



228431  
228431

MEMORIA DESCRIPTIVA  
para solicitar  
P A T E N T E D E I N V E N C I O N  
e n  
E S P A Ñ A  
por VEINTE años

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

"UN METODO PARA CALENTAR UNIFORMEMENTE CUERPOS DE VIDRIO DE UNA COMPOSICION Y UN ESPESOR DADOS".

-----

La presente invención se refiere a un método de calentamiento uniforme de vidrio en el que se hace el máximo aprovechamiento de la energía calorífica aplicada al vidrio.

5 Como resultado de una serie de estudios sobre la transmisión y absorción de energía calorífica por el vidrio, se ha determinado que el vidrio tiene unas caracterís-



228431

5 ticas de transmisión que varían según la longitud de onda de la energía radiante que incide sobre la superficie del mismo. Se ha observado que la energía radiante de longitud de onda mayor que un cierto valor, característico para cada vidrio, según su composición, es fácilmente absorbida por el vidrio, mientras que para longitudes de onda menores que ese valor característico, el vidrio transmite una gran proporción de la energía radiante incidente, causando, por lo tanto, la pérdida de un gran porcentaje de la energía radiante que podría aprovecharse para el calentamiento.

15 Si bien parecería lógico que el vidrio se calentase más rápidamente a medida que la temperatura del horno fuese más alta, se ha descubierto que para cada composición y espesor del vidrio hay un nivel de energía radiante óptimo, que no corresponde necesariamente a la temperatura más alta a que se puede someter el vidrio, al cual se produce el máximo calentamiento de un cierto volumen de vidrio.

20 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para determinar el método de caldeo más eficiente para el vidrio, en que se gaste el mínimo de energía para obtener el calentamiento máximo posible de todo el volumen de vidrio.

25 Otro objeto es proporcionar un dispositivo práctico para calentar vidrio utilizando el procedimiento expuesto a continuación.

De acuerdo con la presente invención, se expone un método de calentamiento uniforme de piezas de vidrio de



228431

composición y espesor dados, que comprende la colocación de dichas masas de vidrio en un horno que tiene elementos de caldeo eléctricos en ciertas zonas de sus paredes; dejar que dichas piezas de vidrio reciban la energía radiante emitida por los mencionados elementos hasta que el vidrio alcance la temperatura deseada; mantener la energía radiante en un intervalo predeterminado, según la composición y el espesor de las masas de vidrio, midiendo la energía radiante emitida por dichas zonas de las paredes y controlando la corriente eléctrica que circula por los elementos de caldeo.

La presente invención quedará aclarada con el estudio de la exposición que sigue, junto con las figuras que la acompañan.

En las láminas:

La figura 1 representa una curva típica de la fracción de energía radiante transmitida a través de un vidrio de composición normal, en función de la longitud de onda de la energía radiante.

La figura 2 representa una serie de curvas de distribución de la energía radiante, indicando las cantidades relativas de energía distribuida en las diferentes longitudes de onda, donde el máximo de energía que corresponde, a cualquier temperatura, a una banda de anchura  $d\lambda$  se representa por 100 y muestra la distribución relativa de energía radiante para varias bandas de anchura  $d\lambda$  a distintas longitudes de onda en la región del infra-rojo del espectro, para cuerpos que emiten radiación a varias tempera-



228431

turas desde 427° a 982°C.

La figura 3 es un esquema, en sección, de la realización típica de un dispositivo práctico en que se utilizan las enseñanzas de la presente invención.

5 La figura 4 es una sección, perpendicular a la de la figura 3, por la línea 4-4.

La figura 5 es una vista lateral, parte en sección y parte en esquema, de un horno de túnel para doblar vidrio, en que se hace uso de las enseñanzas de esta invención.

10 La figura 6 es una sección, de frente, del horno de túnel de la figura 5.

Es un fenómeno bien conocido, que se obtiene un calentamiento más eficaz sometiendo un cuerpo a la acción de energía radiante cuando la fracción de energía transmitida a través del cuerpo es pequeña, resultando, por consiguiente, que la fracción de energía incidente que se absorbe para calentar el cuerpo, es mayor. Estudios realizados con un vidrio de sosa-cal-sílice, de composición aproximada:

20	$\text{SiO}_2$	-	71,50 partes en peso
	$\text{Na}_2\text{O}$	=	13,50
	$\text{CaO}$	-	12,00
	$\text{MgO}$	-	2,50
25	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	-	0,10

han demostrado que un vidrio de esta composición transmite más del 60% de la energía radiante de longitud de onda menor de unos 2600 milimicrones, mientras que con longitudes de on-



228431

da mayores, la fracción transmitida disminuye muy rápidamente a un valor menor del 5%. (Ver la figura 1). Por lo tanto, este vidrio absorbe más del 95% de la radiación incidente de longitudes de onda por encima de 2600 milimicrones.

5 La radiación de estas longitudes de onda tiene una eficacia de más del 95% en el calentamiento del vidrio, mientras que la energía transmitida en ondas más cortas que 2600 milimicrones, con vidrios de la composición citada, se transmite a través del vidrio en su mayor parte en vez de ser absorbida por éste. Por lo tanto, la energía de longitud de  
10 onda menor de 2600 milimicrones es relativamente ineficaz para el calentamiento de vidrio.

Como se ve en las curvas de la figura 2, en que se muestra la distribución de energía a varias temperaturas, la máxima energía radiada por un cuerpo a 472°C  
15 corresponde a una longitud de onda ligeramente inferior a 4200 milimicrones; a 538°C, la máxima energía corresponde a 3600 milimicrones y a 649°C, la máxima energía corresponde a unos 3150 milimicrones, etc. La energía total radiada  
20 a las distintas temperaturas, en relación con los máximos, se mide por el área total limitada por la curva representada por cada temperatura. Así, a 427°C, una fracción relativamente grande de la energía radiada al vidrio a esta temperatura está en la zona de máxima absorción por el vidrio,  
25 y en consecuencia, sólo una pequeña parte de esta energía es de longitud de onda menor de 2600 milimicrones, y esta energía es ineficaz para el calentamiento del vidrio. Si bien a 538°C se radia al vidrio una energía calorífica total mayor, se pierde una fracción mayor de esta energía,



228431

ya que la eficacia disminuye al aumentar la temperatura.

Así pues, en el calentamiento del vidrio, es importante el control de temperatura de las paredes del horno que rodean al vidrio para que la temperatura corresponda a las condiciones de máxima absorción de energía del vidrio, y así calentar el vidrio uniformemente en todo su espesor/en vez de sobrecalentar la superficie y que se transmita la radiación a través de la masa de vidrio sin calentarlo.

Si bien se reconoce que las curvas de calentamiento revelan que se transmite una energía considerable tanto a longitudes de onda mayores como menores que los máximos indicados en las diferentes curvas de distribución, se ha demostrado que, si se pueden mantener las temperaturas correspondientes a la radiación máxima de los espectros de absorción del vidrio, se obtiene un calentamiento más eficaz. Por el contrario, si se utiliza niveles de energía radiante más altos, y se desplazan las temperaturas correspondientes al máximo a la zona donde se produce una mayor transmisión, se obtiene un calentamiento menos eficaz, y el resultado es que el vidrio se sobrecaliente en la superficie a costa del calentamiento en todo su espesor, al mismo tiempo que el nivel de radiación más alto consume más potencia.

El grado de absorción máximo conveniente para el vidrio depende del espesor de las láminas de vidrio a calentar, así como de la composición del mismo. La combinación



228431

de la transmisión y absorción es lo que determina la uniformidad del calentamiento en toda la masa del vidrio. Si el vidrio absorbe una fracción demasiado grande de la energía radiante que incide sobre él, la superficie está expuesta a un sobrecalentamiento rápido a expensas del calentamiento del interior. El resultado es un gradiente de temperatura en el espesor, que es mayor en la superficie que en el interior. Un exceso de transmisión también produce un gradiente de temperatura inadmisibles, que disminuye lentamente por ser la conducción a través del vidrio relativamente poco eficaz. Sólo cuando el grado de absorción del vidrio es el adecuado, se reducen estos gradientes al mínimo y se obtiene la máxima eficacia del calentamiento en toda la masa de vidrio.

Las figuras 3 y 4 muestran una realización típica de un dispositivo práctico para el tratamiento térmico del vidrio, que utiliza las enseñanzas de la presente invención.

Como se ve en las figuras, un horno típico para el tratamiento térmico 20 tiene paredes 22 de refractario. En la superficie interior de las paredes refractarias, se han practicado una serie de canales 24 longitudinales. Dentro de cada uno de estos canales están los elementos de caldeo 26 de un material conductor de la electricidad y capaz de resistir altas, tal como el nichrome. Estos elementos de caldeo eléctrico están acoplados, en tres series de elementos paralelos, a tres manantiales de energía eléctrica separados (no



228431

indicados en la figura ).

Se regula la corriente que circula por cada serie de elementos de caldeo por medio de un regulador tipo Rayotubo 27, 28 ó 29, proyectado por Leeds & Northrup. Estos Rayotubos son elementos termosensitivos que constan de un espejo, una termopila situada en el foco del espejo, y un circuito eléctrico accionado por la termopila. Estos dispositivos son muy conocidos en la técnica y sus detalles estructurales no son parte de la invención. El rayotubo 27 está situado en la parte superior del horno, el rayotubo 28 en la parte central y el rayotubo 29 en la parte inferior. Estos tubos están dirigidos por fuera del borde de la lámina de vidrio 30 que se está calentando, contra la pared opuesta del horno y se pueden ajustar de forma que hagan pasar corriente, a través de los elementos de caldeo de los círculos a que corresponden siempre que la temperatura de la pared a que está apuntado el tubo baje de un cierto valor predeterminado. Así, a una temperatura de unos 538°C, la temperatura de las partes superior, media e inferior de la lámina de vidrio se puede regular dentro de  $\pm 2,2^\circ\text{C}$ . La instalación de tres rayotubos evita la diferencia natural de temperatura entre las partes superior e inferior del horno debido a las corrientes de convención dentro del mismo.

La lámina de vidrio 30 que se desea tratar, se suspende de las tenazas 32 que cuelgan de los carriles situados encima 34. Las tenazas llevan unos rodillos (no indicados en la figura) u otro dispositivo cualquiera, en su par-



2 MAY 1935

228431

5 te superior, que les permitan desplazarse por los carriles, en sentido horizontal. De este modo, se introduce la lámina de vidrio a tratar en el horno, hasta que queda alineada con los elementos de caldeo 26. Los rayotubos se regulan de forma que la temperatura de la pared, y por tanto la temperatura del horno, tenga el valor que hace máxima la eficacia del calentamiento. A continuación se saca el vidrio del horno y se enfría rápidamente para darle el temple requerido, de acuerdo con los procedimientos normales de temple. Sin embargo, el calentamiento del vidrio se efectúa de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención, y por lo tanto, la lámina de vidrio se calienta más uniformemente en todo su volúmen, en vez de sobrecalentarse junto a la superficie. Es decir, el gradiente de temperatura residual en la lámina desde la superficie al centro, una vez completo el ciclo de caldeo, es mínimo.

10 Las figuras 5 y 6 representan dos vistas distintas de un horno de túnel utilizado para combar vidrio y darle la forma que se desee, por ejemplo la del parabrisas de automóvil. La práctica corriente en la actualidad para doblar vidrio y darle forma, supone un precalentamiento de la lámina a doblar, a continuación se hace el doblamiento y finalmente se recuece el vidrio. Puesto que los fabricantes de automóviles exigen parabrisas de curvaturas irregulares, es necesario calentar las distintas partes del vidrio a doblar en grado diferente, y la cantidad de calor cedido a las diferentes partes del vidrio, se puede regular por me-



228431

5 dio de elementos de control de temperatura, tal como los rayotubos anteriormente descritos para uso en los hornos verticales de tratamiento térmico. En el recocido del vidrio, es también de importancia que, si se precalienta el vidrio para recocerlo, tiene que hacerse el calentamiento sin que se produzcan gradientes de temperatura en el vidrio. En la práctica, no se pueden eliminar por completo tales gradientes, pero si se produce un gradiente mínimo mientras se calienta el vidrio, en la sección de recocido del horno de túnel para doblar, habrá un gradiente mínimo en el vidrio en el enfriamiento, y por tanto, se realiza el recocido del vidrio en mejores condiciones. Otra ventaja de proporcionar el calentamiento mínimo necesario al recocer el vidrio es que también se acorta la duración del ciclo de calentamiento y enfriamiento para producir el vidrio re-

10

15

cocido.

Volviendo ahora a las figuras 5 y 6, la referencia 40 representa un horno de túnel para doblar. Como es corriente en la operación de doblar continua, va una serie de moldes de doblar 42 montada sobre vagonetas 44 y pasan por el horno 40 donde las láminas de vidrio planas se doblan hasta adquirir la forma deseada. Una serie de resistencias de caldeo 46 están colocadas para radiar calor desde encima y desde los lados de la lámina a doblar 48.

20

25 A lo largo de las paredes laterales del horno 40, hay una serie de rayotubos 50, para regular la corriente que circula por los diferentes conductores 46, y por lo tanto la can-



228431

5 tidad de calor que se dirige a las distintas zonas de la  
lámina 48 que se están doblando. Cada rayotubo está apun-  
tado a una zona distinta de la pared o del techo, que abar-  
ca varios conductores del circuito de caldeo y las zonas  
de pared intermedias, y es responsable de la temperatura me-  
dia de la superficie a que está apuntado, regulando de esta  
manera la intensidad de la corriente que circula por los  
conductores que calientan esta zona de la pared del horno  
y por tanto regulan la cantidad de calor que se transmite  
10 a una zona predeterminada del vidrio.

Puesto que se necesitan distintos grados de  
calentamiento en las zonas de calentamiento previo, dobla-  
do y reconido del horno, se colocan distintos circuitos en  
las diferentes partes del horno para suministrar las canti-  
15 dades de calor que se necesitan en cada una. Cada uno de es-  
tos circuitos tiene un rayotubo termosensitivo para contro-  
lar la intensidad de la corriente que circula por él.

Los ejemplos siguientes revelan lo que sucede  
cuando se utilizan temperaturas no eficaces a niveles ener-  
20 géticos más alto-s que los necesarios, en la realización de  
diferentes tratamientos del vidrio.

#### Ejemplo I - Doblamiento

Al doblar parabrisas de vidrio a temperaturas  
más altas que la óptima, la superficie se sobrecalienta y  
25 funde.

#### Ejemplo II - Temple

En este caso, si el nivel de energía radiante



223431

es demasiado alto, se sobrecalienta la superficie y las señas de las tenazas utilizadas para sostener el vidrio en el horno se hacen más profundas. No se obtiene ninguna mejora en el producto al final del tratamiento, que corresponda al aumento de potencia necesario para alcanzar este nivel más alto de la energía radiante. Por lo tanto, este exceso de potencia se pierde por completo.

Un procedimiento para determinar la temperatura óptima a que se deben calentar las paredes de un horno para efectuar el calentamiento más eficaz de un vidrio de cualquier composición dentro del horno debe utilizar las enseñanzas de la presente exposición respecto a las realizaciones que se describen.

En primer lugar, habrá que determinar las características de transmisión del vidrio para el espectro de energía radiante emitido por los radiadores calentados hasta el intervalo de temperaturas a que hay que someter ese vidrio, y después, habrá que calentar las paredes del horno a una temperatura tal que la masa de vidrio que se calienta absorba el máximo de la energía calorífica que llega a su superficie.

Sin embargo, la temperatura a que se calienta la superficie del vidrio tiene que alcanzar un cierto valor mínimo del que no se puede bajar, a saber, el correspondiente al reblandecimiento del vidrio. A esta temperatura mínima, el máximo de la intensidad de la radiación corresponde a una longitud de onda mayor que a temperatu-



22843

ras más altas. Sin embargo, cuando la rapidez de la operación es más importante que el rendimiento térmico, el calor efectivo total cedido al vidrio puede aumentar en un intervalo de temperaturas crecientes, debido al calor total suplementario, de menor rendimiento, cedido a temperaturas más altas. Ahora bien, una vez se ha elevado la temperatura hasta un grado tal que el máximo de intensidad de la radiación corresponde a una longitud de onda para la cual la transmisión del vidrio es muy buena, un nuevo aumento de temperatura, debido a un aumento de calor suministrado, no sirve para aumentar el calor que se puede utilizar por el vidrio, sino que por el contrario, resulta una absorción de calor por el vidrio que es ineficaz hasta tal extremo que el vidrio absorbe una fracción de calor menor a temperaturas muy altas y se desperdicia más calor.

La determinación de la temperatura más eficaz para el calentamiento de vidrios de diferentes composiciones depende de las propiedades ópticas correspondientes a esa composición como lo hace la determinación de la temperatura a que tiene lugar el calentamiento máximo.



228431

-----  
---- N D T A ----  
-----

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

5                   1º. Un método para calentar uniformemente  
cuerpos de vidrio de una composición y un espesor dados,  
que comprende: colocar dichos cuerpos de vidrio en un hor-  
no que tenga elementos de caldeo eléctrico en ciertas zo-  
nas de sus paredes, dejar que estos cuerpos de vidrio re-  
10                   ciban la energía radiante emitida por dichos elementos  
hasta que los cuerpos de vidrio alcancen predeterminado  
en correspondencia con la composición y el espesor de los  
cuerpos de vidrio, midiendo la energía radiante emitida  
por dichas zonas de las paredes y regulando la intensidad  
15                   de la corriente eléctrica que circula por dichos elemen-  
tos de caldeo de acuerdo con ello.

2º. Un método según reivindicación 1, en que la energía radiante se mide por medio de elementos termo-  
sensitivos colocados en el interior del horno, los cuales



228431

regulan la intensidad de la corriente que va a los elementos de caldeo eléctricos.

5 3º. Un método según reivindicación 2, en que la radiación emitida por varios elementos de caldeo de una zona dada de las paredes del horno, se mantiene al mismo valor predeterminado, por medio de uno de los elementos termosensitivos.

10 4º. Un método para calentar uniformemente cuerpos de vidrio de una composición y un espesor dados.

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

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

Madrid 12/10/1910

P. J. A.  
Juan de Elizalde  
Ingeniero

11/14/IV

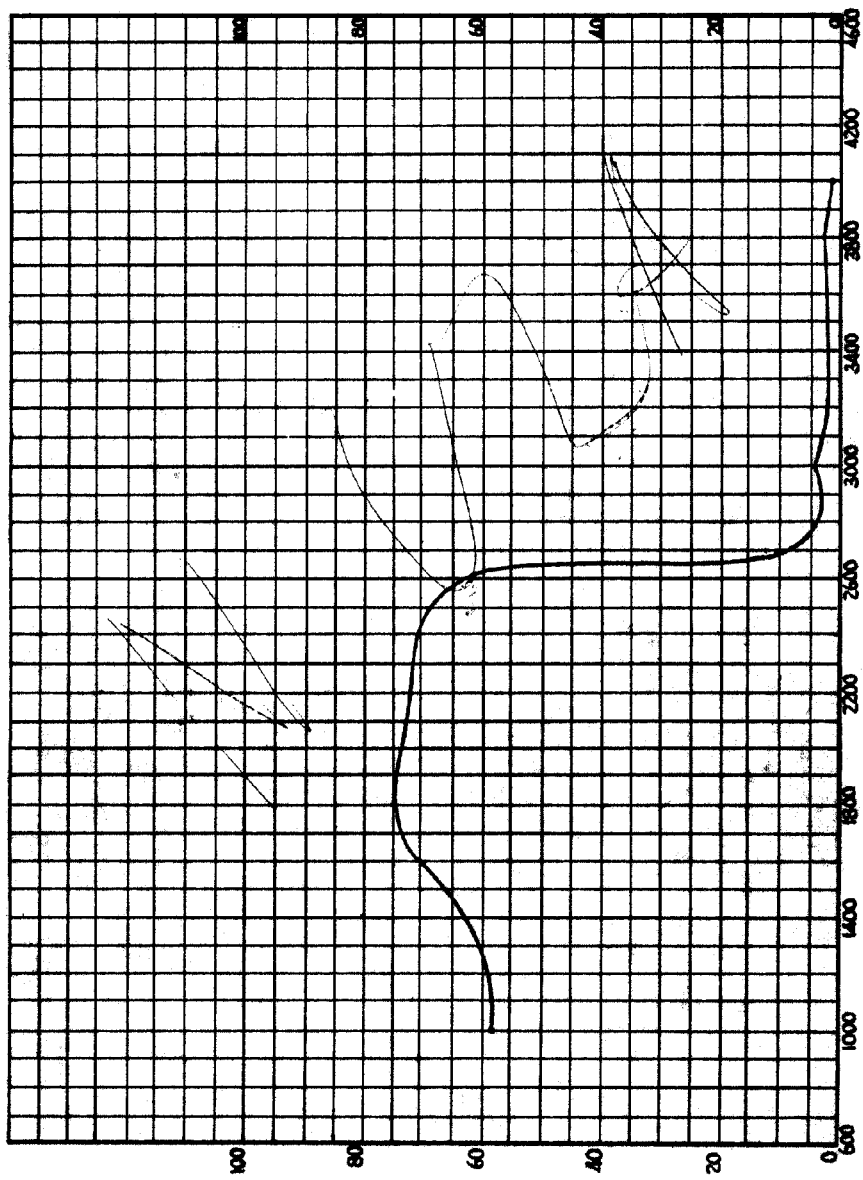


FIG. 1

*Chil*

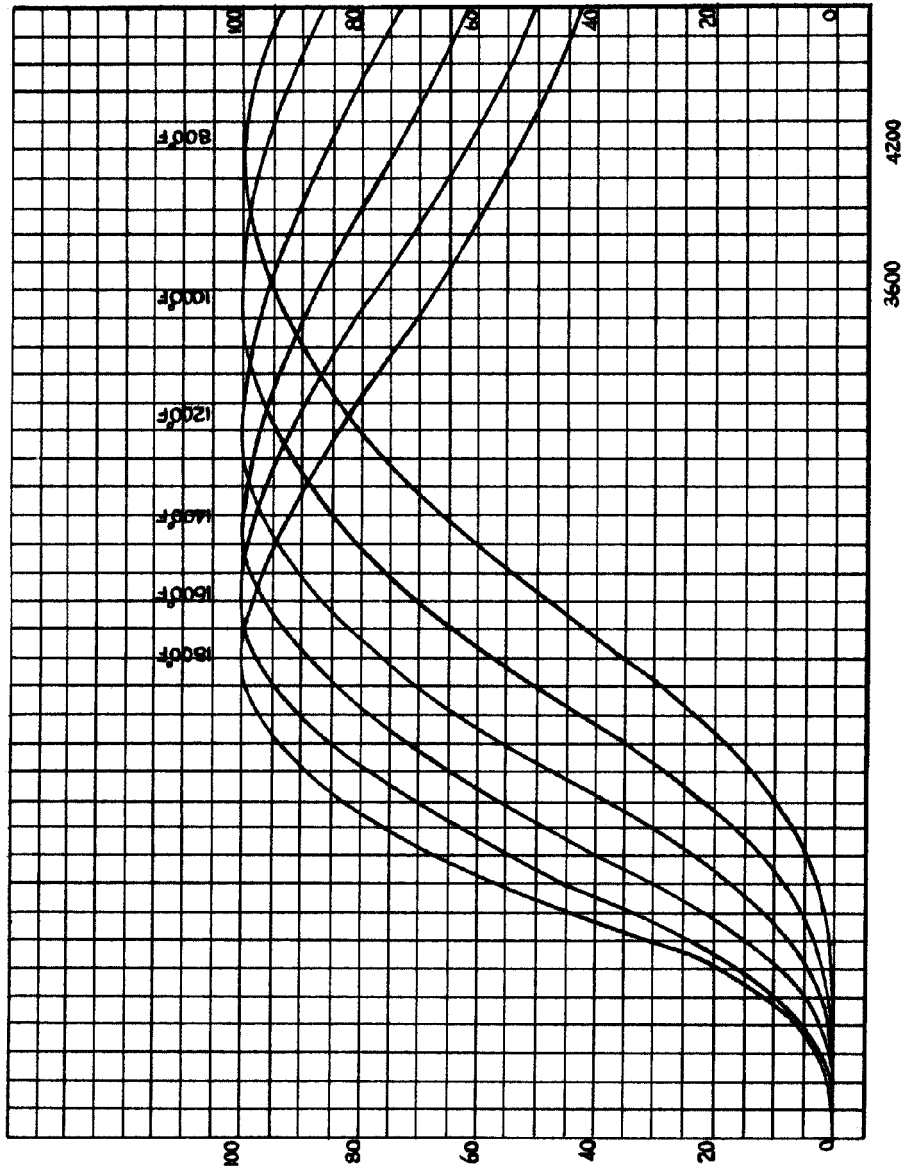


FIG. 2

*[Handwritten signature]*  
Fig. 2

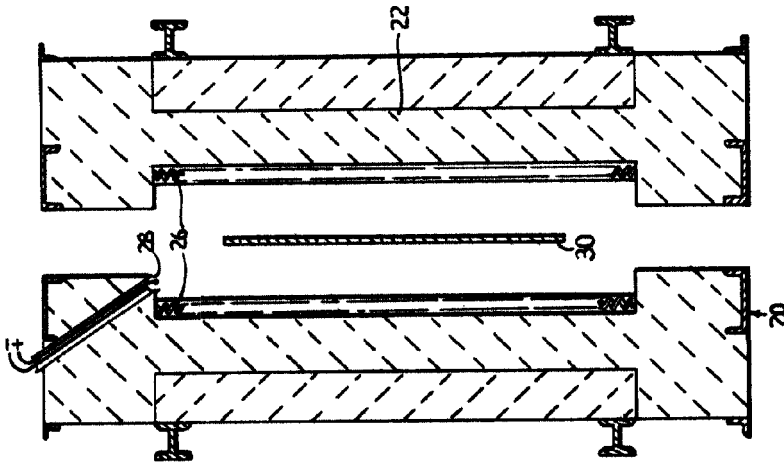


FIG. 4

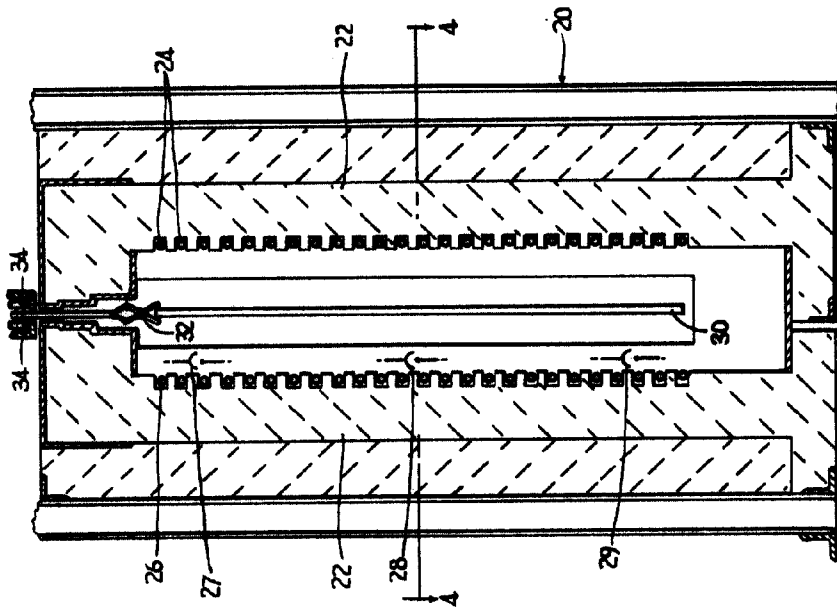


FIG. 3

*Handwritten signature or initials.*

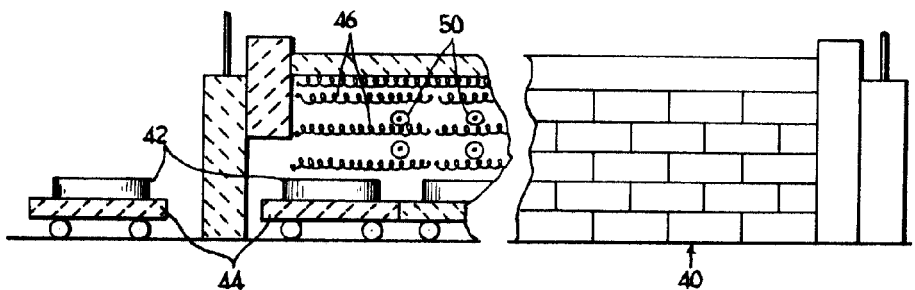


FIG. 5

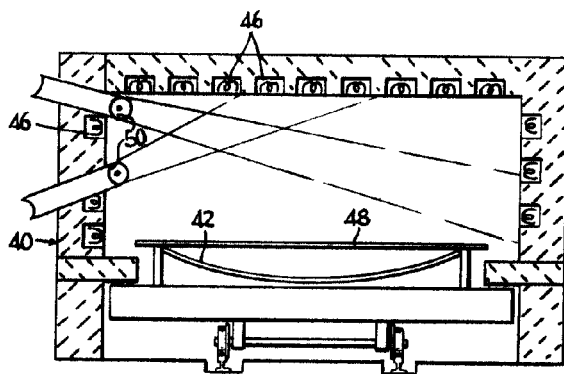


FIG. 6

*Handwritten signature or initials*