

229465

P.- 14.542 .-

A 17503. "2027-A"
2027.A23 L J R:PEW:ta
(apparatus)

26 JUN 1956



229465

26 JUN 1956

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de PITTSBURGH PLATE GLASS COMPANY, entidad norteamericana, establecida en One Gateway Center, Pittsburgh, Pensilvania, Estados Unidos de América, por:

"UN APARATO PARA EL RECOCIDO CONTROLADO DE VIDRIO LLEVADO A TRAVES DE EL EN FORMA DE UNA CINTA"

=====

Esta invención se refiere en general al recocido del vidrio y más específicamente a un aparato para el control sustancialmente uniforme de la temperatura del vidrio que se enfría a medida que atraviesa la zona de recocido con objeto de obtener las características de vidrio deseadas.

5



229465

Una aplicación específica de la invención se expone en relación con una máquina de estirado vertical de vidrio para ventajas en la que el recocido del vidrio se mejora controlando una porción del cambio de temperatura en el vidrio, a medida que éste pasa del estado fundido al producto terminado, de la manera controlada que enseña la invención. La aplicación de la invención a un horno de recocido dispuesto horizontalmente se presenta también por una modificación de la exposición principal.

Es cosa admitida que el arte de recocer el vidrio es antiguo por lo cual se encuentran muchas descripciones de métodos y aparatos en las patentes de la técnica anterior empleadas con el fin de intentar recocer el vidrio en diversas condiciones. Las curvas de recocido óptimas teóricas para varias composiciones y formas de vidrio se calculan fácilmente, pero hasta ahora se han encontrado grandes dificultades para obtener en la práctica los resultados deseados. Estas dificultades aumentan grandemente al intentar obtener los resultados deseados en una máquina de estirado del vidrio para ventanas en la que el control exacto de la temperatura es entorpecido por las necesarias características estructurales de tales máquinas. Esto es particularmente así debido a la necesidad de completar el recocido en el corto recorrido del vidrio a través de la máquina.

La finalidad del control mejorado de la velocidad de enfriamiento de la lámina u hoja de vidrio durante el estirado y el recocido del mismo es producir un vidrio que



posee un mínimo de curvatura transversa, ~~características~~ 20465
ópticas óptimas resultantes de un espesor más uniforme
de la lámina, un diagrama de tensiones residuales general
sustancialmente uniforme y mejoras características de cor-
tado.

5

Se ha encontrado que la tensión residual pre-
sente en el vidrio recocido es función del tiempo que el
vidrio se mantiene dentro de su zona de temperatura de
recocido y de la manera en que el vidrio se enfría en di-
cha zona. Existe una zona óptima de tensiones residuales
en el vidrio que hace a éste más adecuado para el corte.
Los valores de tensión altos tienden a aumentar las difi-
cultades del cortado al aumentar la tendencia de una frac-
tura, corrección a apartarse de una línea de señal hecha por
una herramienta cortante. Los valores de tensión que son
demasiado bajos indican que el vidrio está demasiado bien
recocido y se dice que está muerto y es igualmente difícil
de cortar.

10

15

20

25

Aunque es conveniente mantener el vidrio esti-
rado durante por lo menos un periodo mínimo dentro de la
zona de recocido, la velocidad de enfriamiento del vidrio
tanto encima como debajo de la zona de recocido no afecta
sustancialmente a los valores de la tensión residual presen-
tes en el vidrio recocido. Se ha demostrado que la lisura
del vidrio recocido se mejora reduciendo los gradientes de
temperatura en el vidrio que se va a estirar, tanto de bor-
de a borde como de superficie a superficie y que las ten-



229465

siones debidas al enfriamiento del vidrio que se recuece se reducen al minimo controlando el gradiente de temperatura del centro a la superficie.

5 Un objeto primordial de la presente invención es recocer vidrio por un control mejorado de la velocidad a la cual se enfría el vidrio a varias temperaturas y especialmente, en la zona de recocido, para proporcionar el vidrio recocido una tensión óptima para el cortado.

10 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una sección de recocido para uso en la fabricación de vidrio en la que la velocidad de enfriamiento del vidrio se controla de manera que el vidrio se enfría muy rápidamente desde su estado fundido hasta una temperatura sustancialmente en el límite superior de la zona de recocido, se mantiene
15 en la parte superior de la zona durante un corto tiempo, luego se enfría lentamente, pero a un ritmo incrementado a través de la zona, y después se enfría con relativa rapidez bajo la zona, para producir vidrio recocido que posee un diagrama de tensiones residuales convenientes.

20 La presente invención se comprenderá por el estudio de la siguiente descripción de una incorporación estructural típica de la presente invención considerada en unión de los dibujos anejos.

En los dibujos:

25 La figura 1 es una vista en alzado lateral, parcialmente esquemática, que muestra una configuración estructural típica de elementos de control utilizados en el control



229465

de la temperatura de la lámina de vidrio a medida que una lámina de vidrio es estirada verticalmente hacia arriba;

5 La figura 2 es una vista en sección transversal tomada en ángulo recto con respecto a la vista de la figura 1;

10 La figura 3 es una vista en sección transversal detallada de un medio refrigerante utilizado para enfriar rápidamente el vidrio laminar estirado verticalmente desde su temperatura de baño fundido a la región superior de la zona de recocido y que constituye un elemento estructural nuevo en una incorporación típica de la presente invención;

15 La figura 4 es un cuadro que muestra una curva de enfriamiento ideal para lámina de vidrio estirado verticalmente en la que la temperatura de las superficies de la lámina de vidrio estirado verticalmente se compara con su posición vertical en un horno de recocido dispuesto verticalmente durante su ascensión en el horno;

20 La figura 5 es un diagrama esquemático de un circuito eléctrico de un circuito de control eléctrico, típico, útil con la presente invención;

25 La figura 6 es una vista parcialmente simbólica de porciones de un horno horizontal provisto de elementos de control de la temperatura para controlar la temperatura de una lámina de vidrio transportada horizontalmente a medida que el vidrio atraviesa varios puntos de comprobación dentro del horno de recocido de acuerdo con lo que enseña la presente invención;



229465

La figura 7 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de las líneas 7-7 de la figura 6;

5 Para lograr los objetos de la presente invención, el enfriamiento del vidrio estirado se controla de forma que el vidrio se enfríe rápida y uniformemente desde el estado fundido al límite superior de la zona de recocido y luego se enfríe a través de su zona de recocido de tal manera que el vidrio se recueza adecuadamente al grado requerido para que el vidrio se corte fácilmente en una operación posterior.

10 La temperatura de una lámina de vidrio se enfría rápida y uniformemente al límite superior de la zona de recocido mediante una pluralidad de refrigerantes y refrigerantes diferenciales, describiéndose éstos más adelante como constituidos por tubos enfriados por agua y elementos de calentamiento. El efecto refrigerante de éstos se regula mediante circuitos eléctricos. Cada circuito utiliza un elemento sensible al calor dispuesto en una porción de la superficie de la lámina de vidrio ascendente para controlar el flujo de corriente en un calentador por resistencia mediante un dispositivo que puede incluir un reactor saturable y un circuito de reacción.

15 20 25 Se disponen elementos de calentamiento adicionales en la región en que la temperatura del vidrio está dentro de la zona de recocido. El funcionamiento de cada elemento de calentamiento adicional se controla por la acción de un circuito que comprende un medio interruptor sensible



12

229465

a la temperatura, un reactor saturable y un circuito de reacción. Cada medio sensible a la temperatura se dispone de una zona superficial diferente del plano que define la trayectoria de la lámina de vidrio y se ajusta para proporcionar la temperatura deseada para la superficie de la lámina de vidrio en dicha zona. Por tal dispositivo la lámina de vidrio se puede mantener a una temperatura fija, tal como la superior de su zona de recocido (por ejemplo 551°C), durante un periodo deseado que permita la igualación de la temperatura del vidrio en todo su espesor. Luego la lámina se enfría en y bajo su zona de recocido de conformidad con la curva de enfriamiento óptimo a medida que continúa su ascensión. El enfriamiento por bajo de la zona de recocido se puede acelerar proporcionando más elementos de refrigeración con o sin un calentador asociado para modificar el efecto refrigerante. La tensión final del vidrio para ventanas recocido de esta manera se reduce a aproximadamente 20% a 30% de la tensión presente en el vidrio para ventanas fabricado en máquinas no controladas.

Refiriéndonos a las figuras 1, 2 y 3, en las que se expone un horno de recocido vertical, una lámina de vidrio 10 se estira hacia arriba desde un baño de vidrio fundido 11 contenido en un horno de estirado de acuerdo con los actuales métodos de estirado corrientes. Inmediatamente encima del baño de vidrio fundido se disponen medios de enfriamiento corrientes, tales como refrigerantes 12, refrigerantes pequeños 13 y bandejas de recogida 14,



229465

enfriadas por agua.

5 También se incluye una serie de refrigerantes diferenciales originales 15 que comprenden una serie de tubos enfriados por agua 16 y una serie de elementos de calentamiento 18 para proporcionar un enfriamiento suficiente para que la lámina de vidrio estirado verticalmente alcance una temperatura deseada, por ejemplo, la superior de su zona de su zona de recocido, 551°C., a una altura deseada, por ejemplo, entre el primer par de rodillos de estirado 21 y 21 segundo par 22 de una serie de rodillos de estirado emparejados 21 a 27, inclusivos, y para asegurar un gradiente de temperatura mínimo a través del ancho y a través del espesor de la lámina de vidrio 10 a dicha altura.

10 Los elementos de calentamiento 18 contenidos en los refrigerantes diferenciales 15, indicados generalmente en las figuras 1, 3 y 4, por 18 y 18', se disponen en dos series de tres circuitos controlados independientemente. En la figura 2, se muestran los terceros elementos de calentamiento 18a, 18b y 18c de los circuitos de la serie 18.

15 Cada una de las dos series de circuitos se sitúa frente a una superficie opuesta de la lámina ascendente 10. Cada uno de los elementos de calentamiento de cada uno de los tres grupos controlados independientemente se intercalan entre elementos o tubos 16 alternativos enfriados por agua que se enfrían mediante agua que fluye constantemente. La corriente en los diversos elementos de calentamiento 18a, 18b y 18c se suministra en respuesta a elementos de control sensibles al calor tales como elementos sensibles al calor 30a,

20

25



229465

30b y 30c, respectivamente, que se dirigen hacia la superficie del vidrio y proporcionan medios interruptores sensibles al calor para la transmisión de corriente a través de los varios calentadores.

5 Los elementos sensibles al calor 30 utilizados para este fin se dirigen o apuntan a la superficie de vidrio por una serie de grupos de lumbreras 29 situadas en cada lado del vidrio. El grupo inferior de elementos sensibles al calor 30 apunta sobre zonas de la lámina de vidrio situadas inmediatamente debajo de los rodillos 21 y controla el flujo de corriente en los elementos de calentamiento de los circuitos 18.

15 Dividiendo cada grupo horizontal de elementos sensibles al calor en tres circuitos controlados independientemente, la temperatura de la porción central y cada porción terminal de las superficies de lámina verticalmente ascendente puede ser controlada independientemente en cada lado de la lámina estirada verticalmente. De esta forma se mantiene un estrechísimo control de la temperatura del vidrio que se enfría. El gradiente de temperatura de borde a borde y de superficie a superficie de la lámina de vidrio se puede mantener en un mínimo. Asimismo, se regula la altura encima del baño de vidrio fundido a la cual la lámina estirada verticalmente alcanza una temperatura predeterminada correspondiente a la superior de la zona de recocido.

25 Los elementos sensibles al calor se construyen con filtros especialmente diseñados sensibles solamente a la



229465

banda de 4 a 8 micrones de longitud de onda de radiación infrarroja. A esta longitud de onda el vidrio es opaco de manera que el elemento sensible al calor arrastrado en una zona superficial del vidrio "lee" o registra la temperatura radiada por la superficie del vidrio solamente y no es sensible a los elementos de calentamiento situados en el otro lado de la lámina de vidrio estirada verticalmente. Los elementos sensibles al calor comprenden cada uno un espejo, una termopila en el punto focal del espejo y un circuito eléctrico que actúa en respuesta a la termopila para filtrar radiación distinta de la deseada banda de 4 a 8 micrones de longitud de onda. Se emplea un filtro de banda de tipo difusor entre el espejo y la termopila. Estos dispositivos son bien conocidos en la técnica y sus detalles estructurales no constituyen parte de la invención.

Una vez que la lámina de vidrio entra en la zona de recocido en cualquier punto entre el primero y el segundo juego de rodillos de estirado, su temperatura se controla mediante seis grupos adicionales de elementos sensibles al calor, alineados horizontalmente 32, 34, 36, 38, 40 y 42 situados a seis alturas diferentes del horno vertical. Cada grupo, horizontalmente alineado, de elementos termosensibles tiene su duplicado 32', 34', 36', 38', 40' y 42' que registra temperaturas en la superficie de vidrio opuesta. Los elementos sensibles al calor controlan la cantidad de calentamiento comunicado al vidrio a diferentes alturas por los grupos de elementos de calentamiento 31, 33, 35, 37,



229465

39 y 41, respectivamente. Cada grupo de elementos de calentamiento contiene tres calentadores eléctricos opuestos a cada superficie de la lámina de vidrio ascendente.

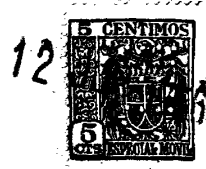
5 El calor comunicado por cada elemento de calentamiento se controla mediante un circuito eléctrico independiente que contiene un elemento sensible al calor que se ajusta previamente para que suministre calor cuando la temperatura superficial en la zona sobre la cual se enfoca el elemento termo-sensible asociado descienda por

10 debajo de una temperatura deseada. Los elementos sensibles al calor 32a, 32b y 32c controlan la cantidad de corriente suministrada a los elementos de calentamiento 31a, 31b, 31c situados en una porción de borde, en la porción central y en la otra porción de borde de un lado de la

15 lámina estirada verticalmente, respectivamente, y un dispositivo análogo de elementos termo-sensibles (no representados) y de elementos de calentamiento (no representados) se alinean en el mismo plano en el lado opuesto de la lámina. Los elementos sensibles al calor

20 34a, 34b y 34c controlan la corriente suministrada a los elementos de calentamiento 33a, 33b y 33c, respectivamente, al nivel superior inmediato de lumbreras, etc.

25 El control de cada unidad de calentamiento, contenida en el refrigerante diferencial 15 utilizado para enfriar el vidrio rápidamente a la temperatura superior de la zona de recocido o para hacer más lento el enfriamiento del vidrio por la zona de recodido, es in-



229465

dependiente del control de cualquiera otra unidad. Así, en cada plano en el cual se controla la temperatura, hay seis circuitos de calentamiento independientes para controlar la temperatura del vidrio que atraviesa dicho plano. Por ajuste cuidadoso de la energía aportada a una serie de elementos de calentamiento mediante reactores saturables en cada plano, puede conseguirse que el vidrio verticalmente estirado se enfría de estrecha conformidad con la curva de enfriamiento idealizada representada en la figura 4. En esta figura, se representa una curva de enfriamiento idealizada para vidrio de ventanas sobre en y debajo de su zona de recocido. El vidrio se enfría al límite superior de la zona de recocido en una posición vertical correspondiente a la posición de la segunda serie, horizontalmente alineada, de elementos termo-sensibles 32 y 32' situados entre el primero y el segundo juego de rodillos de estirado. El enfriamiento del vidrio estirado se obtiene mediante los refrigerantes principales 12, los refrigerantes pequeños 13 y las bandejas de recogida 14 enfriadas por agua, así como también mediante los refrigerantes diferenciales 15 expuestos detalladamente en la figura 3. Se intenta mantener la temperatura de la lámina de vidrio para ventajas estirada verticalmente cerca del límite superior de la zona de recocido hasta aproximadamente la posición del tercer juego de rodillos de estirado 23 para permitir que los gradientes de temperatura en el vidrio sean mínimos a dicha temperatura.



229465

5 Para el vidrio que tiene un grosor de 0,3048 cm., solamente se precisan 4,45 segundos para reducir una diferencia de temperatura de 55°C. Entre la superficie y el centro de una lámina de vidrio a 2,8°C. a una temperatura de 551°C. Este tiempo es mucho menor que el consumido en el recorrido vertical del vidrio a través de la porción del horno utilizado para la igualación de la temperatura.

10 Por encima del tercer juego de rodillos, la velocidad de enfriamiento del vidrio aumenta gradualmente hasta que la temperatura de la lámina ascendente cruza la temperatura mínima de la zona de recocido a aproximadamente el nivel del sexto juego de rodillos de estirado 26. La velocidad de enfriamiento del vidrio en la zona de recocido se controla cuidadosamente mediante los ajustes de los diversos elementos termo-sensibles.

15 La figura 5 muestra un diagrama esquemático de circuito de un circuito eléctrico adecuados para uso en el control de la temperatura de la lámina de vidrio ascendente en cualquier zona localizada a lo largo del plano vertical de estiramiento del vidrio. Un circuito típico, cuyos detalles específicos no forman parte de la presente invención, comprende un circuito de calentamiento 46 que contiene un elemento de calentamiento 18, una bobina de reacción 51 y una fuente de energía de corriente alterna 52, y un
20 circuito de control 48 que comprende un elemento termo-sensible 30, un interruptor relé 54 sensible a la activación del elemento termo-sensible en respuesta a una variación de
25



229465

temperatura, una fuente de corriente continua 56 (representada en forma de pila seca, pero que puede ser una unidad rectificadora), un reostato controlable a mano 58 y un arrollamiento de control 60.

5 Cuando no pasa corriente por el circuito de control, la corriente alterna procedente de la fuente 52 que atraviesa los arrollamiento se calentamiento 18 contenidos en el circuito de calentamiento está en un mínimo, puesto que las dimensiones de la bobina de reacción 51 son
10 tales que proporciona un potencial máximo deseado opuesto al voltaje suministrado por la fuente 52. Cuando la temperatura en la superficie sobre la que está el elemento termo-sensible 30 desciende a un nivel predeterminado, el interruptor relé 54 actúa ocasionando con ello el que la corriente circule por el circuito de control.
15

 La corriente en el circuito de control desequilibra el circuito de calentamiento y disminuye el efecto de la bobina de reacción 51 sobre el voltaje que se está suministrando al circuito de calentamiento desde la
20 fuente 52. Resulta un voltaje incrementado a través del elemento de calentamiento 18 hasta que el calor comunicado por el elemento de calentamiento hace que la temperatura en la zona explorada por el elemento termo-sensible 30 sobrepase el nivel deseado. Cuando sucede esto se desactiva el
25 interruptor relé 54 y no pasa corriente alguna por el circuito de control, con lo cual se produce la vuelta o reanudación del estado del circuito de calentamiento 46 que



5 prevalecía antes de la activación del relé 54. El ajuste del potenciómetro 58 determina el cambio en la cantidad de calor que suministra el elemento de calentamiento 18 por activación del circuito de control, puesto que cuanto mayor es la corriente que fluye por el circuito de control mayor es el desequilibrio comunicado al circuito de calentamiento. La operación antes mencionada es típica del funcionamiento de un circuito reactor saturable comercial.

10 Manteniendo un mínimo de seis circuitos de calentamiento, cada uno controlado con independencia de los otros por la temperatura superficial de la lámina de vidrio en seis posiciones diferentes todas en el mismo plano, y colocando cada Rayotube que controla cada circuito de calentamiento a igual altura para responder a la misma temperatura, la temperatura de lado a lado y entre las superficies de la lámina se mantiene a un nivel constante, con lo que se alcanzan tensiones internas mínimas debido a los gradientes de temperatura dentro de la lámina y, por consiguiente, la producción de una lámina plana de vidrio para ventajas.

25 Uno de los factores que determinan la temperatura óptima para el recocido de la lámina de vidrio ascendente lo constituyen las dimensiones de la lámina. Como la anchura de la lámina estirada se mantiene constante, la única dimensión variable que hay que tener en cuenta es el espesor de la lámina estirada del baño fundido.

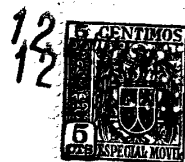


12 J

229465

La velocidad de estiramiento de la lámina y la temperatura a la cual se estira determinan el grosor de la misma. Generalmente, el grosor varía inversamente como función logarítmica de la velocidad y de la temperatura de estiramiento. Enfriando rápidamente la lámina inmediatamente encima del baño fundido, una lámina de un grosor determinado se puede estirar a una velocidad más rápida que lo que ha sido posible hasta ahora. La velocidad de estiramiento ha venido siendo un factor limitativo de la cantidad de vidrio para ventajas producido. Por ello, proporcionando medios para acelerar la velocidad de estirado se puede aumentar la productividad de los hornos de fabricación de vidrio para ventanas.

Como el tiempo requerido para recocer una lámina delgada obtenida por un estiramiento relativamente rápido es menor que el requerido para recocer una lámina más gruesa que se obtiene por una velocidad de estiramiento más lenta, la diferencia en distancia vertical recorrida por láminas de vidrio de espesores diversos durante el tiempo mínimo óptimo requerido para el recocido es muy pequeña. Las zonas de temperatura de recocido óptimas de láminas de diversos grosores producidas actualmente son sustancialmente idénticas. Por ello, la situación de la zona crítica en el horno requerida para el recocido óptimo de una lámina de vidrio de grosor medio no varía demasiado de la requerida para las máximas variaciones de grosor del vidrio estirado. Como no se produce ningún daño por mantener la lámina de vidrio en la parte su-



229465

5 perior de su zona de recocido durante un periodo ligeramente superior al tiempo mínimo requerido para el recocido es posible ajustar previamente los circuitos reactores del Rayotube en cada juego de circuitos de calentamiento para proporcionar una curva de temperatura de enfriamiento uniforme en función del nivel de altura dentro de la sección de recocido de la máquina de estirado que corresponde sustancialmente, a una curva de enfriamiento teórica destinada a producir una tensión de corte óptima en el vidrio para toda la gama de grosores producidos.

10 En la práctica, como se ve en la figura 4, el intervalo de recocido se describe del mejor modo como la zona rayada 50 bajo la curva de recocido. La zona 50a representa la porción de igualación del intervalo de recocido en el que la temperatura del horno se mantiene constante en la parte superior de la zona de recocido con el fin de reducir al mínimo el gradiente de temperatura entre el centro y las superficies de la lámina ascendente. La zona 50b representa la porción refrigerante de la curva de recocido. La eficacia del recocido es proporcional a la zona o superficie total 50 con la debida consideración tanto para el intervalo igualador preliminar 50a como para la forma de la porción refrigerante 50b.

15 En otras palabras, la cantidad de tensión residual que queda en el vidrio para ventajas recocido es función inversa del tiempo que se mantiene el vidrio dentro de la zona de temperatura de recocido óptima. Además, el tiempo requerido para obtener un diagrama de tensiones



12

229465

5
10
15

óptimo en vidrio recocido aumenta con la diferencia de temperatura existente entre la curva de temperatura a la que el vidrio se recuece realmente y la curva de temperatura de recocido óptima. Para fines comerciales, la zona 50, como se ve en la figura 4, debe ser la máxima posible obtenible, al menos la mínima requerida para un recocido apropiado, en el intervalo de tiempo más pequeño posible.

Es también bastante importante que haya un mínimo de gradiente de temperatura tanto a lo ancho, como un mínimo de diferencia de temperatura para las superficies de la lámina de vidrio, puesto que la presencia de todo gradiente de temperatura se manifiesta por si misma en tensiones internas que conducen a una distorsión del vidrio. Así, pues, para obtener vidrio plano, es imperativa la reducción al mínimo de las variaciones de temperatura a la temperatura de igualación a lo ancho y a través del grosor de la lámina de vidrio.

20
25

Se ha determinado que es innecesario mantener el gradiente de temperatura del centro a la superficie obtenido en la zona de igualación 50a de la figura 4 en un valor constante durante el subsiguiente enfriamiento del vidrio en la zona de recocido, según se ve en la zona 50b. Este descubrimiento permite enfriar de modo controlable la cinta de vidrio a través de su zona de recocido mientras que el vidrio recorre una distancia mucho más corta que lo que sería necesario para enfriar el vidrio en igual zona de temperatura al tiempo que se mantiene un gradiente



229465

de temperatura constante entre el centro y la superficie de la cinta de vidrio. Al mismo tiempo, virtualmente no se producen efectos perjudiciales tales como incremento en las tensiones, cuando se permite que el gradiente centro a superficie aumente dentro de límites controlados a medida que el vidrio se enfría en su zona de recocido.

Este resultado se cree que se obtiene porque la importancia de la porción superior de la zona de recocido en la producción de diagramas de tensiones residuales en el vidrio es mayor que la de la porción inferior de la zona de recocido debido al rápido incremento en la viscosidad del vidrio desde el límite superior al límite inferior de la zona de recocido. Esta velocidad de incremento en la viscosidad a través de la zona de recocido es una función exponencial. Por ejemplo, en vidrio plano típico y vidrio para ventanas típico de composiciones químicas como se indica en el cuadro siguiente, la viscosidad en poises en los límites superior e inferior de la zona de recocido es como sigue:

	<u>Vidrio plano típico</u>	<u>Vidrio para ventanas típico</u>
SiO ₂	71,57 %	72,65%
Na ₂ O	13,13 %	13,18 %
CaO	11,62 %	8,47 %
MgO	2,54 %	3,64 %
Na ₂ CO ₃	0,72 %	0,49 %
NaCl	0,12 %	0,12 %
Fe ₂ O ₃	0,12 %	0,12 %
Al ₂ O ₃	0,20 %	1,33 %



229465

	<u>Vidrio plano típico</u>	<u>Vidrio para ventanas típico</u>	
	Límite superior de la zona de recocido	557°C	551°C.
	Viscosidad en el lími- te superior	$10^{13,0}$ poises	$10^{12,9}$ poises
5	Límite inferior de la zona de recocido	501°C	493°C.
	Viscosidad en el lími- te inferior	$10^{15,4}$ poises	$10^{15,2}$ poises

De la tabla anterior se deduce claramente que la viscosidad aumenta en un factor de 200 a 300 entre los límites superior e inferior de la zona de recocido. Como las distorsiones que ocasionan tensiones residuales se producen más fácilmente en los vidrios de viscosidad inferior que en el vidrio de viscosidad superior, resulta evidente la importancia relativa de los gradientes de temperatura en el vidrio a las diferentes temperaturas comprendidas en la zona de recocido.

Aún cuando el gradiente de centro a superficie obtenido en la zona de igualación de la curva de enfriamiento controlado representada en la figura 4 varía con el espesor del vidrio formado, se sigue necesariamente el mismo principio utilizado en el control del incremento del gradiente de temperatura de un vidrio de un grosor en el enfriamiento controlado de vidrio de espesores y composiciones diferentes en sus zonas de recocido. Las cifras que siguen son un ejemplo de un grosor de vidrio típico para vidrio de ventanas estirado. Para vidrio para ventanas de 0,3175 cm. de espesor que tienen un gradiente de centro a superficie de 27°C. sobre la zona de recocido, el gradien-

12 JUL



229465

5 te de centro a superficie se reduce en la zona 550a a entre 1,112° y 1,668°C. Este gradiente se mantiene cuando el vidrio se enfría lentamente en la porción superior de la zona recocida y luego aumenta gradualmente al aumentar la rapidez cuando la temperatura se reduce al límite inferior de la zona de recocido. El gradiente de temperatura se controla de manera tal que en el límite inferior de la zona de recocido, el gradiente de centro a superficie no excede de 16,6°C.

10 La determinación de los gradientes de centro a superficie en el vidrio se ha hecho midiendo la temperatura superficial y la temperatura media del vidrio. Estos valores se utilizan para calcular la temperatura en el centro del vidrio mediante ecuaciones diferenciales que se han desarrollado y que no forman parte de la presente invención.

15 Se sobrentiende que la eliminación completa de un gradiente de temperatura a través del grosor de la lámina de vidrio desde una superficie a la otra no es
20 práctica, especialmente cuando se intenta estirar la lámina hacia arriba desde el baño fundido hasta una posición en la cual la temperatura de recocido óptima del vidrio se alcanza en la mínima distancia posible. Sin embargo, manteniendo una temperatura superficial uniforme
25 de un lado de la lámina de vidrio al otro en ambas superficies de la misma, se simplifica la labor de proporcionar un efecto refrigerante sobre el vidrio de modo tal que las

12 JUL

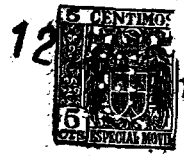


229465

tensiones internas tienden a producir alabeos y faltas de homogeneidad mínimas del vidrio, y el cálculo de esta curva de enfriamiento óptimo para los diversos espesores del vidrio a estirar pueden lograrse con relativa facilidad. Una vez establecida esta curva, el problema de obtener el ajuste apropiado de los diversos elementos sensibles del Rayotube para proporcionar un efecto refrigerante adecuado al vidrio se logra fácilmente.

Refiriéndonos a las figuras 6 y 7, se representa en ellas un horno de recocido horizontal, típico, provisto de elementos de control de la temperatura para controlar la temperatura de una cinta de vidrio transportada horizontalmente 10. Se dispone una pluralidad de rodillos transportadores 100 para sostener la superficie inferior de la cinta de vidrio transportada horizontalmente 10. Los rodillos llevan la cinta horizontalmente a través de una primera sección del horno en donde la temperatura excede la de la zona de recocido del vidrio, la de una segunda sección del horno donde la temperatura está dentro de la zona de recocido y, finalmente, la de una tercera sección en la que la temperatura es inferior a la zona de recocido.

En la primera sección del horno, se dispone una pluralidad de refrigerantes diferenciales indicados generalmente por 115 encima y debajo de la lámina de vidrio, Los refrigerantes diferenciales 115 son semejantes a los refrigerantes diferenciales 15 representados en el horno vertical y comprenden una serie de tubos enfriados por agua 116 y una serie de elementos de calentamiento eléctrico 118. La

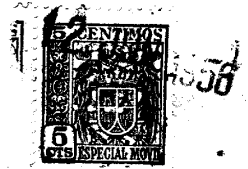


229465

finalidad del refrigerante diferencial 115 es la misma que la del refrigerante diferencial 15. La cantidad de corriente suministrada a los elementos de calentamiento 118 se controla por medio de elementos sensibles al calor 130 situados en zonas localizadas de la superficie de vidrio. Esta corriente calienta los elementos 118 para modificar el efecto refrigerante de los tubos de refrigeración 116 en la primera sección del horno.

En la segunda sección del horno, cuando la cinta de vidrio 10 se enfría al extremo superior de la zona de recocido, se comunica suficiente calor adicional mediante elementos termo-sensibles adicionales 130 que controlan elementos de calentamiento adicionales 118 para proporcionar, primero una disminución de los gradientes de temperatura en todo el grosor de la lámina de vidrio a una temperatura aproximadamente igual a la del límite superior de la zona de recocido y, segundo para controlar la velocidad de enfriamiento del vidrio en la zona de recocido de una manera análoga a la descrita anteriormente para el horno vertical. En la práctica, los elementos de calentamiento no calientan en vidrio. Dichos elementos actúan simplemente como barreras térmicas controlables por medio de las cuales se regula con exactitud la pérdida de calor del vidrio.

La cinta de vidrio puede enfriarse rápidamente en la tercera sección del horno horizontal, en donde la temperatura del vidrio es inferior a la de la zona de recocido de la lámina de vidrio móvil.



229465

5 Los tubos de enfriamiento 116 y los elementos de calentamiento 118 deben estar dispuestos en todo el horno de tal manera con respecto a las superficies superior e inferior de la cinta de vidrio que la velocidad de enfriamiento entre superficies de vidrio opuestas sea uniforme. Así, el efecto refrigerante de los rodillos transportadores rotatorios 100 sobre la temperatura de la lámina de vidrio debe tenerse en cuenta al situar los tubos de enfriamiento y los elementos de calentamiento encima y debajo de la lámina de vidrio.

10 Incrementando la velocidad de enfriamiento de una cinta de vidrio que se lleva a través de un horno de recocido en las regiones del horno en donde la temperatura es superior e inferior a la de la zona de temperatura de recocido para el vidrio, se reduce sustancialmente la longitud del horno. Esta reducción de la longitud del horno proporciona una economía considerable en la operación o funcionamiento de una fábrica de vidrio, puesto que el espacio está muy solicitado o escasea en la mayoría de los establecimientos industriales.

N O T A
..=..=..=..=.

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

- 1º.- Un aparato para el recocido controlado de vidrio



229465

5 llevado a través de él en forma de una cinta, que consiste en un par de paredes espaciadas que se extienden sustancialmente paralelas al plano definido por la cinta de vidrio móvil, una pluralidad de elementos de calentamiento controlables en cada una de dichas paredes espaciadas, y un dispositivo interruptor termo-sensible, ajustable independientemente, para controlar cada uno de los citados elementos de calentamiento, disponiéndose estos elementos de calentamiento en grupos alineados transversalmente con respecto a la dirección del movimiento del vidrio.

10

2º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una pluralidad de los dispositivos interruptores se incluyen en un solo grupo ajustado para responder o reaccionar a la misma temperatura.

15 3º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que cada uno de dichos dispositivos interruptores se arrastran en una zona superficial particularmente designada del vidrio.

20 4º.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los elementos de calentamiento se calientan eléctricamente y cada dispositivo interruptor controla la corriente de energía eléctrica a través de su elemento de calentamiento asociado.

25 5º.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que incluye una zona de enfriamiento que comprende medios refrigerantes situados a ambos lados del plano definido por la cinta.

6º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que los medios refrigerantes comprenden un par

12 JUN 1965
6 CENTIMOS
6 CAS ESPECIAL MONTE

229465

de grupos o juegos espaciados de tubos situados a ambos lados del plano definido por la cinta, comprendiendo cada grupo una pluralidad de tubos espaciados alineados por los cuales fluye el fluido refrigerante.

5 7º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5 ó 6, en el que los elementos de calentamiento están situados de forma que moderan el efecto refrigerante de los dispositivos de enfriamiento en la superficie del vidrio en la zona de enfriamiento y se disponen elementos de calentamiento adicionales opuestos a cada superficie de la lámina de vidrio más allá de la zona de refrigeración.

10 8º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la zona de enfriamiento comprende elementos de calentamiento alternados y medios de enfriamiento dispuestos sucesivamente a ambos lados de la cinta de vidrio móvil.

15 9º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en el que los dispositivos interruptores que controlan los elementos de calentamiento en la zona de refrigeración se ajustan para mantener la temperatura en la zona de enfriamiento por encima de la zona de recocido de la cinta de vidrio que se mueve y los dispositivos interruptores que controlan los elementos de calentamiento adicionales se ajustan para mantener una segunda zona en la que la temperatura está comprendida dentro de la zona de recocido del vidrio, y se sitúan medios de enfriamiento adicionales en una tercera zona a ambos lados del plano definido por dicha cinta que



229465

tiene una temperatura inferior a la zona de recocido del vidrio.

5 10º.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las paredes espaciadas están dispuestas horizontalmente.

11º.- Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que las paredes espaciadas están dispuestas verticalmente.

10 12º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, que incluye una pluralidad de series de lumbreras horizontalmente alineadas en cada una de dichas paredes, situándose cada serie de lumbreras a una altura diferente, y colocándose los dispositivos interruptores sensibles al calor en por lo menos algunas de dichas lumbreras .

15 13º.- Un aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que los dispositivos interruptores independientemente ajustables situados a una única altura se ajustan para que respondan o reaccionen a una única temperatura que corresponda a una temperatura determinada de antemano deseada para dicha lámina de vidrio a dicha altura.

20 14º.- Un aparato para el recocido controlado de vidrio llevado a través de él en forma de una cinta.

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

26 JUN 1956



229465

Esta Memoria consta de veintiocho hojas escritas a máquina por una sola cara.

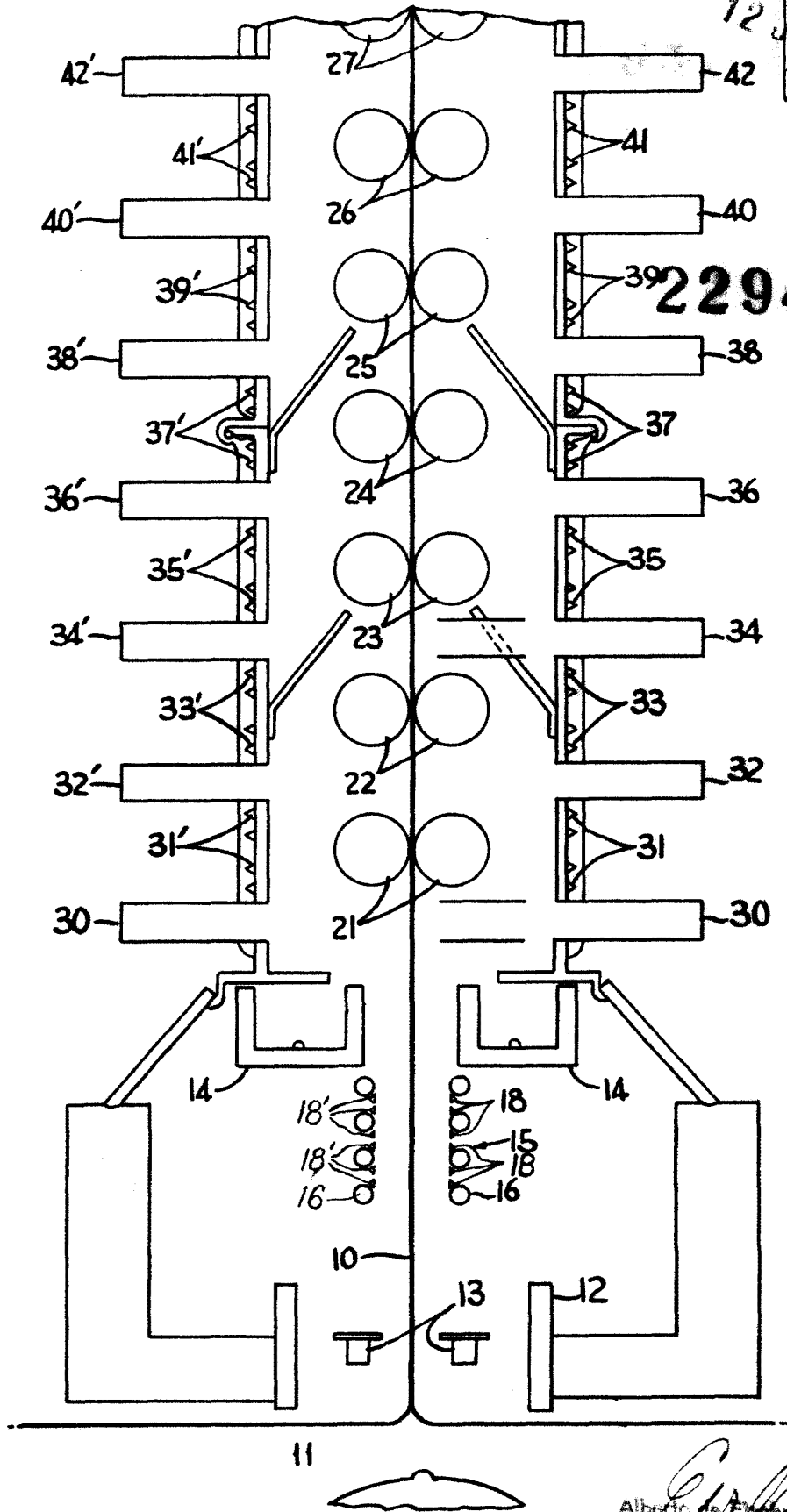
Madrid,

26 JUN. 1956
P.A.

Alberto de Elizalde
Por Poder



FIG. 1



229465

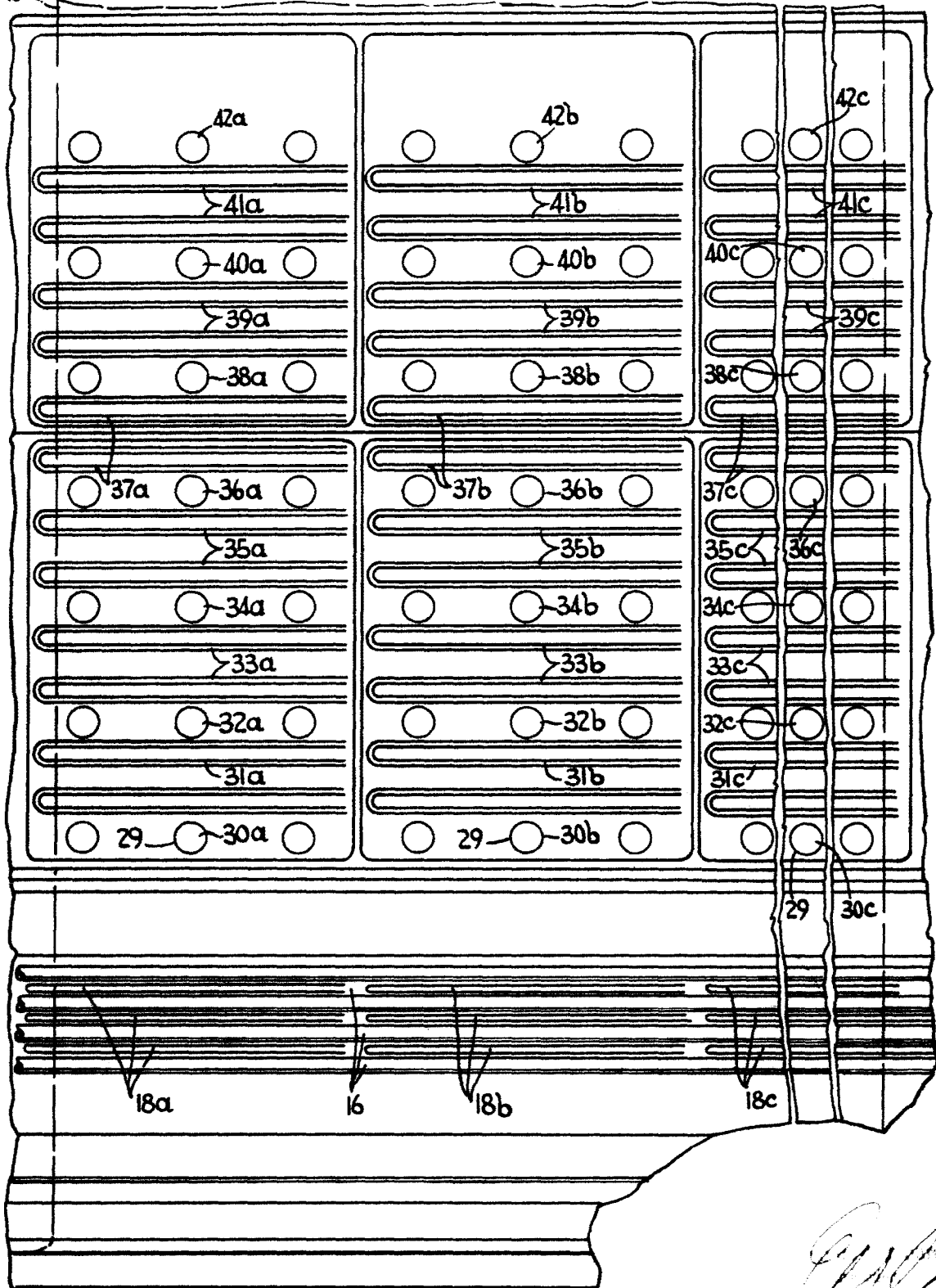
Alberto de E...

FIG. 2

229465



10





12/10

229465

FIG. 3

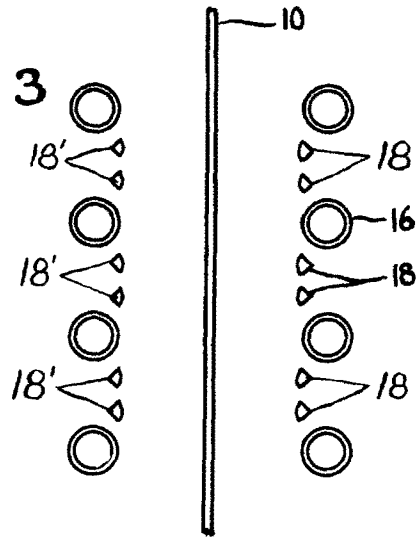
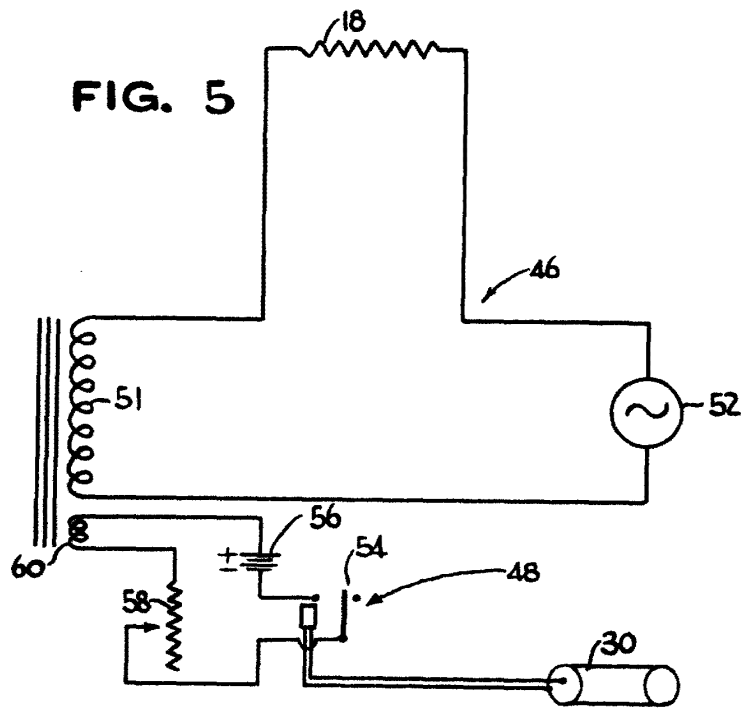


FIG. 5



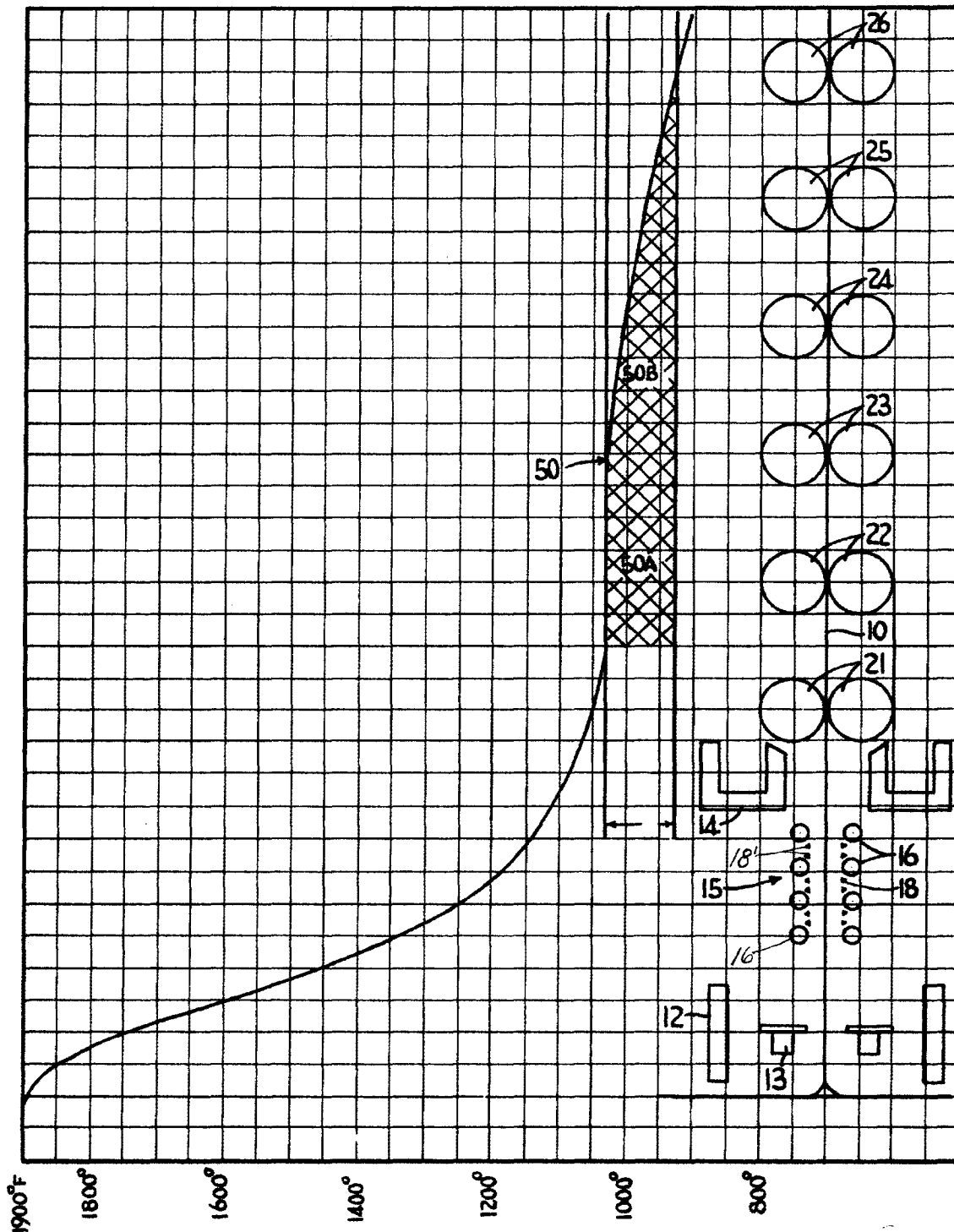
Art.

1941



FIG. 4

229465



[Handwritten signature]

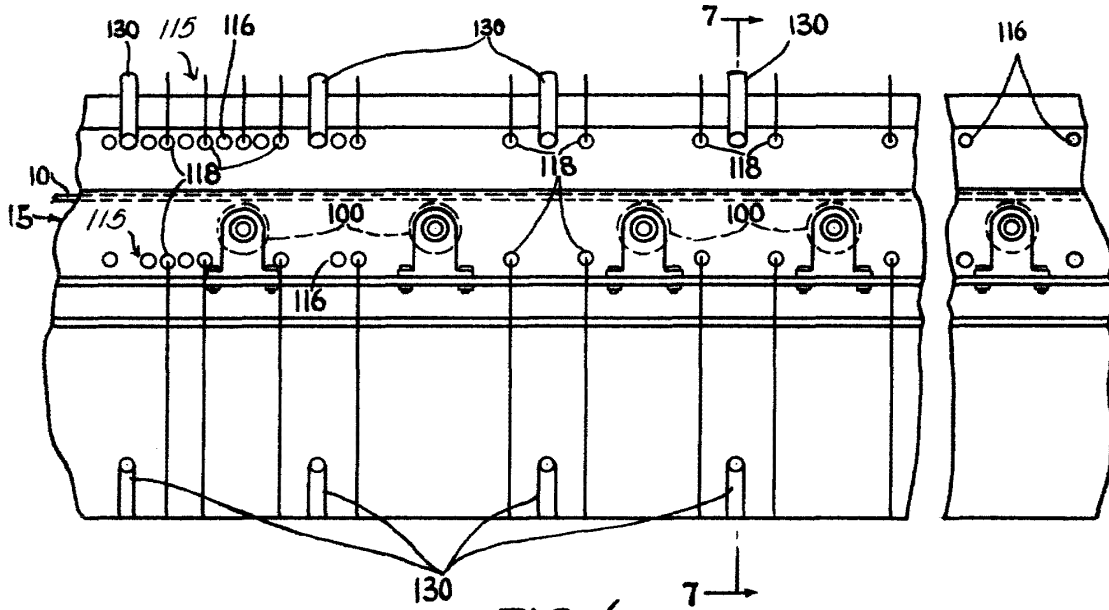


FIG. 6

229465

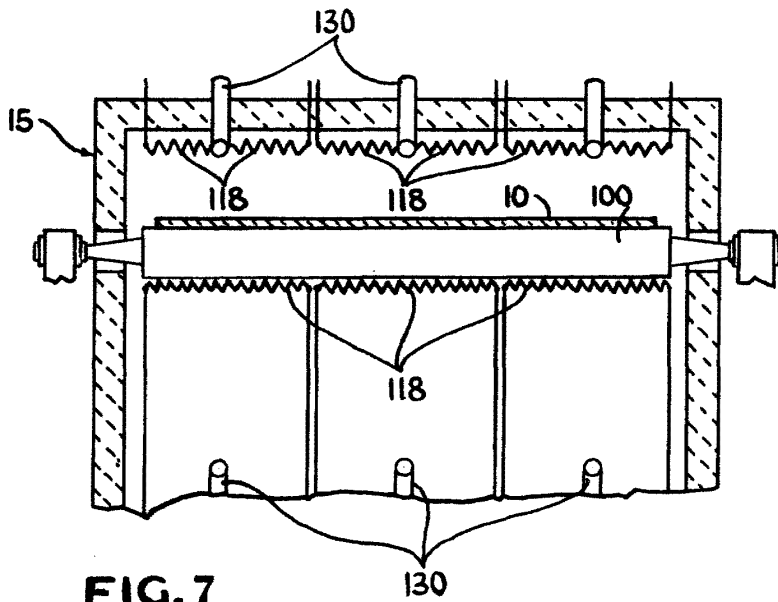


FIG. 7

Handwritten signature or initials