



Int. Cl.: <u>C03B</u>

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C
CLASE _____
SUBCLASE _____

400614

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 "APARATO PARA LA FABRICACIÓN DE VIDRIO EN HOJAS".

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere a un aparato para la 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

5. 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

10. 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 ta-

400614

24



- les que se 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 del 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 pue-
- 20.
- 25.
- 30.



400614

24

- de emplearse un horno poco profundo desde el que el vidrio es estirado desde lo mas hondo de la masa fundida en la zona de estirado. Esta categoría de procedimiento incluye el clásico procedimiento Colburn, en el que la
5. 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
10. 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.
- 15.

- 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
20. 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.

- 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.
- 25.

30. Así pues, se ha propuesto calentar externamente el

400614



5, 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 favorables a la producción de vidrio 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.

10.

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,

15.

La invención se refiere a un aparato para el estirado de un vidrio en hojas, el cual comprende un horno que tiene una entrada de alimentación en la que puede ser alimentado continuamente con vidrio fundido, y medios para estirar continuamente una cinta de vidrio hacia arriba desde la superficie de vidrio, en una zona de estirado en el horno, caracterizado porque hay medios para calentar localmente el vidrio fundido en al menos un lugar que, en vista en planta del horno, está separado hacia dentro respecto de un límite de dicha superficie de vidrio fundido, con el fin de mantener en aquel 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 ve-

20.

25.

30.

400614



cindad de una porción de pared del horno o dispuesta en el mismo, con lo que dicha porción de pared sirve para evitar que el vidrio fundido situado detrás de dicha barrera fluya por debajo de la misma.

5. La provisión de medios locales de calentamiento de acuerdo con la invención, permite la creación de una zona caliente que hace más flúido el vidrio que alimenta la cinta desde al menos una región en torno al menisco, a la vez que forma una barrera térmica que evita que el vidrio más frío fluya hacia la cinta desde la porción de pared del horno situada detrás de la barrera térmica. Consecuentemente se puede estirar vidrio que presenta una mejor estratificación y es, generalmente, de mejor calidad a una mayor velocidad mediante el aparato de acuerdo con la invención.
- 10.
- 15.

En aparatos preferidos de acuerdo con la invención, la zona de estirado está separada de aquel límite de la superficie de vidrio fundido en el horno que se halla opuesto al extremo de alimentación del horno y los mentados medios de calentamiento local están dispuestos para mantener el citado flujo de vidrio hacia arriba en un lugar que, en vista en plata del horno, está entre la zona de estirado y dicho límite opuesto, alcanzado por la superficie del vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en uso. La ventaja de ésta y otras características opcionales del aparato, que se mencionarán seguidamente, serán apreciadas por las indicaciones que se han efectuado anteriormente respecto a las ventajas de las características de procedimiento correspondientes.

- 20.
- 25.
30. En las realizaciones más importantes de la inven-

400614



- ción, hay medios para mantener el flujo hacia arriba de vidrio entre la zona de estirado y el citado límite opuesto de la superficie de vidrio y esta corriente hacia arriba se produce a través de toda la anchura del horno o al menos sobre una porción de esta anchura, substancialmente coextensiva con el ancho de la cinta, y esta anchura está determinada por la posición de los rodillos de borde convencionales entre los que son estiradas las márgenes de la cinta estirada.
- 5.
10. Sin embargo, ventajosamente, los aparatos de acuerdo con la invención pueden comprender medios para mantener el citado flujo hacia arriba de vidrio fundido en al menos un lugar que, en vista en planta del horno, es adyacente a un límite lateral hasta el que se extiende la superficie del vidrio fundido cuando el aparato está en uso. Es particularmente beneficioso para el aparato que incorpore medios para mantener tal flujo ascendente de vidrio adyacente a cada límite lateral de tal superficie de vidrio fundido y en ciertos aparatos de acuerdo con la invención, además de los medios de calentamiento para crear el flujo hacia arriba en aquellos lugares, hay medios, tal como se han mencionado anteriormente, para crear una zona caliente directamente detrás de la zona de estirado. En aquel caso el flujo de vidrio fundido hacia el lado posterior de la cinta y hacia sus bordes o márgenes puede ser activado para hacer posible conseguir velocidades de estirado muy elevadas.
- 15.
- 20.
- 25.

Los aparatos de acuerdo con la invención pueden ser de un tipo que comprenden un horno poco profundo, estando los medios estiradores dispuestos para estirar vidrio desde lo más profundo de la masa contenida en el horno; en

30.

400614



este caso los medios para crear una zona caliente local de acuerdo con la invención pueden ser dispuestos de manera que sean efectivos para mantener un flujo hacia arriba de vidrio fundido en aquella zona, sobre toda la profundidad del vidrio fundido en el horno.

5.

Los aparatos de acuerdo con la invención pueden ser, alternativamente, del tipo que comprenden un horno profundo, y con los medios de estirado adaptados para estirar vidrio desde una porción superior de la masa fundida contenida en el horno. En este caso los medios para crear una zona local de calor de acuerdo con la invención, están dispuestos de forma que sean efectivos para mantener un flujo hacia arriba de vidrio fundido en aquella zona al menos en la porción superior de la profundidad del vidrio fundido en el horno, y el aparato está dispuesto de forma que el flujo hacia arriba del vidrio fundido en la zona caliente tiene lugar desde una posición próxima a una porción de pared, de forma que se evita el flujo de vidrio fundido por debajo de la barrera térmica.

10.

15.

20.

Ciertos aparatos de acuerdo con la invención incorporan un umbral colocado de forma que pueda estar completamente sumergido en el vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en funcionamiento, y de forma que el medio de calentamiento o dichos medios mantienen el citado flujo hacia arriba de vidrio fundido encima de tal umbral.

25.

Preferentemente hay medios de calentamiento para mantener la circulación hacia arriba de vidrio fundido desde una posición por debajo del nivel de la parte superior de dicho umbral, de forma que se produce un flujo hacia arriba contra el umbral y continúa sobre su nivel más superior.

30.

Ventajosamente la porción del fondo del horno dis-



5. puesta detrás del umbral o de un umbral, es más elevada que la porción enfrentada al mismo. En este caso se reduce la profundidad del vidrio no usado detrás del umbral. En el caso de un procedimiento de horno de crisol existe además la ventaja de que el vidrio fundido en los niveles más inferiores del horno enfrente del umbral puede ser enfriado más efectivamente, lo cual activa un movimiento hacia abajo más positivo del vidrio que forma la corriente de retorno sumergida.

10. Ventajosamente el aparato comprende un umbral hueco, y dentro de él se disponen medios para generar el calor requerido para crear la zona local de calor en dicho lugar.

15. En otras realizaciones ventajosas, existe un tal umbral constituido por una única pared maciza y los medios para crear la zona local de calor en aquel lugar están dispuestos para generar calor en el fondo de tal pared.

20. Para crear la mentada zona de calor local, ciertos aparatos de acuerdo con la invención están provistos con medios de calentamiento que están incorporados o forman parte de la pared o de una pared que forma dicho umbral o una parte del mismo. A título de ejemplo, una pared como la citada puede estar construída en parte por uno o más elementos refractarios conductores de electricidad, tales como uno o más ladrillos de óxido de estaño, a través de los cuales pueden pasar las corrientes eléctricas. Tales medios de calentamiento pueden tener una superficie que está nivelada con una parte adyacente de la superficie del umbral, o bien retrasada o saliente de la misma.

25. Preferentemente, el aparato incorpora medios de calentamiento para mantener dicha zona caliente local y un
30.

400614



5. umbral en aquella zona, y tales medios de calentamiento están colocados dentro del horno de forma que están, de hecho, en contacto con el vidrio fundido, y adyacentes o separados de tal umbral. A título de ejemplo, los elementos de calentamiento pueden estar colocados sobre el umbral de forma que el calentamiento del vidrio en aquella región puede ser más intenso o el gradiente de temperatura en aquella región puede ser diferente del que sería posible si los elementos calefactores estuviesen colocados debajo del umbral o en el mismo.
10. Naturalmente, los elementos calentadores pueden estar dispuestos a un nivel inferior para proporcionar al vidrio adyacente al umbral un impulso hacia arriba.

15. De acuerdo con una disposición muy satisfactoria se ha previsto tales medios de calentamiento para calentar vidrio fundido en el horno y mantener el citado flujo de vidrio fundido, cuyos medios de calentamiento generan calor directamente dentro del horno.

20. En las realizaciones más preferidas de aparatos de acuerdo con la invención, los medios de calentamiento para mantener dicha barrera térmica comprenden electrodos entre los cuales puede ser hecha pasar una corriente eléctrica a través del vidrio fundido en el horno. Tales electrodos pueden ser en forma de placas o barras, pero los mismos están formados preferentemente por cubetas de metal fundido o de sales de metal fundidas.
25. En una disposición, hay al menos un electrodo dispuesto encima de tal umbral, pero preferentemente los medios de calentamiento comprenden electrodos situados en lados opuestos del mismo.

30. Es ventajoso colocar un electrodo debajo de la posición en la que la cinta de vidrio es estirada desde

400614



- la superficie del vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en uso. A título de ejemplo, una barra de estirado puede ser dispuesta en aquella posición y puede incorporar o sostener un electrodo. Un electrodo colocado debajo de la posición de estirado tal como se ha indicado, puede, en cualquier caso, ser incorporado o ser sostenido por un elemento que es integral con la pared extrema posterior del horno o está unido a ella. En algunos casos, la ausencia de un camino libre detrás de tal electrodo, a lo largo del cual el vidrio fundido puede fluir hacia arriba, hacia el trayecto de la corriente eléctrica de calentamiento, desde un nivel inferior en el horno, es beneficioso al promover unas mejores condiciones térmicas y dinámicas del flujo dentro del horno.
- 5.
- 10.
15. El empleo de electrodos para calentar el vidrio fundido evita la necesidad de transmitir energía térmica a través de los refractarios, con el riesgo consiguiente de que los mismos se calienten hasta tal punto que implique un riesgo substancial de corrosión de los refractarios por el vidrio fundido. Además hay menos riesgo de inducir corrientes de convección turbulentas y no controlables en el vidrio, que en los casos donde se utilizan medios calentadores que se fundamentan completamente en corrientes de convección en el vidrio para calentar el vidrio en la zona caliente.
- 20.
25. El empleo de electrodos dispuestos en lados opuestos del umbral permite calentar un mayor volumen de vidrio en la zona de calentamiento, dando lugar a una corriente hacia arriba muy señalada. Pueden disponerse, convenientemente, electrodos con grandes áreas de superficie en aquellas posiciones donde es deseable evitar elevadas densida-
- 30.

400614



5. des de corriente y la formación de burbujas. Es ventajoso que la parte superior del umbral esté muy cerca del nivel de superficie del vidrio fundido, de manera que proporcione una densidad de corriente elevada sobre el umbral y que éste resulte tan eficaz como sea posible como barrera contra el movimiento de las impurezas hacia dentro de la zona de estirado.

10. Cuando se utilizan electrodos en lados opuestos del umbral y en el fondo del horno, resulta ventajoso que este fondo esté, detrás del umbral, a un nivel más elevado que delante del mismo porque en aquel caso, en adición a las ventajas atribuibles a tal diferencia en el nivel, según se ha indicado anteriormente, existe la ventaja de que los electrodos pueden estar más juntos entre sí.

15. En el caso donde se emplean electrodos, uno de ellos, por lo menos, puede ser hecho de metal sólido o de un material refractario conductor eléctrico, dándose preferencia a los metales preciosos refractarios, molibdeno, tungsteno, SnO_2 , incorporándose agentes contaminantes si se requiere. Se ha comprobado que estos materiales se comportan satisfactoriamente en el vidrio fundido a una temperatura elevada aún cuando una corriente eléctrica pase a través de la superficie del material en contacto con el vidrio. Además, los electrodos sólidos pueden ser de una forma seleccionada de manera que se consiga una distribución de densidad de corriente predeterminada.

20. Existen ventajas especiales cuando se emplean electrodos compuestos de metal fundido o sales de metal fundido. Si el metal o la sal fundida es más pesado que el vidrio fundido, los electrodos están dispuestos debajo del vidrio

25. 30.

400614

24 FEB 1972



- fundido y ayudan a reducir la resistencia por rozamiento al flujo de vidrio fundido en el horno. Es posible emplear electrodos compuestos de metal fundido o sales metálicas fundidas de un menor peso específico que el vidrio fundido. Tales electrodos no impiden de forma alguna las corrientes de superficie de vidrio fundido. Tales electrodos pueden ser fácilmente cambiados en el curso del tiempo y su grosor puede ser alterado cuando se requiera; además sus propiedades eléctricas pueden ser modificadas cambiando sus composiciones químicas, sin interrumpir la producción del vidrio en hojas.
- 5.
- 10.

Metales fundidos apropiados, más pesados que el vidrio son el estaño y el plomo. Estos metales tiene una elevada conductividad eléctrica.

- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- De acuerdo con una característica opcional pero muy ventajosa se dispone en el horno una cavidad para contener un electrodo compuesto de metal o sal metálica fundida en contacto con el vidrio fundido en el horno, y tal cavidad tiene una prolongación que conduce a una región más fría, donde el metal o la sal metálica que ocupa tal extensión pueden ser conectadas a un cable conductor. De esta forma se resuelve el problema de mantener una buena conexión eléctrica del cable a un electrodo en una zona de temperatura muy elevada, por ejemplo en el lado de la zona de estirado de un umbral. A título de ejemplo, un electrodo de estaño fundido puede ser contenido en una cavidad que tiene un canal de prolongación hasta una zona más fría, de forma que el estaño en este canal está en un estado sólido o al menos más frío, y el cable puede ser conectado al estaño sólido o más frío. Un electrodo de sales metálicas fundi-

400614 24



das puede hacer contacto de la misma manera con un cuerpo de la misma u otra sal metálica en condición sólida o en cualquier caso más fría, teniendo en cuenta que la sal más fría sea lo suficiente conductora eléctricamente.

5. El horno de un aparato de acuerdo con la invención puede estar provisto con al menos una abertura de sangrado superficial en una posición situada en una pared límite de la misma opuesta a la posición donde están dispuestos los medios para crear una zona caliente local. Cuando el aparato está funcionando puede retirarse continuamente una pequeña cantidad de vidrio continua o intermitentemente desde la superficie del vidrio fundido por medio de dicha abertura de sangrado. La retirada de vidrio desde la superficie de aquella manera, induce una corriente hacia fuera a través de la parte superior de la barrera térmica y que sirve de seguridad adicional contra el flujo de impurezas hacia el interior.
- 10.
- 15.

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 de la figura 1;

- La figura 3 es una sección longitudinal y vertical de una parte de una máquina de tipo Colburn;

30. la figura 4 es una sección longitudinal y verti-

400614



cal de otra máquina de tipo Colburn, habiendo sido tomada la sección en la línea IV-IV de la figura 5;

La figura 5 es una vista en planta despiezada, de una parte de la máquina mostrada en el figura 4;

5. 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 Pittsburgh;

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 "striascop") de una muestra de vidrio en hoja de acuerdo con la invención,

La figura 21 muestra las franjas de interferencia

400614



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

400614



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-. 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, una cámara de estirado y una sección de torre a través de

400614



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 menester 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 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 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 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 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 desvitricado
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

400614



- adyacentes a las porciones de pared -6-, -7-, -8-, -9-, -10- y -11-, y de que se separen granos de material refractario corroido 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.



400614

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.

400614



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.

10. Dentro del horno -20-, en una posición situada entre la zona de estirado y la pared extrema posterior -22-, hay 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.

15. 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

20. -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

25. 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 separada hacia dentro desde aquella pared a lo largo de la

30.

400614



- 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 desvitricado 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%.
- 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 transportada.

400614²



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 comprensión 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.

5.

El horno -31- tiene una pared posterior extrema -37- y una solera que comprende secciones -38- y -39- lado a lado

10.

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

15.

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

20.

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

30.

del vidrio fundido sobre el umbral -40- fue de 30 Kw. Esta

400614



5. 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. 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 desvitrificado 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

400614



1972

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

400614



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 densidad de corriente dentro del vidrio nunca excede de 0,6 A/cm².

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-, 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

400614



5. -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 desvitrificado y de material refractario corroído.
10. 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-.
15. 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
- 20.
- 25.
- 30.

400614



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.

400614



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



400614

- 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.
- 5.
- 10.
- 15.

A modo de modificación del procedimiento descrito con referencia a las figuras 7 y 8, los electrodos de placa metálica pueden ser substituidos 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:

- 20.
- 25.
- 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.
- 30.

400614



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 ataguía -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



400614

- 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 arca 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 consecuentemente
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



mente en mayor grado en aquella posición. Cualquiera 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 compartimiento 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.

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

400614



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. 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
15. 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-.

20. Una característica especial de la máquina ilustrada

25. 30.

400614²



5. 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.

10. 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.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

400614



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-

400614



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.

400614



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.

400614



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 horno y contrarresta la tendencia de las corrientes de vidrio fundido a fluir por encima del umbral desde el compartimiento -151- al -152-.

10. 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 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 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, 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.

400614 24 FEB 1972



- 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 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 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-.
- 10.
- 15.

- En lugar de la forma tradicional de barra de estirado, la máquina incorpora una barra -176- que tiene un rebaje -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 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-
- 20.
- 25.
- 30.



400614

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 tal superficie fluye al lado posterior de la cinta y es

15. 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

25. aquel caso, las irregularidades en la superficie de la barra 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



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 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 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 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.

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.

En la máquina mostrada en la figura 19, la pared

400614



2
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 mod-
- 20.
- 25.
- 30.

400614



- 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
5. 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
10. 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.
15. 20.

Quando 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.

400614



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.

15.

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 "stria-scope".

20.

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 distribuídas 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.

25. x

30.

Esta sugestión se deriva particularmente por la presencia de curvas con-

400614²⁴



- 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.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- 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 "striascopé", producida bajo las mismas condiciones que la imagen de la figura 20, de parte de un canto

400614²⁴



- de una muestra de vidrio en hoja estirado mediante el procedimiento clásico 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. 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.
10. 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
15. 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. 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
25. 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.
- 30.

400614



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.

400614



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.
- 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



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

4006142



- f 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. 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.
15. 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
- 20.
- 25.
- 30.



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 Pittsburgh 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:

1. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, comprendiendo dicho aparato un horno que tiene un extremo de alimentación en el que el horno puede ser alimentado continuamente con vidrio fundido, y medios para estirar continuamente una cinta de vidrio, hacia arriba desde una superficie de vidrio situada en una zona de estirado del horno, caracterizado porque hay provistos medios para calentar localmente el vidrio fundido en el horno en al menos un lugar que, en vista en planta del horno, está sepa-

20.

25.

400614



5. rado hacia fuera respecto de un límite de dicha superficie, con el fin de mantener en aquel lugar una barrera térmica, formada por un flujo ascendente de vidrio fundido que se eleva hasta la citada superficie desde una posición próxima a una porción de pared del horno o comprendida en el mismo mediante lo cual dicha porción sirve para evitar que el vidrio fundido que se halla detrás de dicha barrera fluya por debajo de la misma.

10. 2. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 1, donde la zona de estirado está separada de aquel límite de la superficie del vidrio fundido en el horno que se halla opuesto al extremo de alimentación del mismo, caracterizado porque hay previstos medios de calentamiento locales para mantener
15. el flujo hacia arriba de vidrio en un lugar que, en vista en planta del horno, se halla entre la zona de estirado y el citado límite opuesto, alcanzado por la superficie de vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en funcionamiento.

20. 3. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque los medios de calentamiento para mantener el flujo ascendente de vidrio entre la zona de estirado y el límite opuesto de la superficie del vidrio produciéndose dicho
25. flujo hacia arriba al menos sobre una porción de la anchura del horno, coextensiva con la anchura de la cinta.

30. 4. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque los medios de calentamiento están dispuestos para mantener el flujo hacia arriba de vidrio

400614 24



fundido en al menos un lugar que, en vista en planta del horno, es adyacente a un límite lateral hasta el que se extiende la superficie de dicho vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en funcionamiento.

5. 5. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los medios de calentamiento están dispuestos de manera que son efectivos para mantener un flujo hacia arriba de vidrio fundido sobre toda la profundidad del horno.

10. 6. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los medios de calentamiento están colocados de manera que son efectivos para mantener un flujo hacia arriba de vidrio fundido en una porción superior de la profundidad del horno.

20. 7. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque hay al menos un umbral situado de forma que está completamente sumergido en el vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en funcionamiento, de manera que el medio o los medios de calentamiento mantienen un flujo hacia arriba de vidrio fundido sobre tal umbral.

25. 8. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque hay medios de calentamiento para mantener un flujo hacia arriba de vidrio fundido desde una posición junto a una cara lateral del umbral.

30. 9. Aparato para la fabricación de vidrio en ho-

400614

24



jas, de acuerdo con la reivindicación 7 ó 8, caracterizado porque hay al menos un umbral hueco y medios dispuestos para generar calor dentro de tal umbral.

5. 10. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque hay al menos un umbral formado por una sola pared maciza y medios dispuestos para calentar el fondo de tal pared, a fin de crear un flujo hacia arriba de vidrio fundido por encima de tal umbral.

10. 11. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque hay al menos un umbral que tiene una pared que incorpora medios de calentamiento o está formado por dicha pared.

15. 12. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 11, caracterizado porque hay al menos un umbral que tiene una superficie sobre la que hay dispuestos medios para calentar el vidrio fundido en el horno de manera que están en contacto con el mismo cuando el aparato está funcionando.

20. 13. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, caracterizado porque hay medios de calentamiento para mantener un flujo hacia arriba de vidrio que se eleva por encima de un umbral, estando dispuestos tales medios adyacentes a dicho umbral o separados del mismo y en una posición tal que está en contacto con el vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en funcionamiento.

30.5

14. Aparato para la fabricación de vidrio en ho-

400614



5. jas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque los citados medios de calentamiento, para calentar el vidrio fundido en el horno y mantener el flujo hacia arriba de vidrio fundido, están previstos de manera que generan calor directamente dentro del horno.

10. 15. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizado porque hay electrodos entre los que se puede hacer pasar corriente eléctrica a través de vidrio fundido en el horno, para mantener el flujo de corriente hacia arriba del mismo.

15. 16. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizado porque hay al menos un electrodo formado por una laguna de metal fundido o de sales metálicas fundidas.

20. 17. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, caracterizado porque hay al menos un electrodo dispuesto encima de un umbral, colocado éste de manera que esté completamente sumergido en el vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en funcionamiento,

25. 18. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con las reivindicaciones 15, 16 o 17, caracterizado porque hay electrodos dispuestos en lados opuestos en un umbral, situado de forma que están completamente sumergidos, en el vidrio fundido cuando el aparato está en funcionamiento.

30. 19. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 18, caracteri-

400614



zado porque hay dispuesto un electrodo debajo de la posición donde la cinta es estirada desde la superficie de vidrio fundido en el horno cuando el aparato está en funcionamiento.

5. 20. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 18, caracterizado porque debajo de dicha posición de estirado hay una barra de estirado que incorpora o sostiene el citado electrodo.

10. 21. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con las reivindicaciones 19 o 20, caracterizado porque el electrodo situado debajo de la posición de estirado está incorporado en, o es sostenido por, un elemento que es integral con la pared extrema posterior del horno o está unido a ella.

15. 22. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con las reivindicaciones 15 a 21, caracterizado porque hay al menos un electrodo hecho de material sólido o de un material refractario conductor eléctrico.

20. 23. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 22, caracterizado porque hay al menos un electrodo hecho de un material precioso refractario, molibdeno, tungsteno o SnO, con o sin incorporar un agente contaminante.

25. 24. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 23, caracterizado porque hay al menos un electrodo compuesto de metal fundido o sales metálicas fundidas.

30. 25. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con la reivindicación 24, caracterizado porque hay al menos un electrodo compuesto de estaño o plomo.

40061424



5. 26. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 15 a 25, caracterizado porque hay al menos una cubeta para contener un electrodo fundido en contacto con vidrio fundido dentro del horno, y dicha cubeta se comunica con una prolongación situada en una región más fría, y el material de dicha prolongación y que está en contacto conductor eléctrico con tal electrodo fundido está conectado mediante un cable a una fuente de fuerza electromotriz.

10. 27. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 26, caracterizado porque hay al menos un umbral situado de manera que está completamente sumergido en el vidrio fundido en el horno cuando, el aparato está en funcionamiento y que está situado entre porciones del fondo situadas a niveles diferentes.

20. 28. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 27, caracterizado porque el horno está provisto con al menos una abertura de sangrado superficial para retirar vidrio fundido desde su superficie en el horno, estando colocada tal abertura de sangrado detrás de una posición donde se mantendrá el flujo hacia arriba de vidrio fundido cuando el aparato está en funcionamiento.

25. 29. Aparato para la fabricación de vidrio en hojas.

Todo ello según queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de cincuenta y ocho hojas foliadas escritas a máquina por una sola

400614



cara.

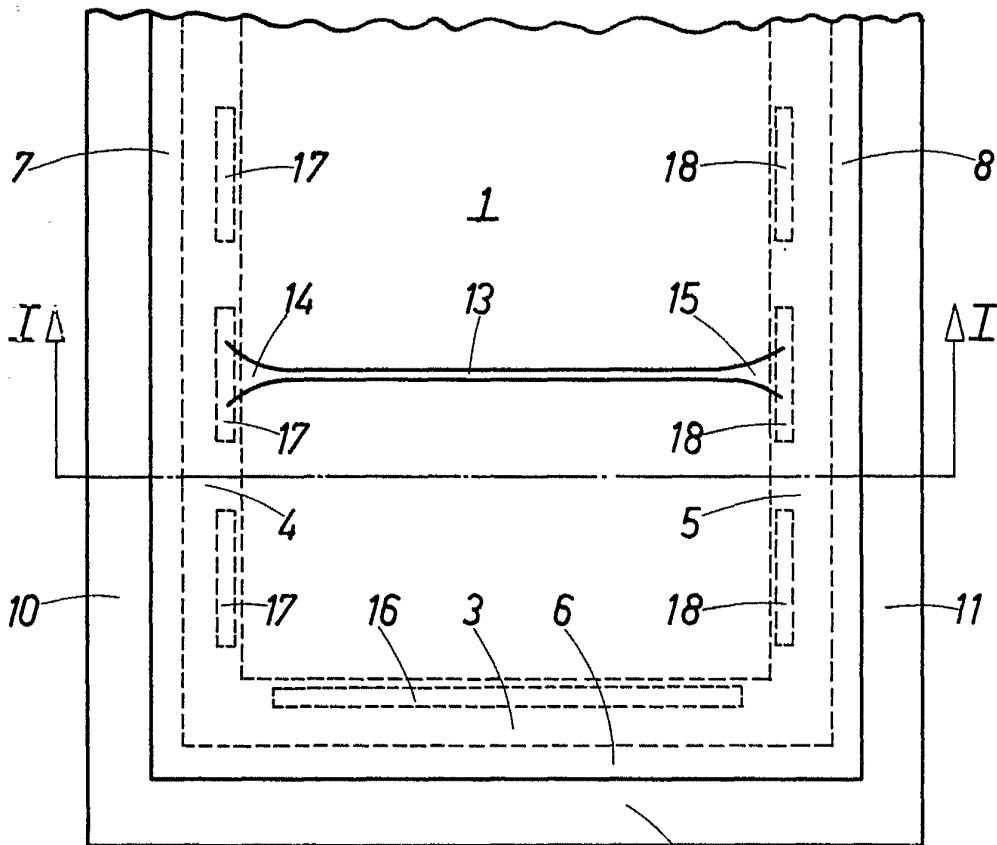
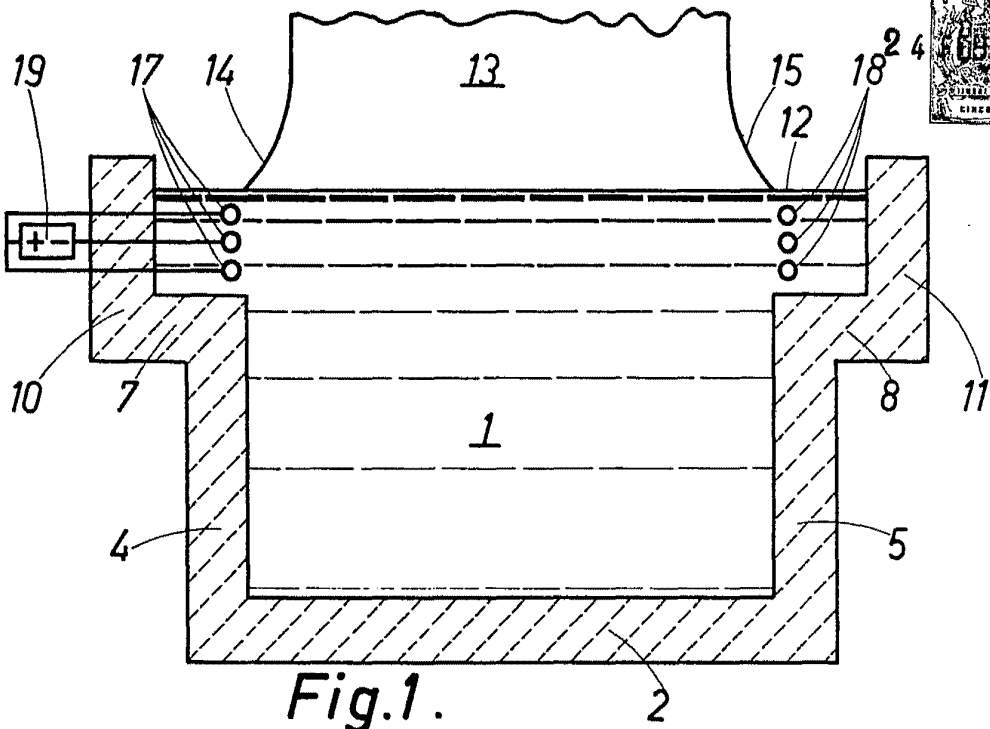
Barcelona, 24 de febrero de 1972

GLAVERBEL

p. a.

GLAVERBEL

400614



Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

21707/12

400614

DOCE HOJAS
HOJA Nº 2

GLAVERBEL

400614

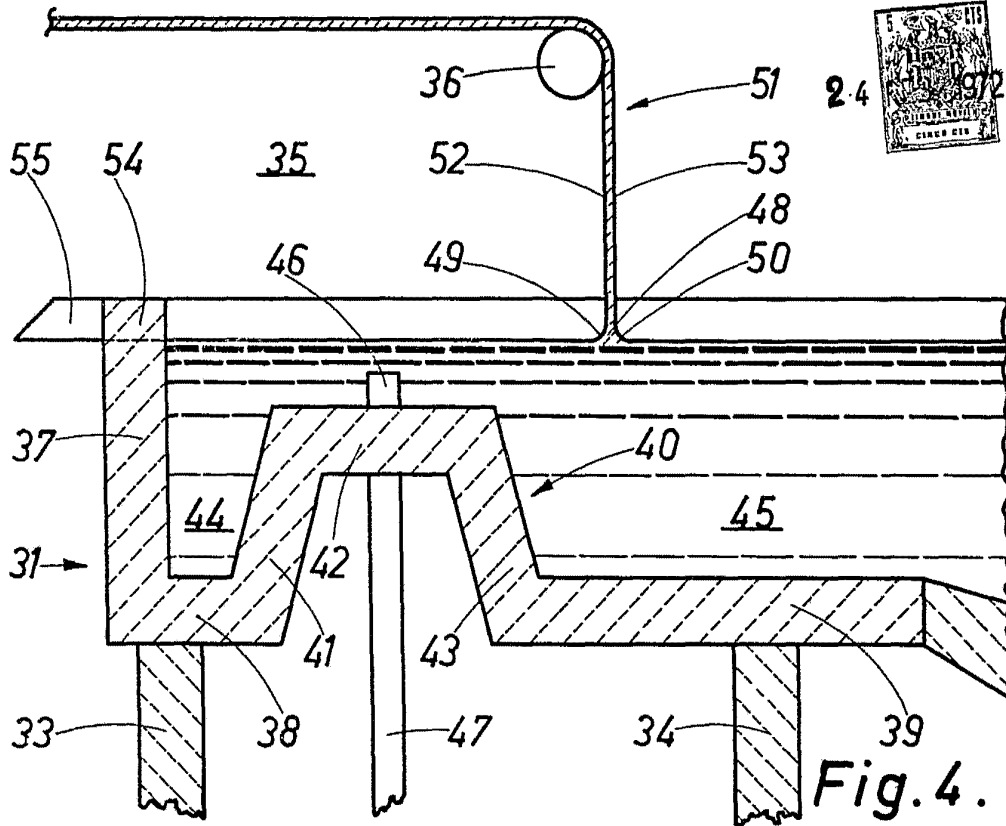


Fig. 4.

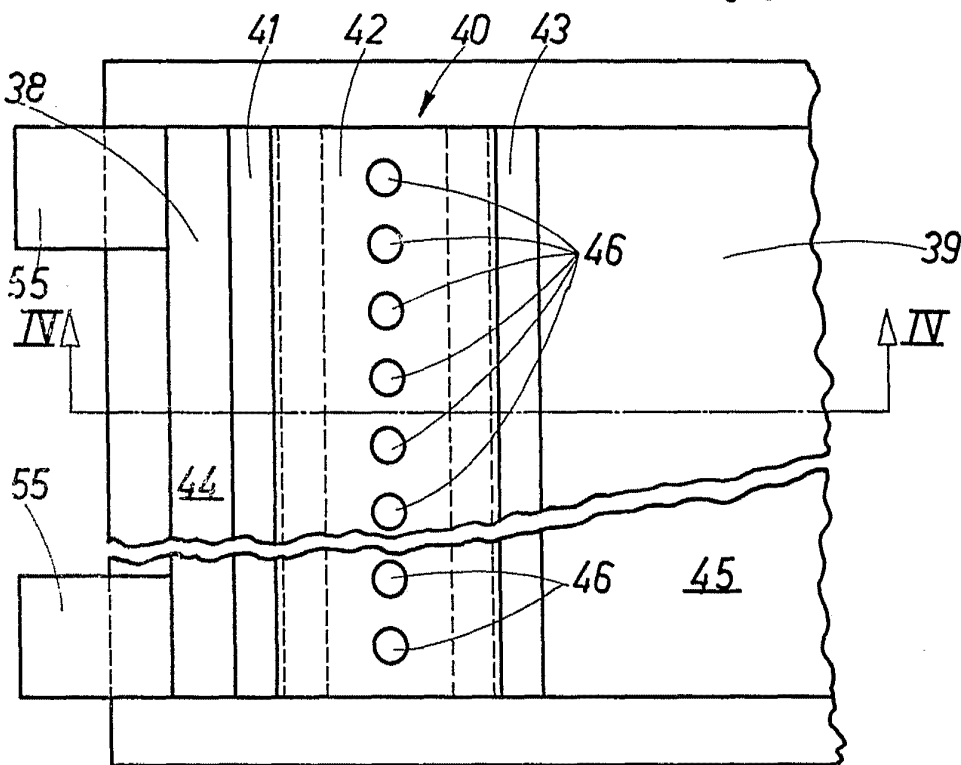


Fig. 5.

Barcelona, 24 febrero 1972
p.a.

21707/112



24

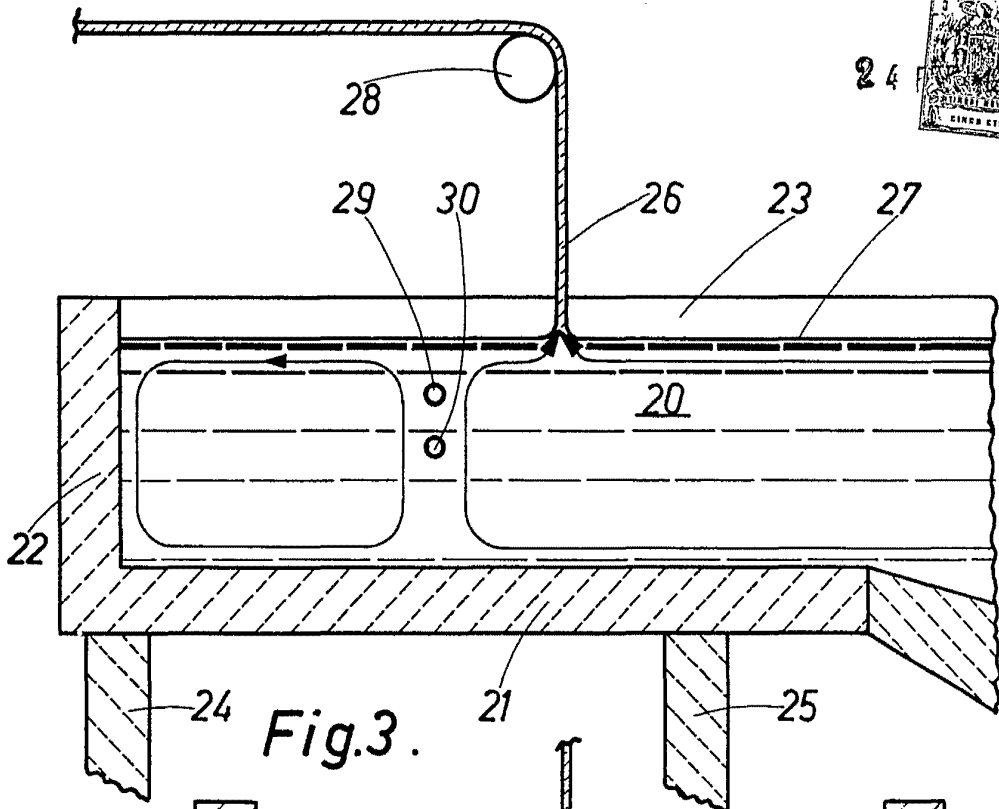


Fig. 3.

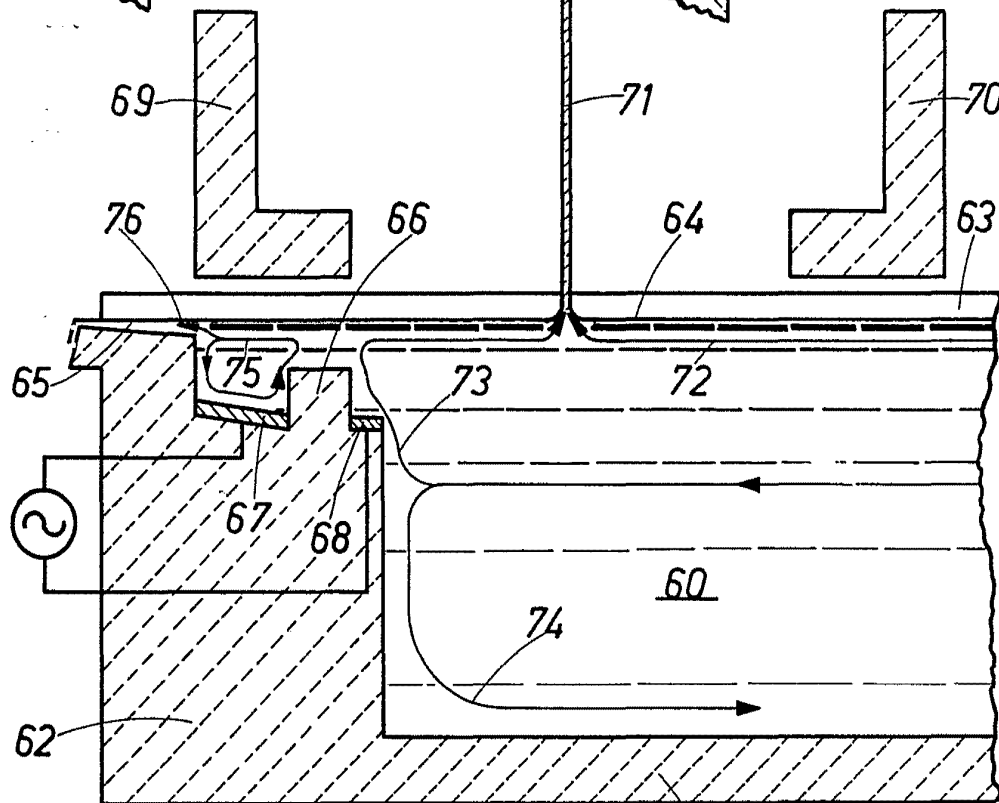


Fig. 6.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.e.

21707/12

400614

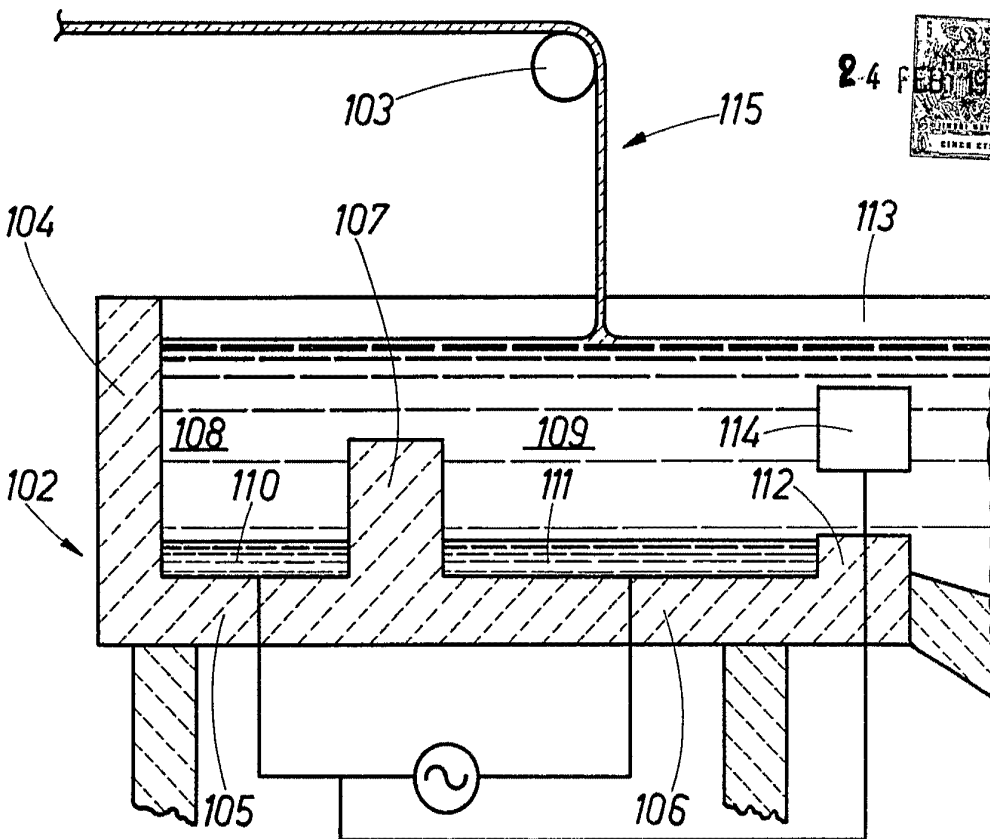


Fig.9.

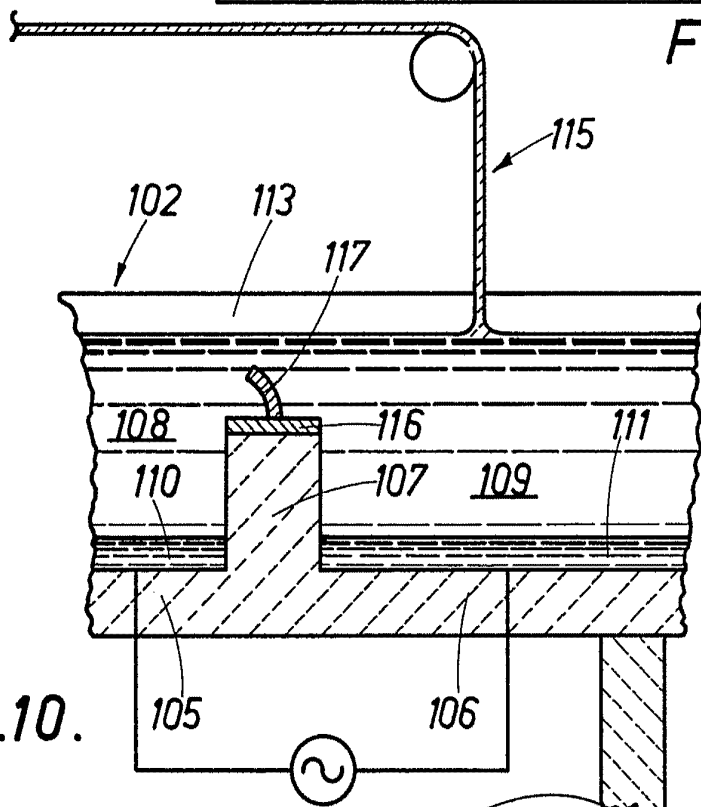


Fig.10.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

21707/12

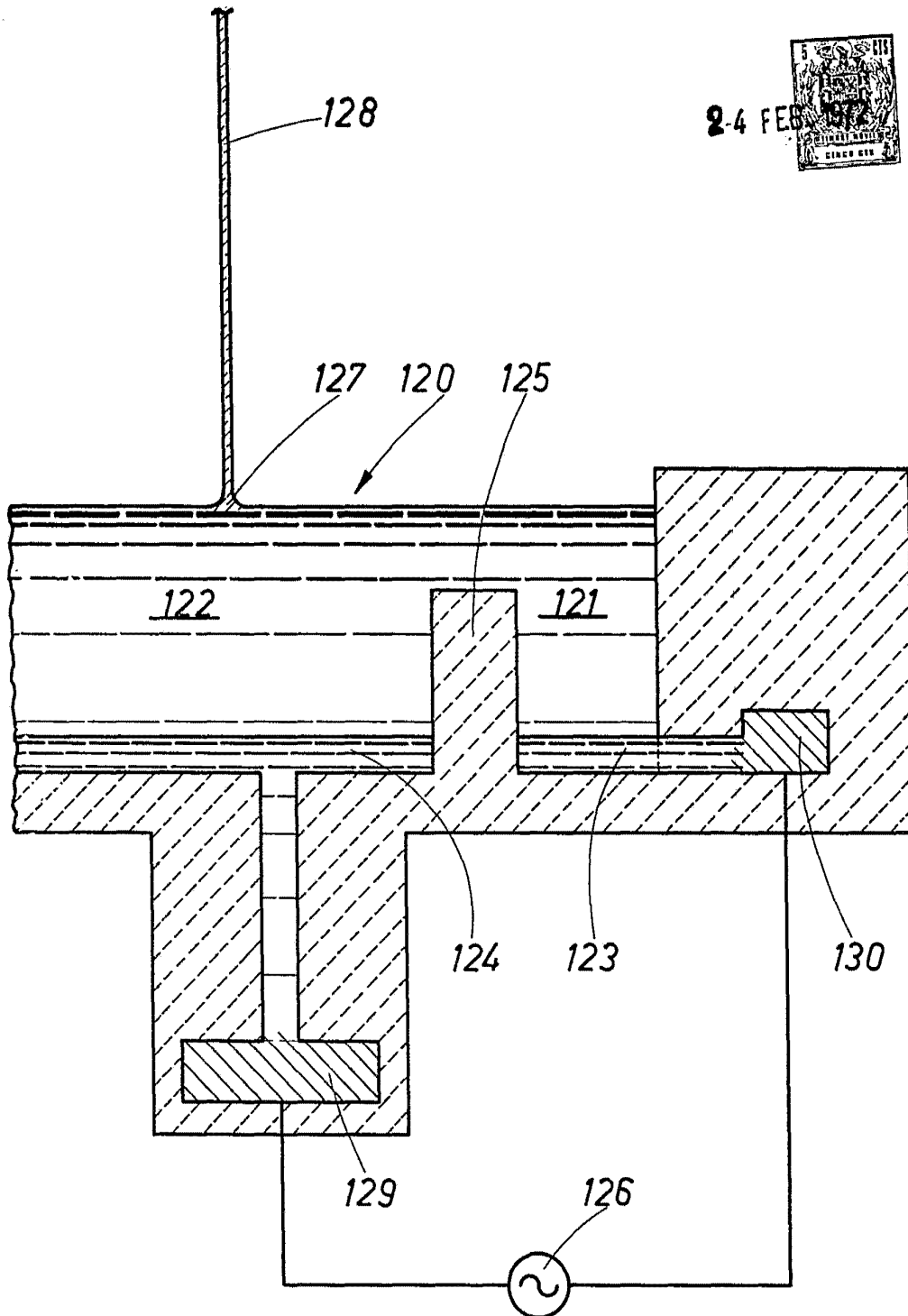
400614

DOCE HOJAS

HOJA Nº 6

GLAVERBEL

400614



21707/12

Fig.11.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

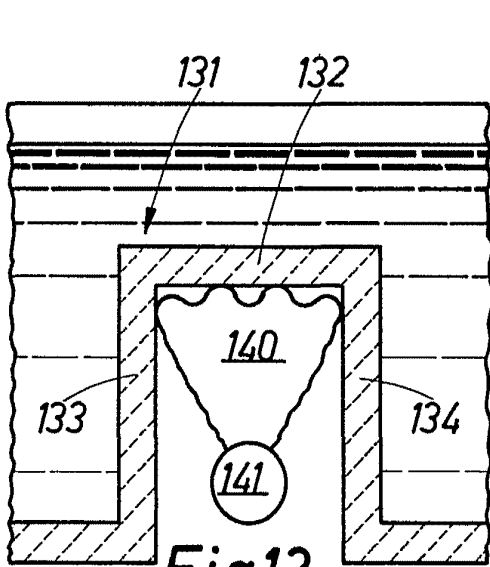


Fig.12.

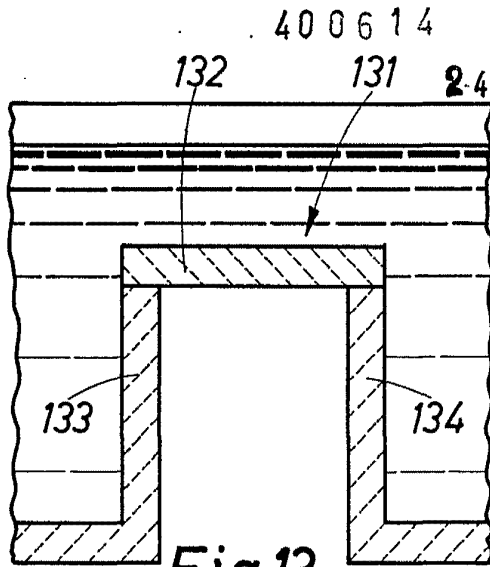


Fig.13.

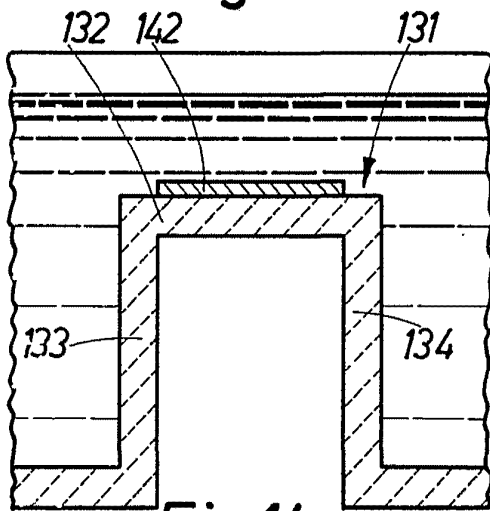


Fig.14

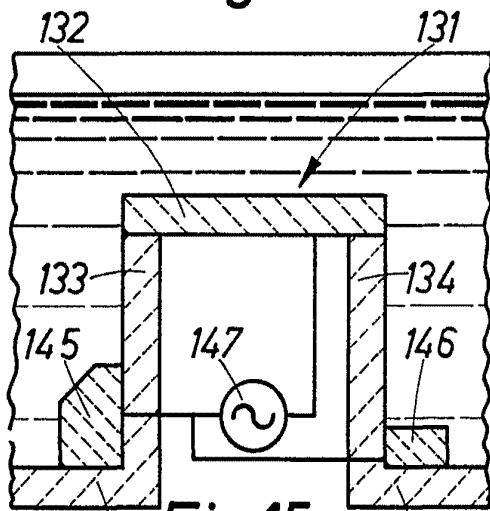


Fig.15.

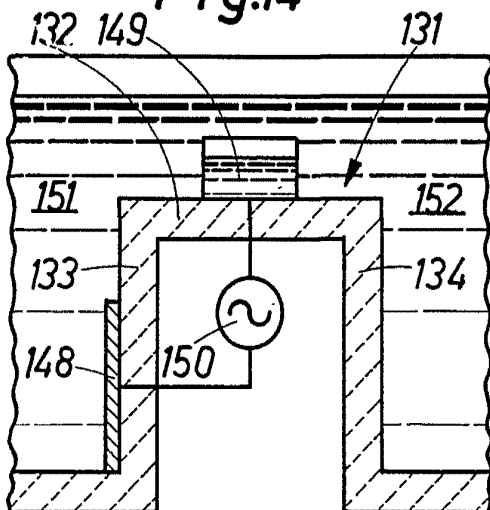


Fig.16.

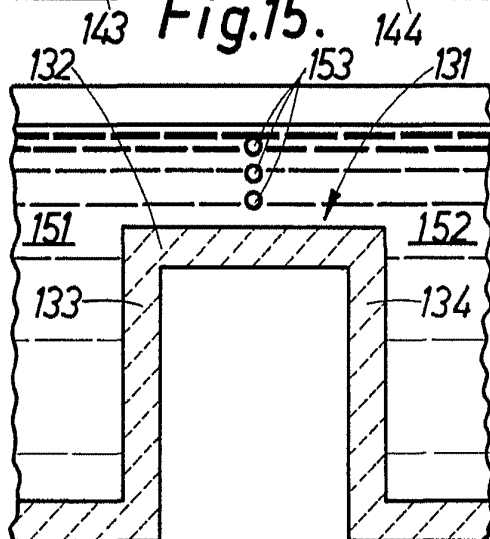


Fig.17.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
P.E.

21707/12

400614

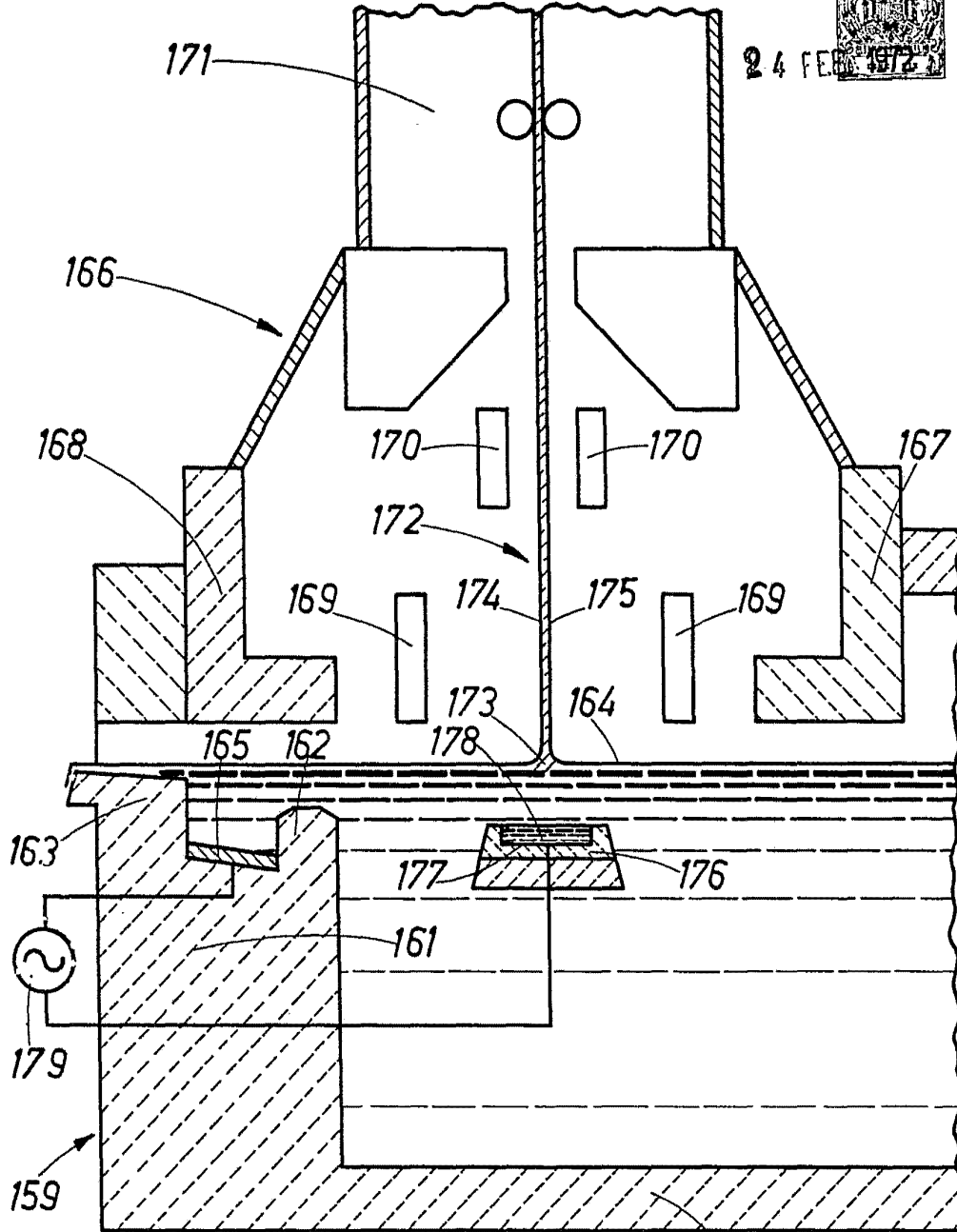


Fig.18.

160

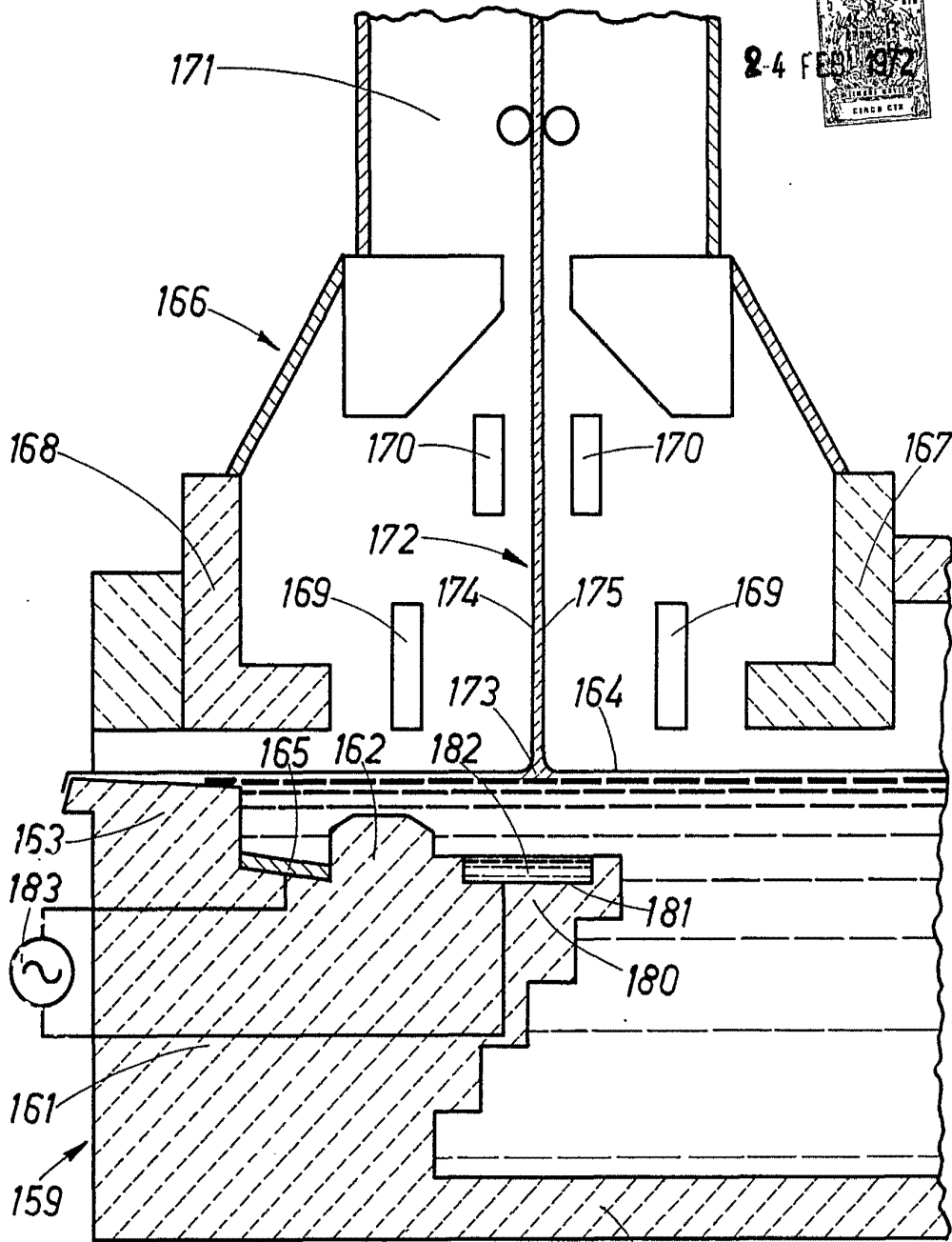
Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

[Handwritten signature]

21707/12



2-4 FEB 1972



21707/12

Fig.19.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

160
[Handwritten signature]

400614



Fig.20.

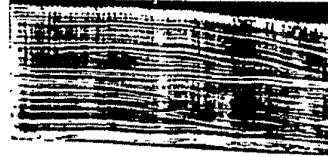


Fig.22.



Fig.24.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
P.a.

21707/12

400614

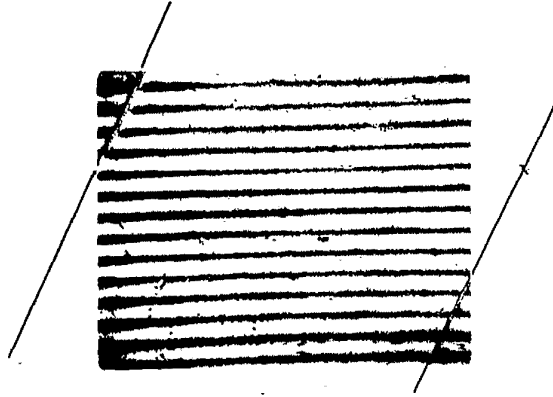


Fig. 21.

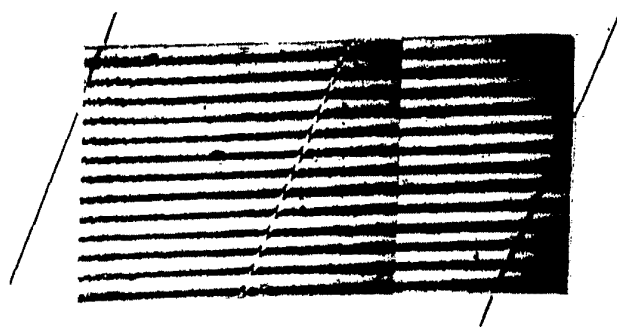


Fig. 23.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over the typed text.

21707/12

400614

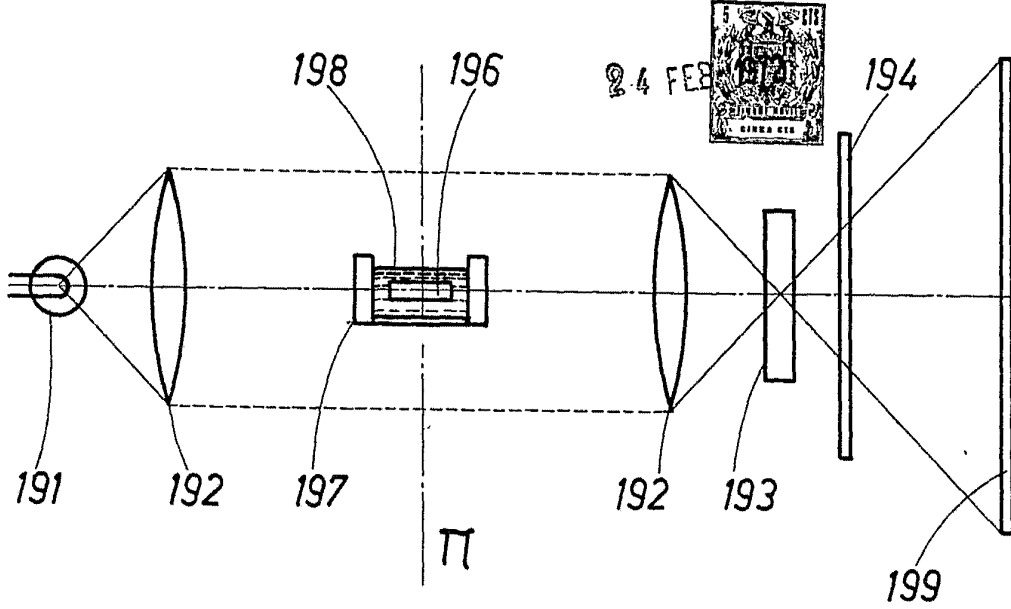


Fig.25.

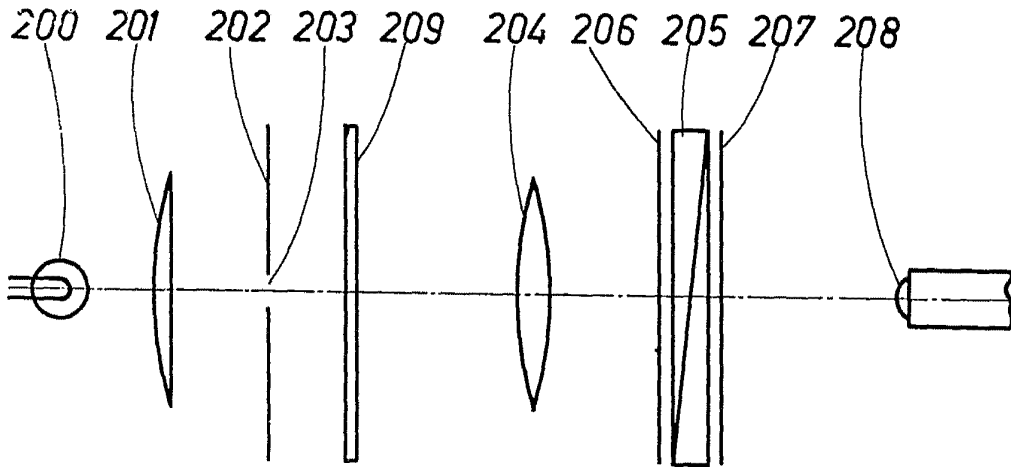


Fig.26.

Barcelona, 24 de febrero de 1972
p.a.

[Handwritten signature]

21707/12