente en su propio plano a lo largo de un recorrido perpendicular al plano de estirado y en dirección opuesta a la dirección de desplazamiento de la cinta -196-. Como consecuencia, las porciones sucesivas de la película son expuestas sucesivamente a través de la rendija mencionada anteriormente. Esta rendija tiene su mayor dimensión vertical y una anchura de 0,2 a 1 mm. La velocidad lineal de la película -199- puede ser por ejemplo, de 10 a 20 veces menor que la velocidad lineal de la cinta -196- de manera que la imagen fotográfica de toda la cinta es aumentada en ancho pero reducida en su longitud. Así pues, el estrioscopio produce un registro fotográfico anamórfico.

El desplazamiento de la tira de muestra -196- y la película sensible a la luz -199- pueden estar sincronizadas mecánicamente. Por ejemplo, la mentada tira y la citada película pueden ser desplazadas por un motor común a través de una transmisión reductora que es variable para permitir que la velocidad relativa sea preestablecida dentro de una gama determinada.

Al efectuar un registro fotográfico de un estrioscopio tal como se ha descrito anteriormente es conveniente utilizar una película "Copex Copy" tal como es ofrecida en el mercado por Agfa-Gevaert de Nortsel, Bélgica y revelar la película con un revelador ordinario de metol-hidroquinona tal como se utiliza comunmente para revelar impresiones fotográficas sobre papel sensible a la luz.

Ahora se hace referencia a la figura 26. El refractómetro interferencial representado esquemáticamente por esta figura y que emplea el método conocido Nomarski comprende una

400613

24 FEB. 1972



- fuente de luz 200, unas lentes condensadoras-204, un diafragma -202- con una abertura de rendija -203-, un objetivo -204-, una unidad de doble prisma birrefringente -205-, llamada generalmente prisma "Wollaston" con filtros anterior y posterior polarizantes -206- y -207-, y un dispositivo de enfoque óptico -208- que puede estar, por ejemplo, formado por un ocular de microscopio ordinario o un dispositivo que enfoca los rayos transmitidos sobre un material registrador, sensible a la luz.
5. En una prueba se empleó un microscopio Nachet 300 con un objetivo de 3x y un ocular de 6 x, equipado con una cámara fotográfica Polaroid con un índice de cámara de 0,8. La película empleada fue un carrete de película Polaroid en blanco y negro, de 2 1/2 x 3 1/4 pulgadas, con una sensibilidad 3000 ASA tipo 37, el tiempo de exposición fue de 1 segundo.
- 10.
15. En ausencia de muestra a ensayar, el rayo de luz paralelo desde la abertura de ranura es dividido en partes polarizadas diferentemente y retrasadas diferencialmente y los rayos transmitidos son enfocados para formar una muestra de interferencia que comprende una serie de bandas paralelas y rectas tal como se representa en la figura 21. Otros detalles en cuanto a la construcción y funcionamiento de un microrrefractómetro interferencial de esta clase pueden hallarse en la citada publicación titulada "Objetif interférentiel à prisme de Wollaston" publicado por Techniques de l'Ingénieur, de 31, rue Casette, Paris VI, Francia.
- 20.
25. Con el fin de utilizar el refractómetro para ensayar una muestra -209- de vidrio en hoja, las caras de borde de la muestra son pulidas y las mismas son colocadas en el rayo de luz paralelo de la abertura de rendija de manera que dicho rayo atraviesa la lámina desde un canto lateral hasta el canto
- 30.

24 FEB. 1973



400613

5. lateral opuesto, de forma que la lámina está en un plano que corta las bandas paralelas de interferencia. Cuando una lámina de vidrio laminado de acuerdo con la invención es colocado así en el rayo de luz. La continuidad de las bandas de interferencia no es afectada, con lo que una muestra de vidrio en hoja estirado por el procedimiento de estirado clásico de tipo Pittsburg produce una señalada discontinuidad en las bandas tal como se muestra en la figura 23.

10. Hay que entender que la invención no está limitada en forma alguna a las diversas realizaciones que se han descrito anteriormente a título de ejemplo y que son posibles numerosas modificaciones dentro del alcance de la invención.

- . -

N O T A

15. Se reivindica como objeto de la presente patente de invención:

20. 1. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, mediante la alimentación continua de vidrio fundido en un horno, para establecer un flujo continuo hacia delante de vidrio hasta una zona de estirado en la que dicho vidrio fundido es estirado hacia arriba y continuamente desde su superficie en forma de una cinta, caracterizado porque en al menos un lugar que, en vista en planta del horno, está separado hacia dentro respecto de un límite de la superficie del vidrio fundido en el horno, este vidrio es calentado para mantener en dicho lugar una barrera térmica, formada

25.



24 FEB 1972



400613

5. por un flujo hacia arriba, de vidrio fundido que se eleva hasta la citada superficie desde una posición vecina a una porción de pared del horno o dispuesta en el mismo de forma que se evita substancialmente que el vidrio fundido que se halla detrás de la barrera fluya por debajo de ésta.

10. 2. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el vidrio fundido de la superficie del flujo hacia delante es alimentado directamente al arranque de la cinta en su lado frontal, mientras que el vidrio fundido de un nivel inferior de dicho flujo hacia delante se eleva hasta una posición situada detrás de la zona de estirado y forma un flujo de superficie dirigido opuestamente, que es alimentado a la cinta en su lado posterior, caracterizado por-
15. que se crea una barrera térmica en una posición que coincide con aquella posición donde el vidrio fundido se eleva detrás de la zona de estirado.

20. 3. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque se crea una barrera térmica que se extiende al menos sobre una porción de la anchura del horno y que es coextensiva con la anchura de la cinta.

25. 4. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos una de las barreras térmicas es creada en una posición que, en vista en planta del horno, está situada adyacente a un límite lateral de la superficie del vidrio fundido en el horno y en
30. una posición desde la cual hay un flujo de superficie de



400613

24 FEB 1971



vidrio fundido hacia un borde o margen de la cinta.

5. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque hay una tal barrera térmica que se halla limitada a una porción superior de la profundidad del horno.
6. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la citada barrera térmica se extiende en toda la profundidad del horno.
7. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque al menos una de dichas barreras térmicas es mantenida por encima de un umbral que está completamente sumergido en el vidrio fundido.
8. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque al menos una barrera térmica es mantenida sobre un umbral completamente sumergido en el vidrio fundido y hay un flujo hacia arriba de vidrio fundido que se eleva contra dicho umbral y continúa su movimiento hacia arriba sobre el nivel de la parte superior del mismo.
9. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica que es mantenida por encima de un umbral hueco, y el flujo hacia arriba de vidrio fundido en aquel lugar es mantenido por el calor generado en el espacio interior del umbral.



400613

24 FEB 1974



5. 10. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica que es mantenida por encima de un umbral, constituido por una pared maciza única, y el flujo hacia arriba de vidrio fundido en aquel lugar es mantenido mediante calentamiento del fondo de dicha pared.

10. 11. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica donde el flujo hacia arriba de vidrio fundido es mantenido por medios de calentamiento incorporados en, o forman parte de, una pared que forma dicho umbral o una parte del mismo.

15. 12. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica donde el flujo ascendente de vidrio fundido es mantenido por medios de calentamiento que están en contacto con el vidrio fundido adyacente al umbral.

20. 13. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica donde el flujo ascendente de vidrio fundido es mantenido por medios calentadores dispuestos en una cara lateral y/o en la cara superior del umbral.

25. 14. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 13, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica que es mantenida por encima de un umbral, y el flujo

~~30.~~

400613



ascendente de vidrio fundido en aquel lugar es mantenido por medios de calentamiento dispuestos dentro del cuerpo de vidrio fundido y separados de dicho umbral.

5. 15. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 14, caracterizado porque hay un umbral que se prolonga hacia arriba mediante una placa.

10. 16. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica donde la corriente ascendente de vidrio es mantenida mediante calor generado dentro del horno en aquel lugar.

15. 17. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque hay al menos una barrera térmica que es mantenida mediante el paso de una corriente eléctrica, a través del vidrio fundido entre electrodos.

20. 18. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizado porque hay al menos un electrodo formado por una laguna de metal fundido o sales de metal fundido.

25. 19. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con las reivindicaciones 17 ó 18, caracterizado porque al menos uno de los electrodos está dispuesto encima de un umbral completamente sumergido en el vidrio fundido.

30. 20. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con las reivindicaciones 17 ó 18, ca-



400613

racterizado porque una corriente de calentamiento es mantenida entre los electrodos dispuestos en lados opuestos de un umbral completamente sumergido en el vidrio fundido.

5. 21. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, caracterizado porque al menos uno de los electrodos está dispuesto debajo de la posición donde la cinta es estirada desde la superficie del vidrio fundido en el horno.

10. 22. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 21, caracterizado porque debajo de la posición donde la cinta de vidrio es estirada desde la superficie de vidrio fundido en el horno, hay un elemento en el que está sostenido un electrodo en forma de una masa de metal fundido o sales de metal fundido.

20. 23. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el vidrio es retirado de la superficie en el horno en una posición situada detrás de la barrera térmica, para inducir una corriente superficial y hacia fuera, de vidrio a través de tal barrera.

25. 24. Procedimiento para la fabricación de vidrio en hojas.

Todo ello según queda descrito en la presente memoria descriptiva que consta de cincuenta y ocho hojas

400613 24



foliadas escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 24 de febrero de 1972

GLAVERBEL

p. a.

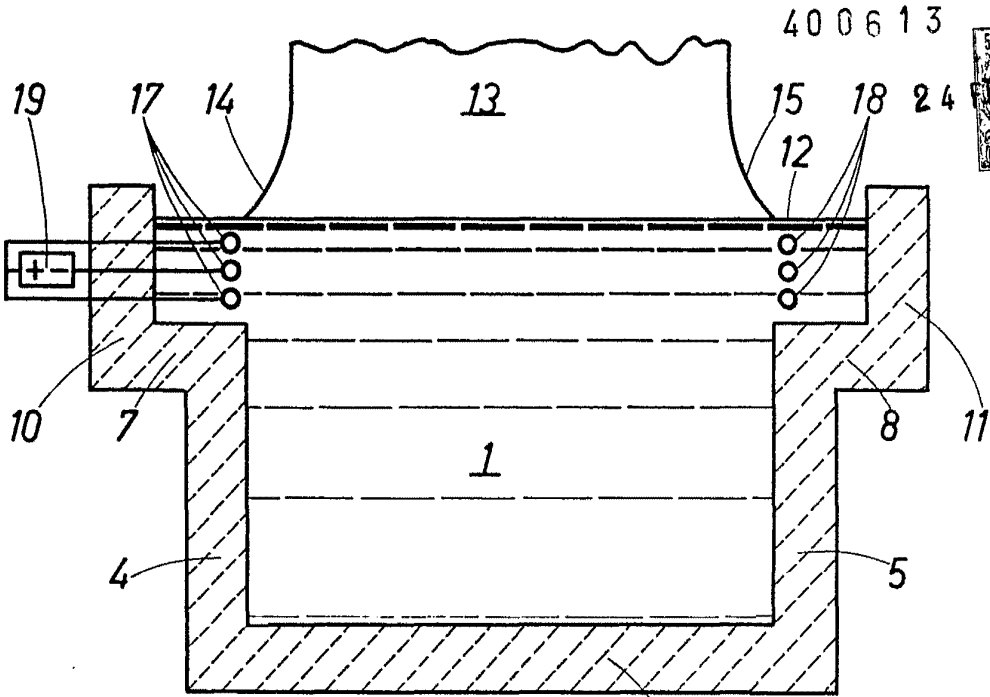


Fig. 1.

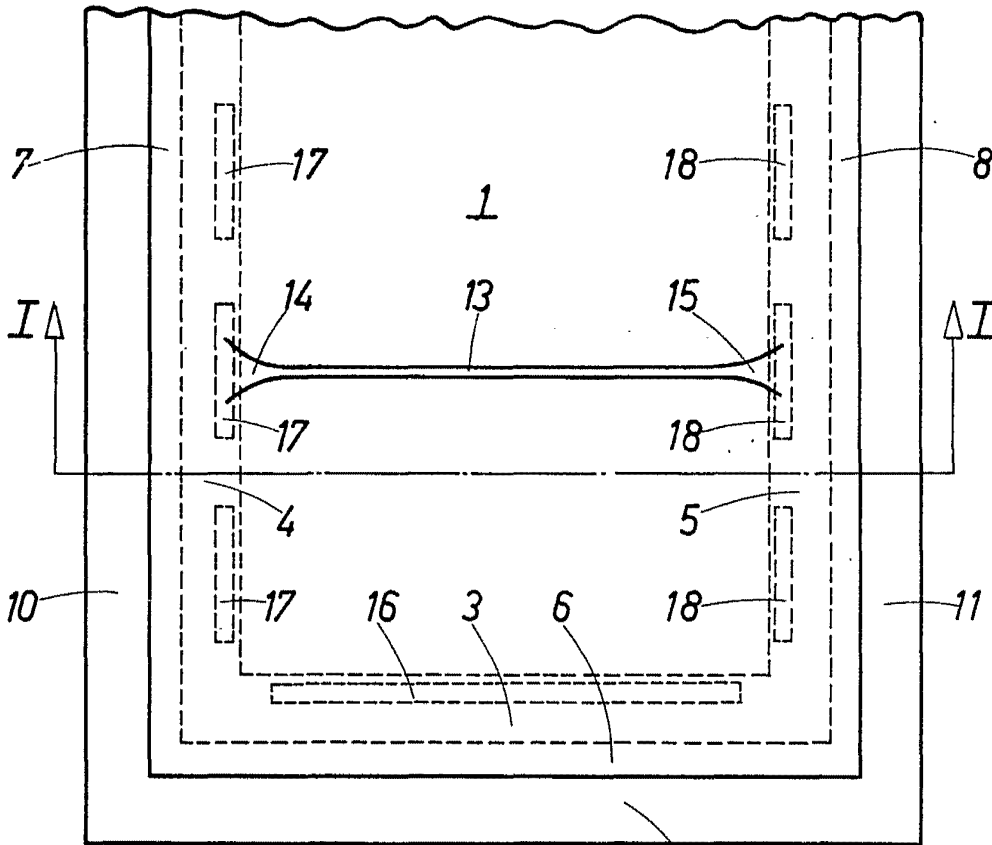


Fig. 2.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
pa.



21633/12

400613

24

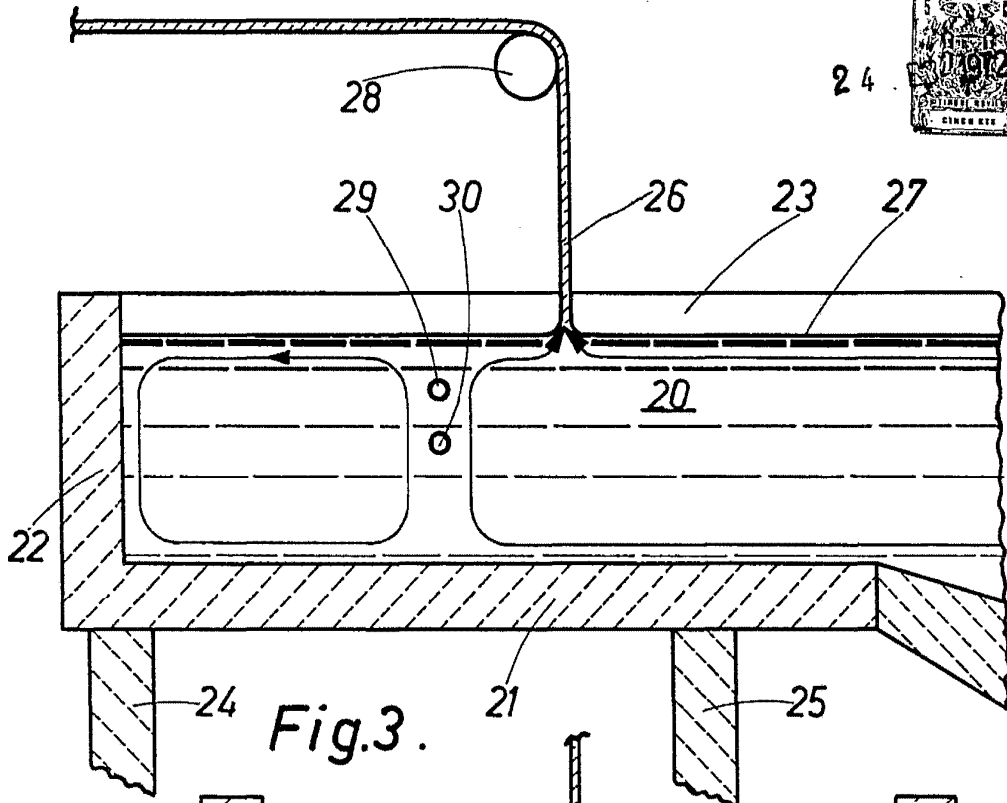


Fig. 3.

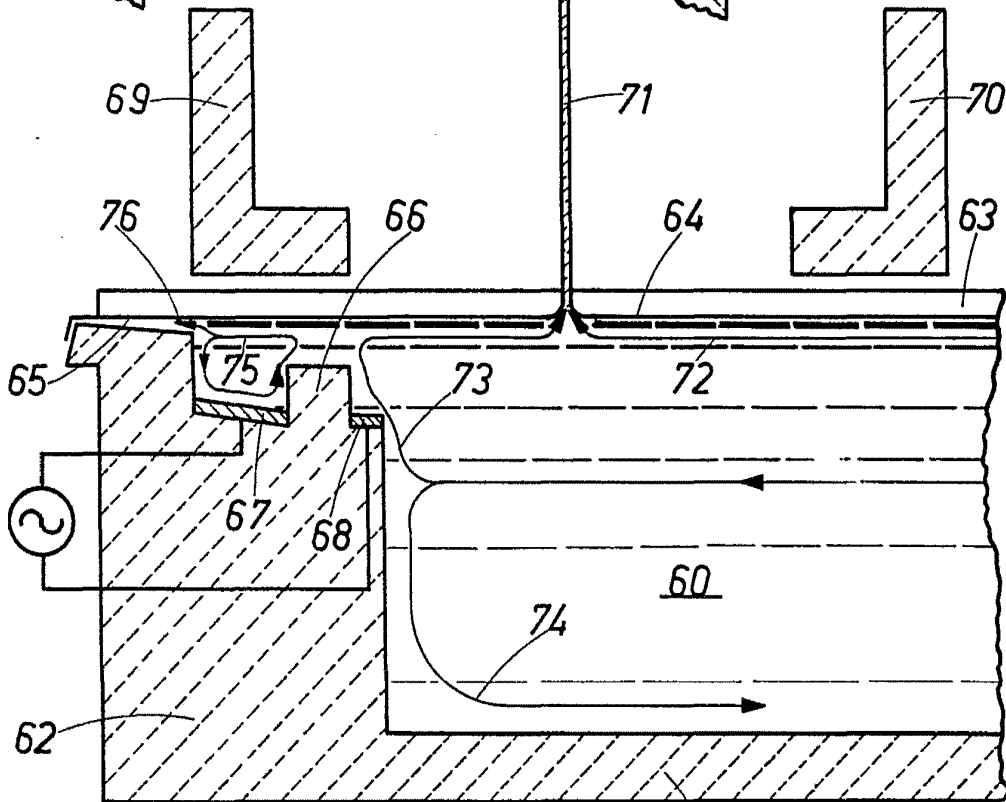


Fig. 6.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
P.º 2.

2/633/12

400613

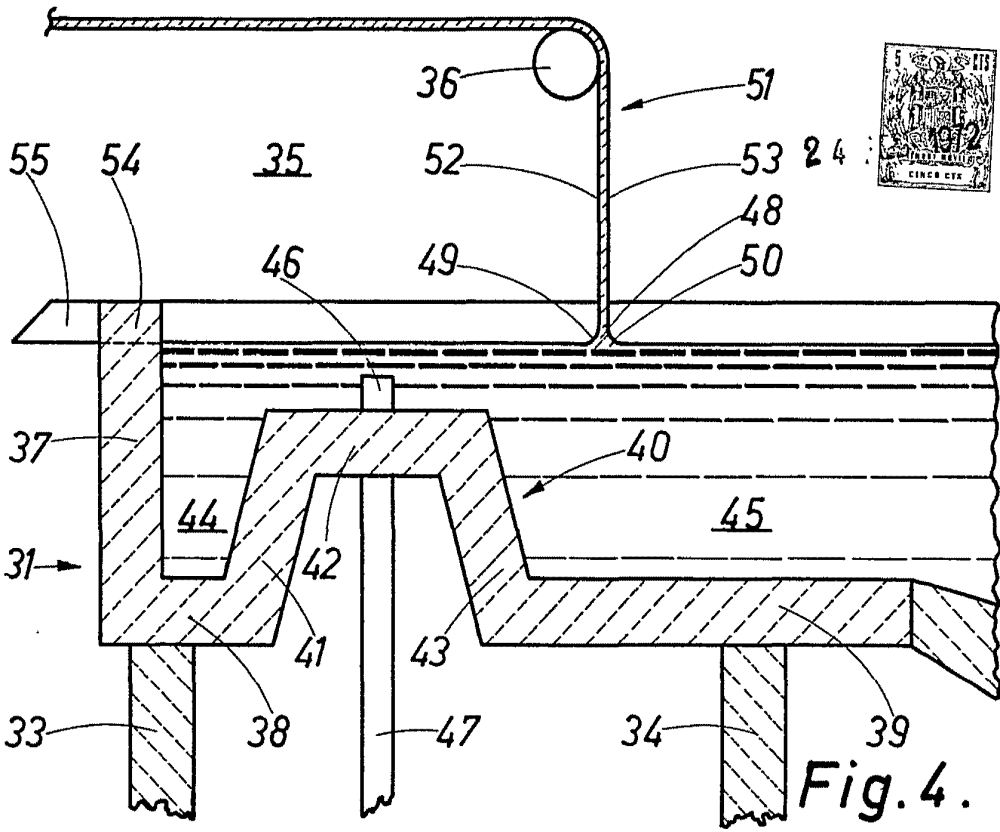


Fig. 4.

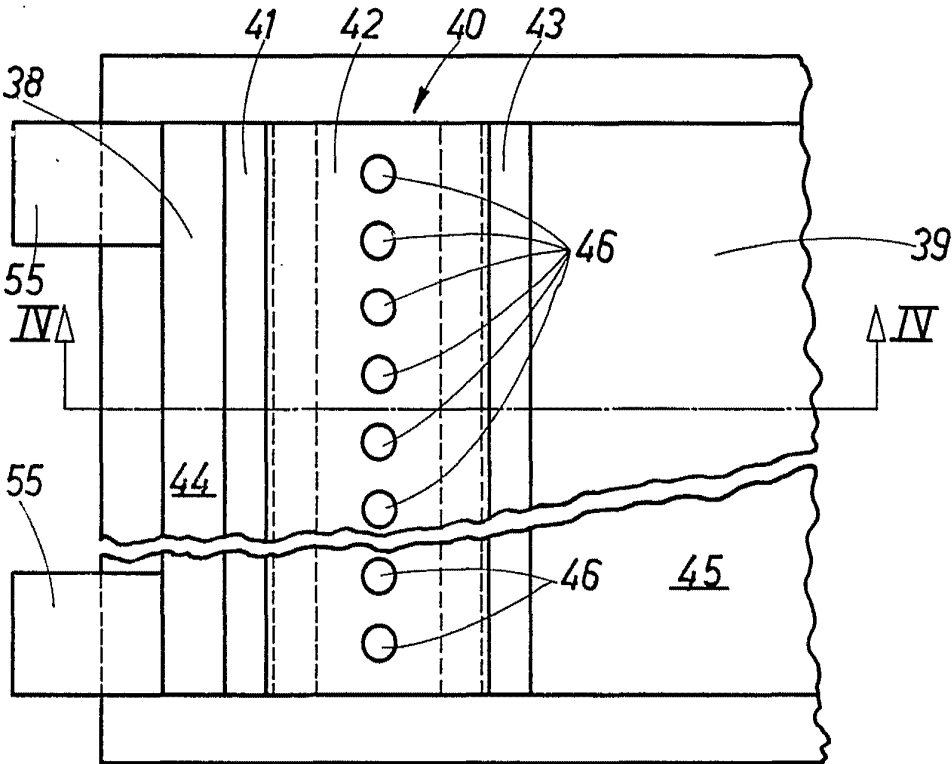
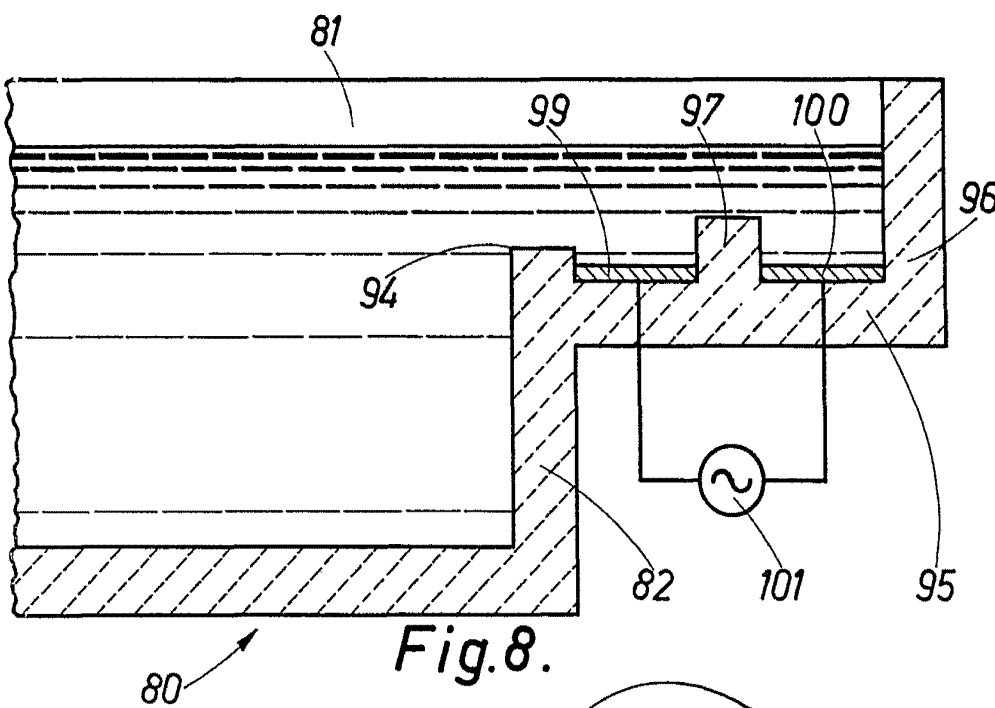
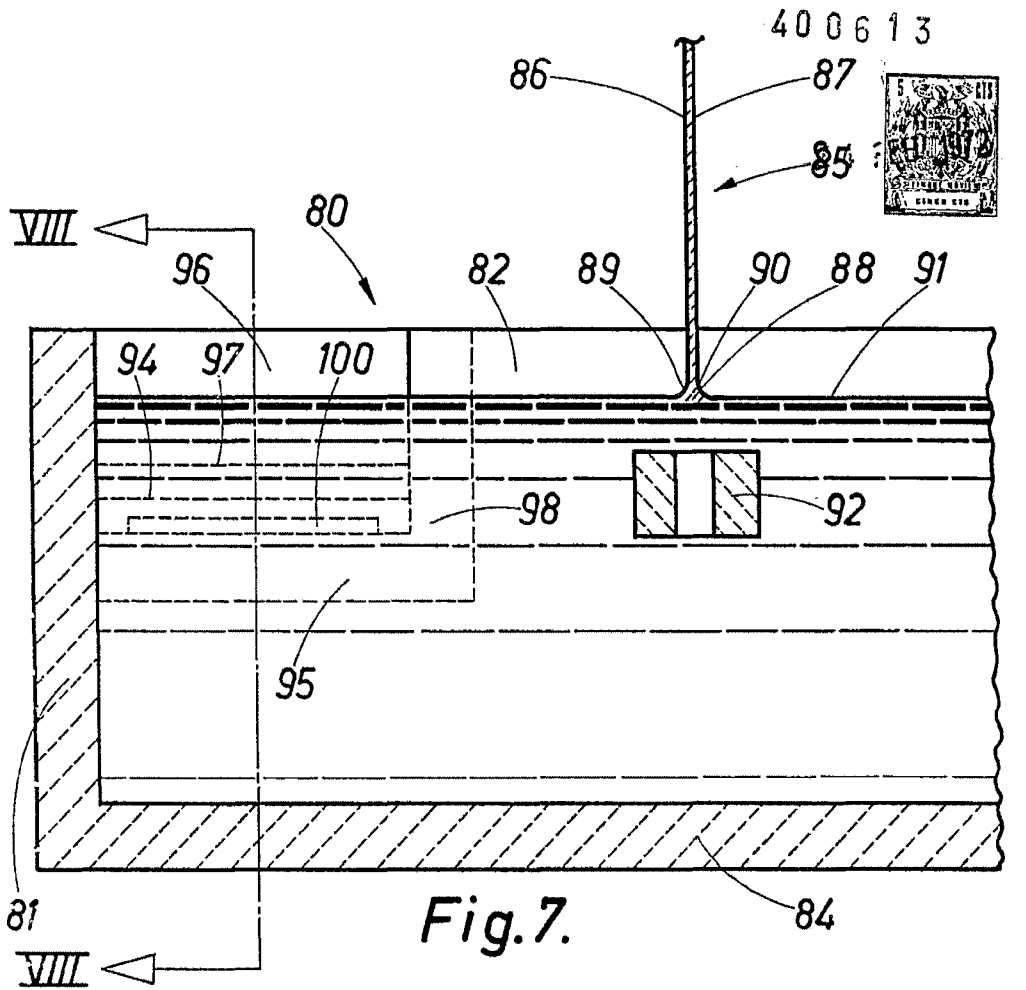


Fig. 5.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

216.33/12



Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

21633/12

GLAVERBEL

400613

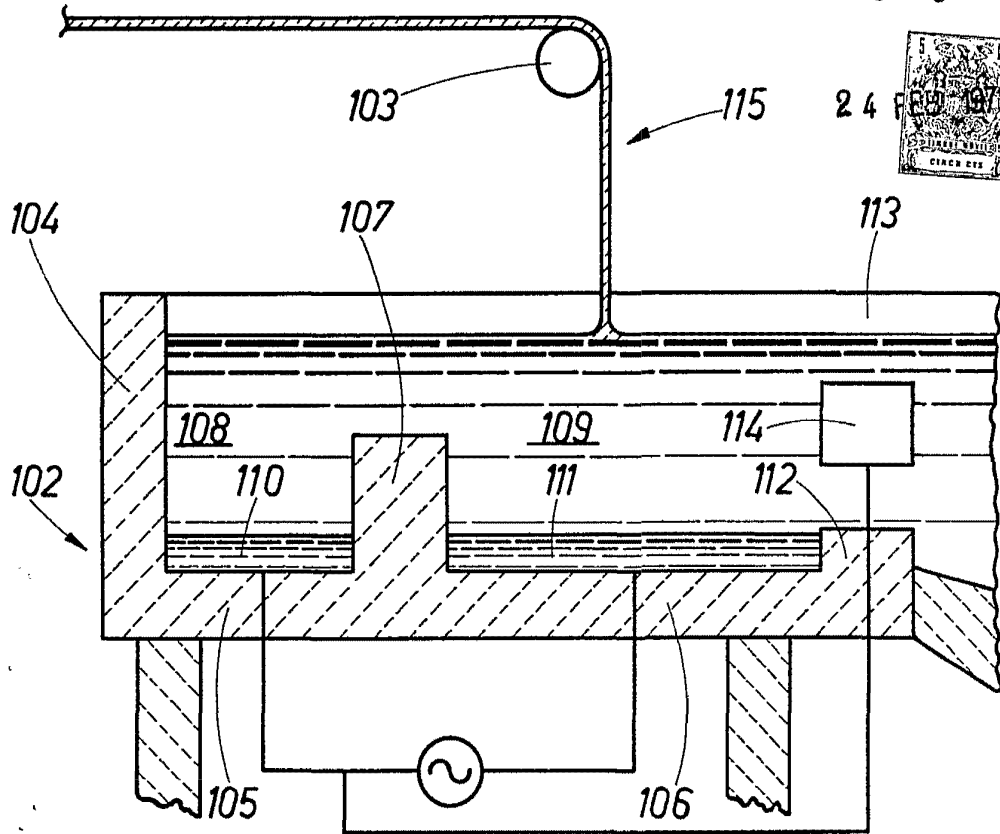


Fig. 9.

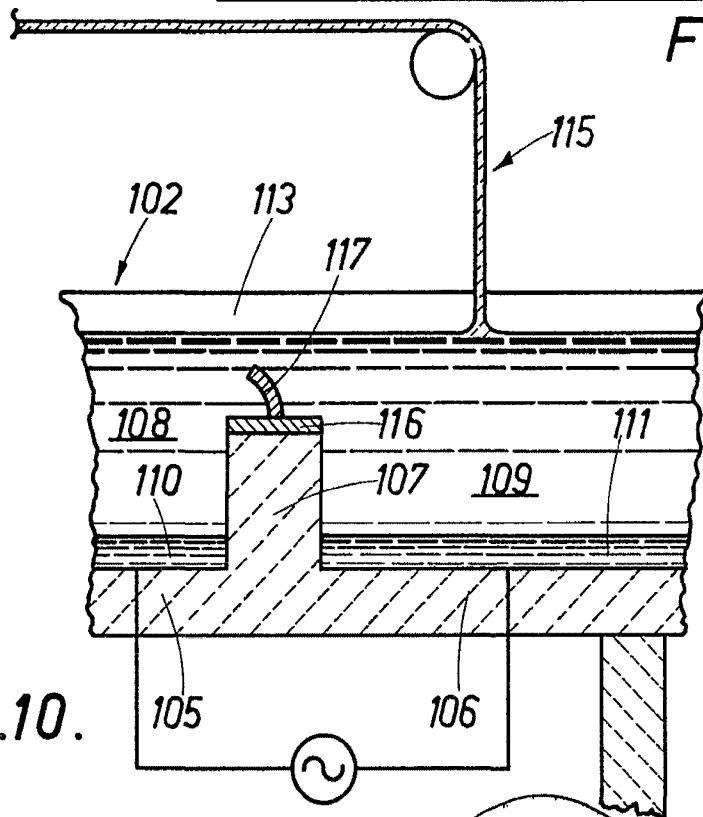


Fig. 10.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

21633/12



21633/12

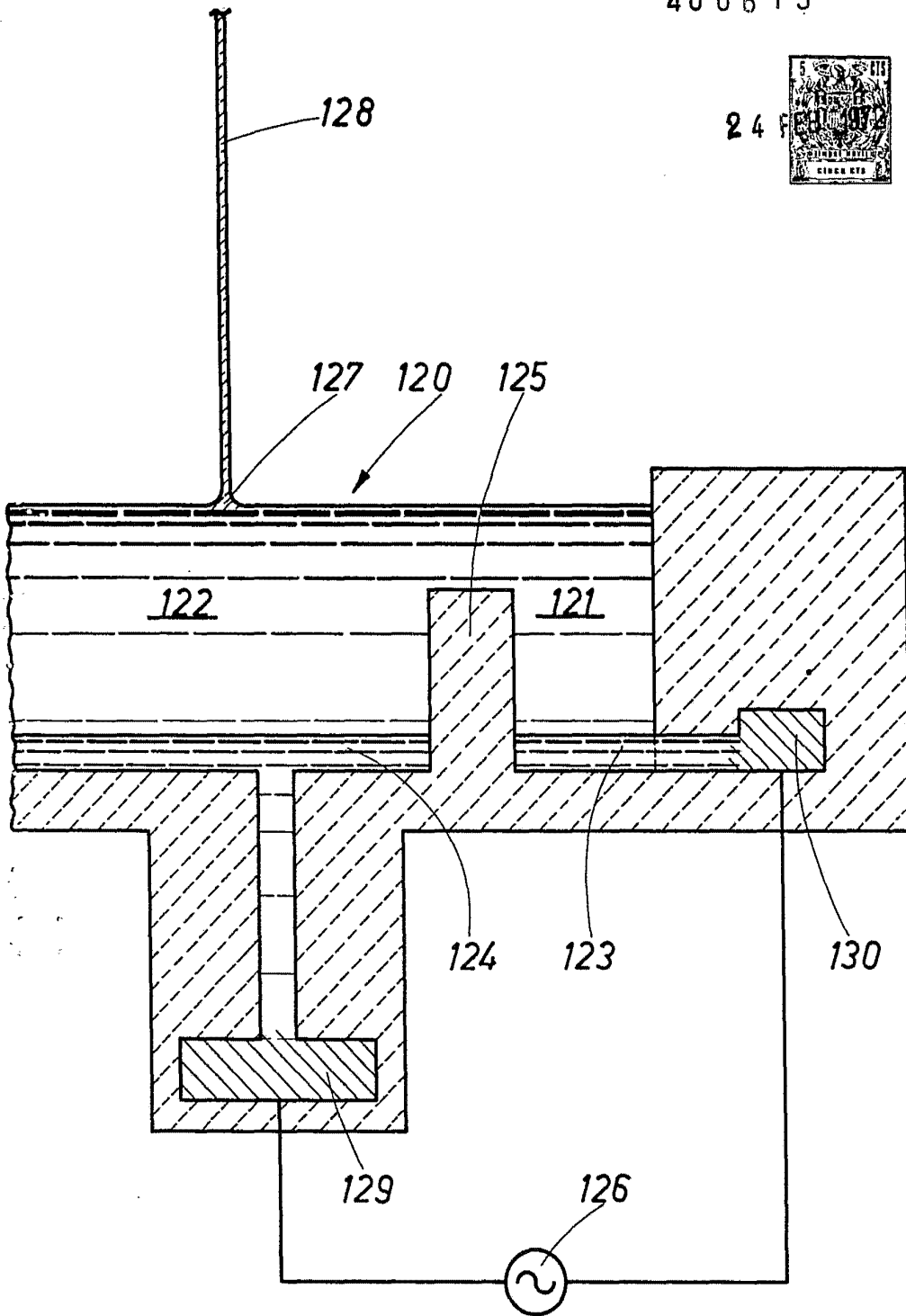


Fig.11.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

GLAVERBEL

400613

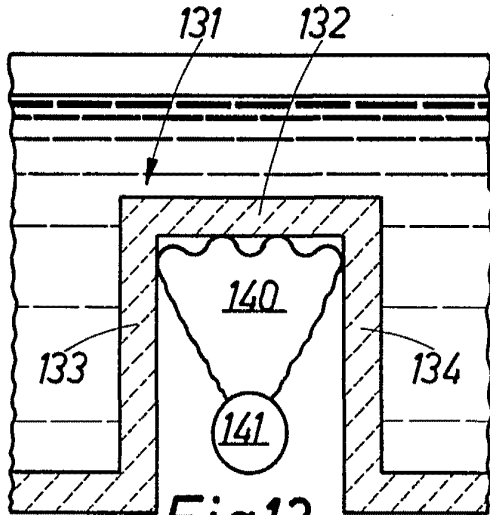


Fig.12.

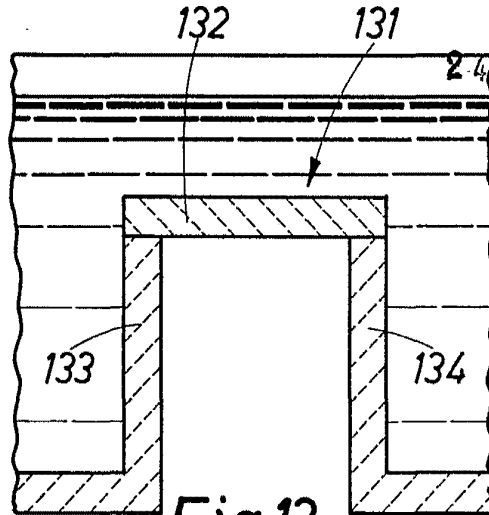


Fig.13.

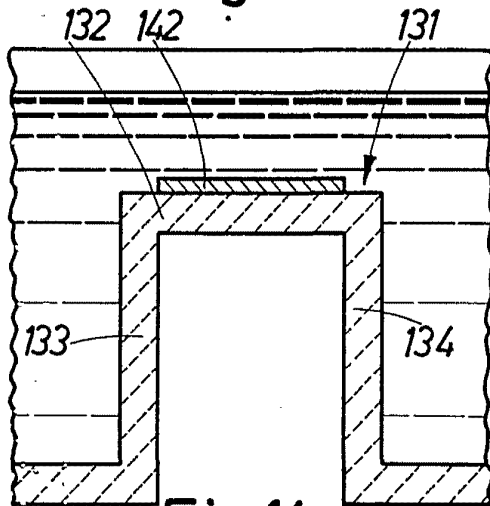


Fig.14

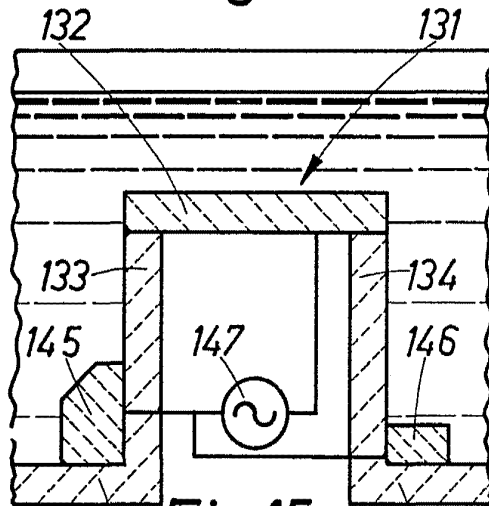


Fig.15.

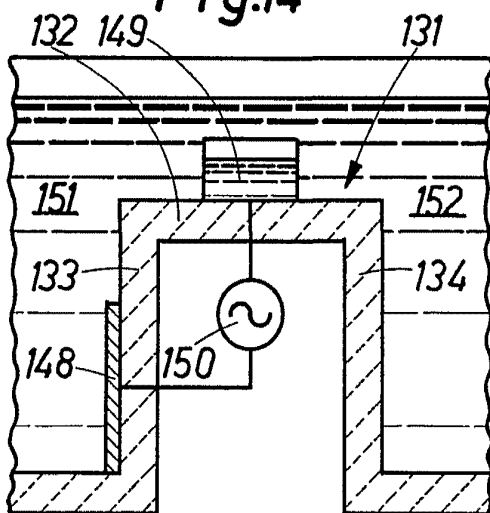


Fig.16.

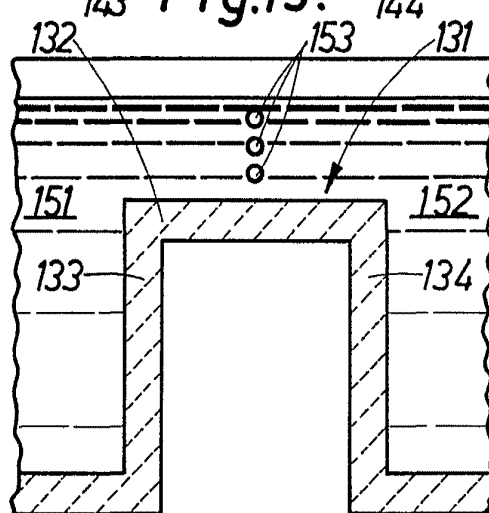


Fig.17.

21633/12

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

400613

DOCE HOJAS
HOJA Nº 8

GLAVERBEL

400613

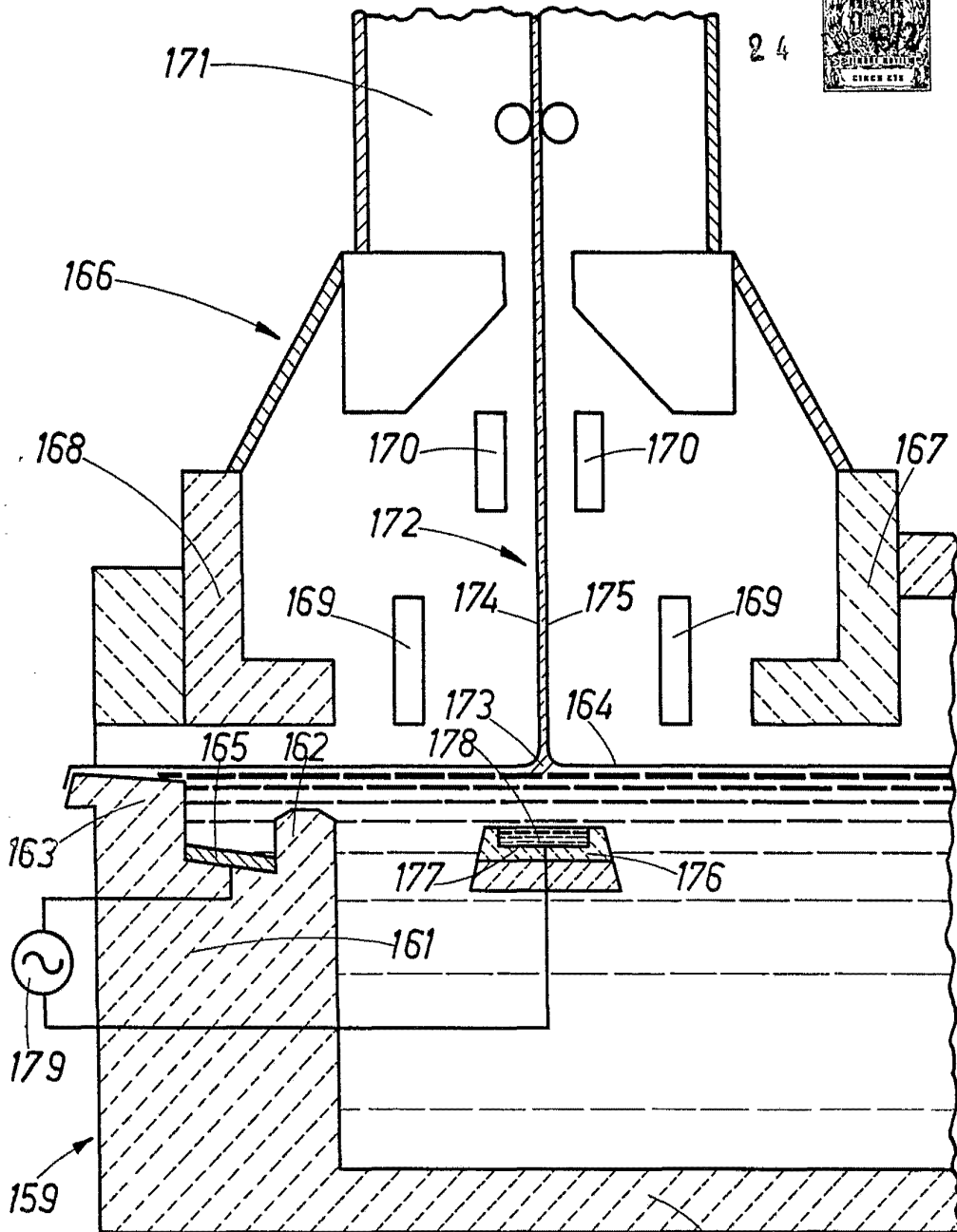


Fig.18.

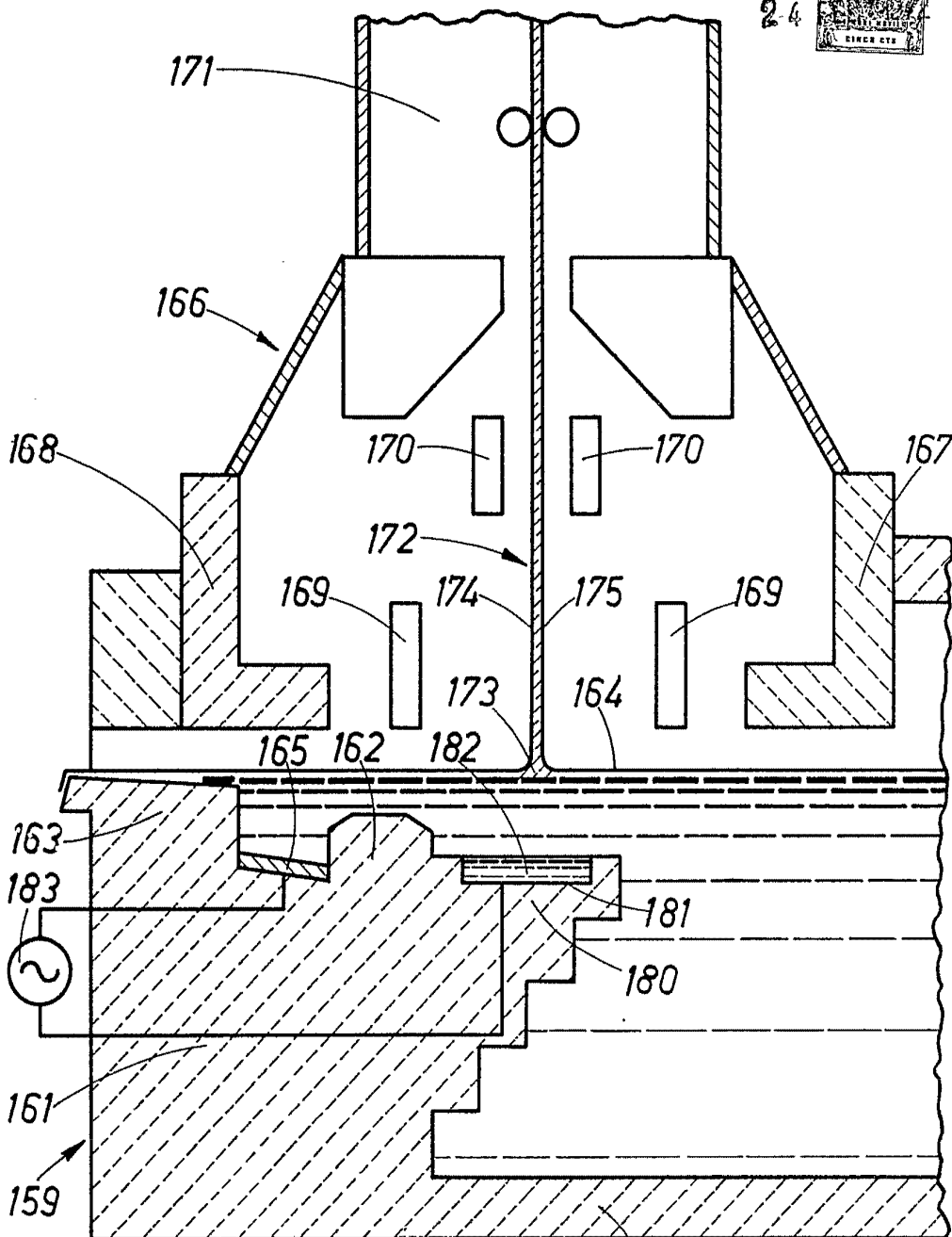
160

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

2/633/12



24



2/633/12

Fig.19.

160

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

400613



Fig. 20.



Fig. 22.

21633/12

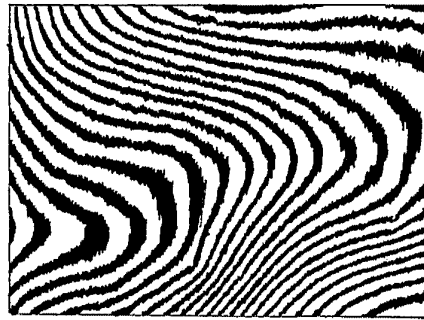


Fig. 24

Barcelona, 24 de febrero de 1.972
P.a.

I. PONTI

P.P.

400543



74



Fig. 21.



Fig. 23.

Barcelona, 24 de febrero de 1.974
I. PONTA
P. P.

21633/12

400613

400613

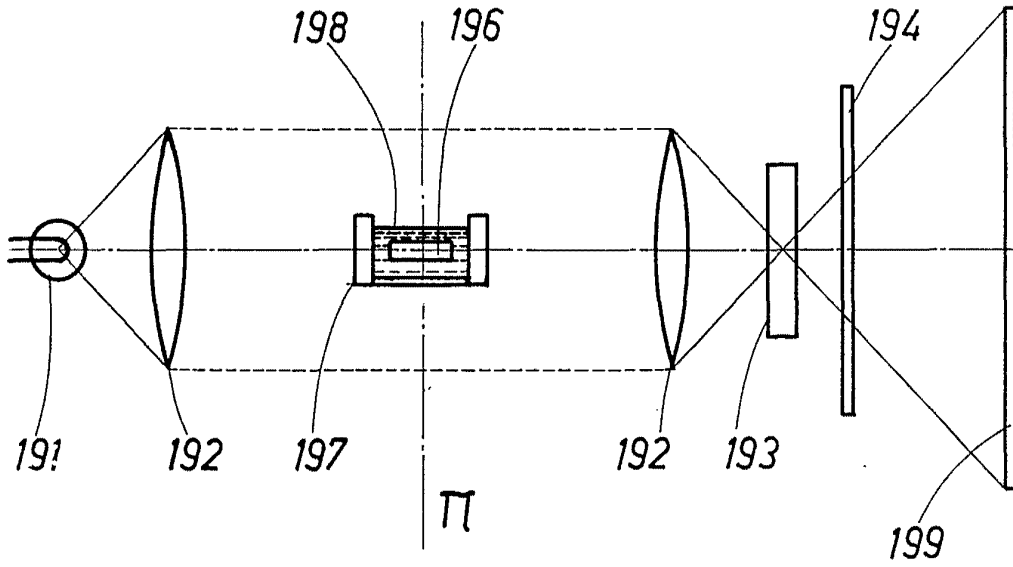


Fig.25.

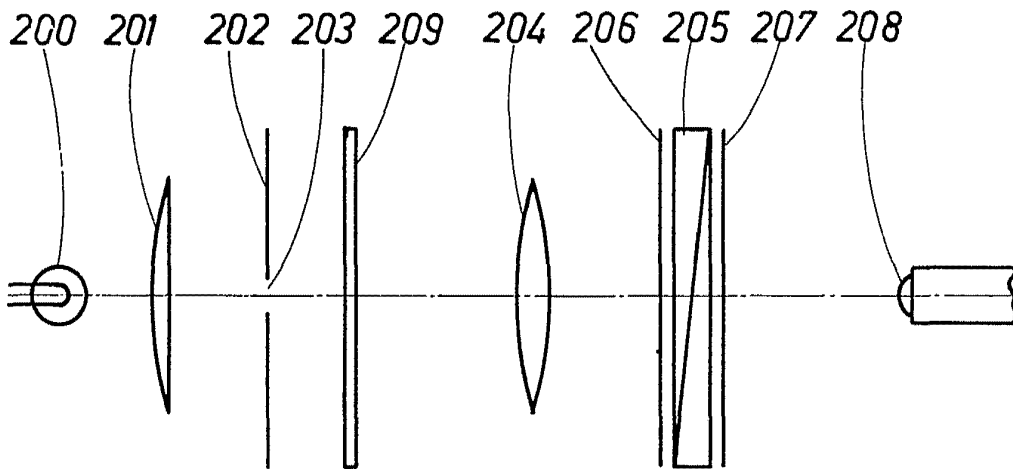


Fig.26.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

21633/12