



263992

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud
d e

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

formulada el 14 de Enero de 1961, con el Núm. 263.992.

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES METALLURGIQUES,
ASSOCIATION SANS BUT LUCRATIF, entidad belga, estableci-
da en Bruselas, Bélgica, por:

"UN PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE LA EFERVESCENCIA Y
LA TRANQUILIZACION DEL ACERO EN COLADA CONTINUA"

El presente invento se refiere a un procedimiento
de control de la efervescencia y de la tranquilización -
del acero en colada continua.

5 En los procedimientos de colada continua del acero,
es bien conocido que los lingotes obtenidos a partir de
un acero no tranquilizado, presentan en su masa cavida-
des u oclusiones de aire distribuidas en profundidad de
maneras muy diversas. Sin embargo, una capa superficial
cuyo grosor varía según la naturaleza del metal y las -
10 condiciones de colada, está exenta de oclusiones de aire



263992

y es especialmente de la existencia de esta capa compacta comunmente denominada "lardo", de lo que dependen las cualidades de superficie de los productos laminados.

5 El grosor del lardo está directamente en relación con el grado de efervescencia del metal, es decir, con la intensidad del desprendimiento de gas que acompaña la solidificación del acero. Este desprendimiento gaseoso resulta principalmente de la formación de óxido de carbono y de anhídrido carbónico en el curso de la refrigeración del acero, por la reacción del carbón y del oxígeno que se encontraban disueltos en dicho acero en el momento de la colada. Es controlando el desarrollo de esta reacción como se puede controlar la efervescencia del acero y, por consiguiente, actuar sobre el grosor del lardo.

10 La figura 1 aneja, dada a título de ejemplo y no limitativo, permitirá especialmente comprender mejor el invento. En esta figura se ha representado esquemáticamente el aspecto y la distribución de las oclusiones de aire en una sección transversal del lingote que presentan diferentes grados de efervescencia.

20 La sección a es la de un lingote solidificado sin efervescencia a partir de un acero completamente tranquilizado, mientras que la sección b, c, d, e, f y g son las de lingote cada vez más efervescente. Se ve que para conseguir un lardo de grosor suficiente, es preciso realizar una efervescencia más intensa que la realizada en la colada de los lingotes del tipo d. Sin embargo, hay que evitar una efervescencia excesiva, por que hace difícil la colada y provoca abuntantes proyecciones de metal que



253992

constituyen el origen de graves defectos de superficie - de los lingotes y que entrañan por añadidura importantes pérdidas de metal.

5 Cuando se desea producir lingotes efervescentes, - hay que esforzarse en realizar las estructuras de los tipos e, f. La estructura g es igualmente aceptable pero -- amenaza ocasionar proyecciones de acero fuera de la lingotera.

10 Conviene regular la efervescencia del acero entre límites bastante estrechos para conseguir de modo seguro una estructura del tipo e, f, ó g, con un grosor de lardo que se estima en la práctica, que ha de ser por lo menos de 15 mm.

15 Como se ha dicho más arriba, el grado de eferves-- cencia del acero depende esencialmente de las proporcio-- nes de carbono y de oxígeno disueltas en el metal en el momento de la colada en la lingotera. Es por esto, prin-- cipalmente en lo que concierne a los aceros dulces y ex-- tradulces, que contienen al final del afino una propor--
20 ción excesiva de oxígeno con relación a su contenido en carbono, por lo que se añade en el momento de la colada, por ejemplo en el caldero, una cierta cantidad de desoxi-- dante tal como carbono o manganeso. El deseo de economía hace que se limite al mínimo la importancia de estas adi--
25 ciones, de modo que el metal del caldero tiene en gene-- ral un contenido todavía demasiado elevado en oxígeno -- con relación a su contenido en carbono y la formación de óxido de carbono y de anhídrido carbónico por reacción -- del carbono y del oxígeno disueltos en el acero se ini--
30 cia una vez que comienza la refrigeración. Si la reac---



263992

5 ción se muestra demasiado intensa en el caldero mismo, -
se modera añadiendo al acero, una pequeña cantidad de -
aluminio que fija una parte del oxígeno sin desprendi-
miento gaseoso. Se evita sin embargo todo exceso en la -
adición de aluminio con el fin de que el acero a colar -
conservé una cantidad de oxígeno suficiente para asegu-
rar una buena efervescencia en lingotera.

10 Diferentes métodos han sido ya elaborados para e-
jercer una medida y un control de la efervescencia y de
la tranquilización de los aceros con el fin de obtener
un lingote cuyo grosor del lardo pueda ser considerado -
como suficiente. Entre éstos, algunos recurren a la ob-
servación visual por un operario del acero en el caldero.
Las adiciones efectuadas a continuación de observaciones
15 efectuadas en estas condiciones, son efectuadas a ojo y
dependen de la habilidad profesional del operario. No -
existe ninguna certeza en cuanto a su exactitud, lo que
presenta un inconveniente tanto más serio cuanto que es
necesario obtener una medida muy exacta de la efervescen-
20 cia para que las adiciones de corrección aportadas a és-
tas la mantengan entre los límites estrechos en que co-
rresponden a un acero de cuya estructura se está seguro
después de la refrigeración.

25 El presente invento tiene especialmente por objeto
un procedimiento que evita todos estos inconvenientes y
que permite colar un acero cuya efervescencia ha sido me-
dida previa, rápida y rigurosamente y corregida luego -
con precisión.

30 El procedimiento objeto del presente invento se ca-
racteriza esencialmente por que se efectúa una medición



263992

5 de compacidad sobre un lingote en curso de colada continua, porque se deducen de esta medición de compacidad indicaciones precisas sobre la estructura del lingote y — por que se regula en función de estas indicaciones la adición de desoxidante al acero para obtener en dicho ace ro la estructura correspondiente al grado de tranquiliza ción deseado.

10 Se efectuará ventajosamente esta medición de compa cidad haciendo que el lingote sea atravesado por radia-- ciones electromagnéticas penetrantes, de longitud de on da determinada, de preferencia radiaciones gamma, y com parando los valores de las intensidades de estas radia-- ciones antes y después del paso a través del lingote. Se sabe, en efecto, que la absorción de radiaciones a tra--
15 vérs de un mismo grosor de un cuerpo varía en función de la presencia y de la importancia de discontinuidades es tructurales y, en el caso de los metales, de la presen-- cia de oclusiones de aire en el paso de la radiación.

20 Se utilizarán de preferencia radiaciones gamma de poca energía, cuyo radiador posea una duración de vida - bastante larga, tales como el cobalto 60 o el cesio 137.

25 Una variante interesante del procedimiento según - el invento consiste en dirigir el haz de las radiaciones penetrantes a través del lingote, de tal modo que el eje de dicho haz encuentre por lo menos en uno de sus puntos la zona interior del lingote limitada por la capa mínima de lardo deseada.

30 Se ha encontrado ventajoso ligar la determinación de la adición final de agentes de tranquilización al ace ro con el valor de la relación entre los valores después



263992

5 y antes del paso a través del lingote de la intensidad -
de las radiaciones penetrantes. Esta unión podrá ser, o
bien manual o bien automática, por cualquier sistema en
sí conocido. La adición de agentes tranquilizadores se
podrá hacer en forma sólida (por ejemplo filiforme) o lí-
quida.

10 El presente invento tiene igualmente por objeto un
dispositivo para la puesta en práctica del procedimiento
descrito más arriba.

15 Se caracteriza esencialmente por que tiene un emi-
sor de radiaciones penetrantes, de preferencia de radia-
ciones gamma, un aparato receptor de dichas radiaciones
y una instalación de introducción de agentes tranquiliza-
dores en el acero.

20 Se ha dotado útilmente a la instalación continua -
de introducción de agentes tranquilizadores en el acero
de una subordinación al aparato receptor de radiaciones.

25 Las figuras siguientes, dadas a título ilustrativo
y no limitativo, permitirán comprender mejor el principio
de la medición de la compacidad según el invento. En to-
das estas figuras, las mismas referencias representan los
mismos elementos.

30 Las figuras 2 y 3 esquematizan los casos de una ra-
diación que atraviesa un lingote 29 según una dirección
paralela a un lado 36 de la sección de dicho lingote 29
en el caso de una zona compacta y en el caso de una zona
no compacta del metal, a causa de la presencia de oclu-
siones de aire internas 33.

35 Se llamará I_0 la intensidad 30 de la radiación in-
cidente, I a la intensidad 31 de la radiación que sale,-

263 992



en el caso de la figura 2, e I' a la intensidad de la radiación que sale en el caso de la figura 3, referencia - 34.

5 El valor de la proporción I'/I_0 caracteriza la compacidad de la zona 35 atravesada por la radiación. Este valor es detectado por un receptor de un tipo conocido - cualquiera 39, tal como por ejemplo un contador de destellos, un contador Geiger o una cámara de ionización. La energía detectada por el receptor de radiaciones es am-
10 plificada y transmitida según un dispositivo en sí conocido y no representado, hasta relés apropiados que accionan, o bien un indicador o un avisador, si la graduación del regulador de gasto se hace a mano, o bien a un mecanismo apropiado que actúa automáticamente sobre el -
15 regulador de gasto, si se desea realizar la subordinación o la graduación automática del gasto de la materia desoxidante. En el caso particular del empleo de una materia desoxidante en hilo (por ejemplo hilo de aluminio), los relevadores pueden controlar un variador de veloci-
20 dad que gradue la velocidad de desenrollamiento de la bobina que lleva el hilo y, por consiguiente la cantidad de desoxidante introducida en el acero líquido 8.

25 Las figuras 4 y 5 esquematizan el caso de un lingote 29 de sección rectangular. La radiación 30 es dirigida entonces paralelamente al lado pequeño 37.

30 En este caso, como en el caso de los lingotes de sección cuadrada, el eje de la radiación incidente 30 está situado a una distancia 38 de la superficie 37 del lingote 29, por lo menos igual al grosor mínimo impuesto para el "lardo".

263992



5 Si se quisiera impedir el empleo de un exceso de desoxidante, se podrían emplear simultáneamente, como se esquematiza en la figura 6, dos radiaciones paralelas 30 y 40 cuyos ejes estarían distantes de la cara 37, uno en una magnitud 38 igual al grosor mínimo del lardo, y el otro en una magnitud 41 igual al límite que no se ha de rebasar para el grosor del lardo. En estas condiciones, el primer detector 39 entraría en acción para aumentar el gasto de agente desoxidante tan pronto como la relación I'/I_0 de los valores de las intensidades de las radiaciones salientes e incidentes excediera de un valor crítico conocido experimentalmente de modo previo, mientras que el segundo detector 42 entraría en acción para reducir el gasto de materias desoxidantes tan pronto como la relación I'/I_0 de este detector 42 descendiera por debajo de este mismo valor crítico, lo que sería la indi-
10 cación de la desaparación total de las oclusiones de aire 33 a la profundidad 41 a partir de la cara 37.

15 Cuando el grosor 32 del lingote 29 excede del poder de penetración de la radiación 30, se adopta la disposición esquematizada por la figura 7. La radiación 30 no es dirigida ya paralelamente a un lado 36 de la sección recta del lingote 29, sino que está inclinada un ángulo 43 de preferencia igual a 45° , para atravesar una parte de dicha sección a una distancia 44 del vértice 45,
20 determinada en función de la longitud 38 considerada en los ejemplos precedentes, por la relación:

$$\frac{\text{Longitud rel } 38}{\text{Longitud rel } 44} = \cos. 45^\circ$$

30 La figura 8 esquematiza el caso de un lingote 29 -

263 992



de sección circular.

Las figuras 9, 10 y 11 representan esquemáticamente una instalación de medición de la opacidad del lingote conforme al presente invento. La figura 9 representa una vista en alzado de las roldanas de centrado, la figura 10 una vista parcial en planta al nivel de las roldanas de centrado del aparato colocado sobre el lingote continuo 29, y la figura 11 es un corte parcial de dicho aparato al nivel de medición del emisor 46 y del detector 39 de radiación.

En estas figuras:

-47 y 48 designan las roldanas de centrado del dispositivo de medición sobre el lingote 29

-46 es el emisor de radiaciones

-39 es el receptor del haz de radiaciones que salen del lingote 29

-49 es el soporte de las roldanas 47 y 48, cuyo soporte, suspendido del brazo 50, es empujado hacia el lingote 29 por los resortes 51 para mantener el contacto entre las roldanas 47 y 48 y el lingote 29

-al soporte 49 está fijado el travesaño 54 que lleva por medio de los brazos 52 y 53 de longitud regulable los aparatos 46 y 39.

-55 es una pantalla de protección contra las radiaciones.

Las figuras 9 a 11 no muestran los aparatos de medición de la relación de las intensidades de las radiaciones incidente y saliente, ni los aparatos de amplificación ni los relevadores que transmiten los resultados de la medición a los aparatos indicadores o a los servomotores controlados por dichos resultados, cuyos aparatos



263992

tos son de tipo comercial conocido. Se concibe por lo de
más que es posible realizar de múltiples maneras el dis-
positivo de medición sin apartarse del principio mismo -
del invento.

5 Hay que señalar que el dispositivo emisor-receptor
46-39 de radiaciones debe estar localizado debajo de la
lingotera a un nivel en que la costra del lingote 29 ha
alcanzado un grosor superior al grosor mínimo del lardo
que se desea obtener.

10 La distancia mínima entre el nivel de salida de la
lingotera y el nivel de los aparatos emisor 46 y recep-
tor 39 para conseguir este grosor, está dado por la rela-
ción empírica.

15
$$d \gg \frac{L^2 v}{5}$$
 válida incluso en colada continua
horizontal, en que d designa esta distancia expresada en
metros.

-L es el valor expresado en centímetros del grosor desea-
do del lardo, es decir, de la capa periférica del lingo-
te exenta de oclusiones de aire.

20 -V es la velocidad de desmoldeo expresada en metros por
minuto.

25 Por ejemplo, si el grosor del "lardo" a realizar -
es $L = 2,2$ cm. siendo la velocidad de desmoldeo $V = 0,6$
por minuto, la distancia mínima de los aparatos emisor-
receptor, a la salida de la lingotera, será de:

$$d = \frac{2,2^2 \times 0,6}{5} = 0,58 \text{ m.}$$

La corrección eventual a introducir en la adición
de la materia desoxidante será conocida, pues, con un re-
tardo:

30
$$T = \frac{d}{V}$$
 es decir, aproximadamente un minuto.



3992

5

En lo que sigue de la descripción y de los ejemplos, se considerará, con un propósito de facilidad, el caso particular del empleo de aluminio como desoxidante, entendiéndose bien que las consideraciones expuestas permanecen válidas para el caso en que se utilizarán desoxidantes que no sean el aluminio.

10

15

20

25

30

La adición de aluminio en la lingotera se efectúa generalmente en estado sólido. El aluminio es añadido entonces, ya sea en forma de pequeños fragmentos (granos, pastillas, etc. ...), ya sea en forma de un hilo continuo llevado a la proximidad inmediata del chorro de colada del acero. Para facilitar las manipulaciones, la reserva de hilo de aluminio es enrollada sobre una bobina accionada por un mecanismo automático que suministra el hilo a una velocidad regulable a mano. En el caso de la utilización del aluminio de desoxidación en forma líquida, la reserva de este último está contenida entonces en un horno calentado a una temperatura superior al punto de fusión del aluminio. El aluminio fundido es conducido del horno a la lingotera por una canalización apropiada como muestra la figura 12. En esta figura 12, el acero 1 contenido en la cesta 2 fluye en un chorro continuo 4 -- por la tobera 3 a la lingotera 5 donde forma el lingote continuo 6, cuya parte líquida 7 es tranquilizada de manera continua por el aluminio líquido 8 contenido en un -- horno 9 calentado por los enrollamientos eléctricos 10. Este aluminio 8, mantenido a una temperatura superior a su punto de fusión, fluye de modo continuo por la tobera 11 y la conducción 12 en un chorro 13 a la parte líquida 7 del lingote continuo 6. Para regular la proporción de



5 aluminio añadida al acero 7, se pueden utilizar diversos medios. Un medio rudimentario consiste en modificar el nivel 15 del aluminio 8 en el horno 9, para regular, de acuerdo con las necesidades, la altura de carga 23 y, por consiguiente, la velocidad de circulación por el orificio de paso 24 del aluminio 8 a la lingotera 5.

Es más sencillo regular el gasto dotando de un tampón móvil a la tobera 11 colocada en el fondo del horno 9.

10 Otro medio consiste, como indica la figura 13, en utilizar un horno 10 estanco en 13 gracias a una cubierta 14. Se puede ejercer así sobre la superficie libre 15 del aluminio fundido 8 una presión regulable a voluntad, por ejemplo por medio de una válvula 16 que modifica la presión de una canalización a presión 17 que desemboca -
15 en 18 en el horno 9, lo que permite regular fácilmente el gasto de aluminio 8 vertido en la lingotera 5. Igualmente, como indica la figura 14, se puede tomar el aluminio fundido 8 con ayuda de una canalización o sifón 17 -
20 que se ceba con ayuda de una depresión ejercida en una tubería 21 derivada en 20, sobre la canalización 19, -- siendo controlada dicha depresión por la válvula de regulación 22. La velocidad de circulación del aluminio 8 es fijada por la diferencia de nivel 23 entre la superficie
25 15 del baño de aluminio 8 y el orificio inferior 24 de la canalización 19. Este orificio 24 está provisto de un obturador de regulación (no representado en la figura) - con ayuda del cual se regula el gasto de aluminio 8 y -- que se cierra enteramente para el cebado.

30 Una variante particularmente interesante del dispo

263992



sitivo se representa en la figura 15. En esta figura, un
horno 9 estanco en 13 está provisto de un sifón 19 que -
conduce el aluminio fundido 8 a la lingotera 5. Se regu-
la el gasto de aluminio 8 modificando la presión del gas
en el interior del horno 9.

La presente solicitud que corresponde a la presen-
tada en Bélgica, el 24 de Marzo de 1960, bajo el número
38663, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vi-
gente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente
de Invención en España por VEINTE años, son los siguien-
tes:

1º.- Un procedimiento para el control de la eferves-
cencia y de la tranquilización del acero en colada conti-
nua, caracterizado porque se efectúa una medida de compa-
cidad sobre un lingote de acero en curso de colada, con-
tínua, porque se deducen de esta medida de compacidad in-
dicaciones precisas sobre la estructura de dicho lingote,
y porque se regula, en función de estas indicaciones, la
adición de desoxidante al acero para obtener en dicho a-
cero la estructura correspondiente al grado de tranquili-
zación deseado.

2º.- Un procedimiento según el punto 1º, caracteriza-
do porque la medida de compacidad se efectúa haciendo que
el lingote sea atravesado por radiaciones electromagnéticas



263992

penetrantes de longitud de onda determinada, de preferencia radiaciones gamma, y comparando los valores de las intensidades de estas radiaciones antes y después de su paso a través del lingote.

5 3º.- Un procedimiento según los puntos 1º o 2º, caracterizado porque estas radiaciones electromagnéticas son radiaciones gamma.

10 4º.- Un procedimiento según una u otra de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque las radiaciones gamma son de pequeña energía y porque el cuerpo radiador es de larga duración.

 5º.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el cuerpo radiador es cobalto 60 o cesio 137.

15 6º.- Un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque se dirige el haz de las radiaciones penetrantes a través del lingote, pero de tal manera que el eje de dicho haz encuentra, por lo menos en uno de sus puntos, la zona interior del lingote limitada por la capa mínima de lardo de seada.

20 7º.- Un procedimiento según el punto 6º, caracterizado porque se relaciona la determinación de la adición de agente tranquilizador al acero con el valor de la relación entre la intensidad de radiación penetrante después de su paso a través del lingote y esta misma intensidad antes del paso, pudiendo ser dicha relación manual o automática.

25 8º.- Un procedimiento según el punto 7º, caracterizado porque la adición final de agentes tranquilizadores

263992



se hace en forma sólida (por ejemplo, filiforme) de líquido.

5 9º.- Un dispositivo para la realización del procedimiento descrito según cualquiera de los puntos anteriores, caracterizado porque comprende un emisor de radiaciones penetrantes, de preferencia de radiaciones gamma, un aparato receptor de dichas radiaciones y una instalación de introducción de agentes tranquilizadores en el acero.

10 10º.- Un dispositivo según el punto 9º, caracterizado porque la instalación continua de introducción de los agentes tranquilizadores en el acero está provista de una subordinación a las indicaciones del aparato receptor de radiaciones.

15 11º.- Un procedimiento para el control de la efervescencia y la tranquilización del acero en colada continua.

20 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los cinco 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,

7 JUN 1967
Alonso de Eizabara
F. F. F.



263992

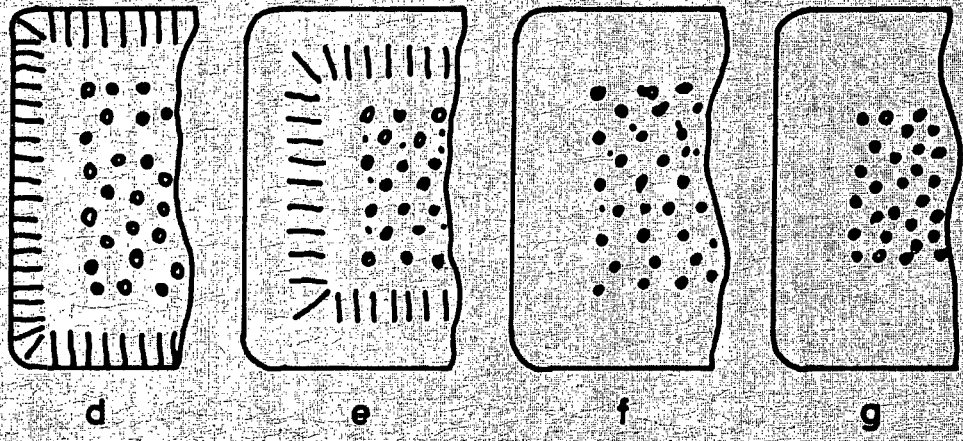
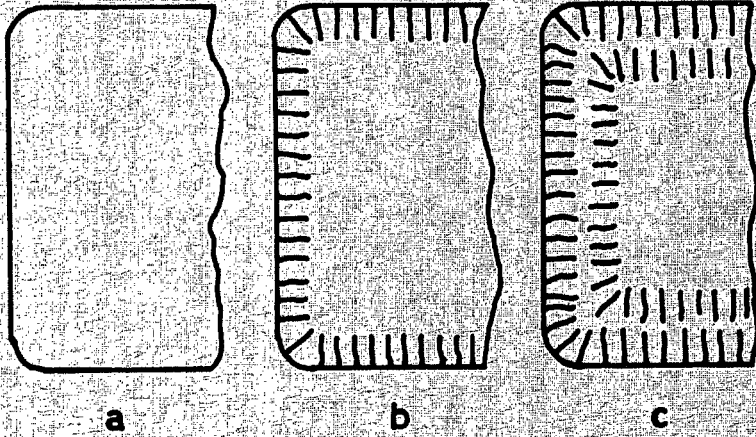


Fig. 1.

Alba
Agnon

203992

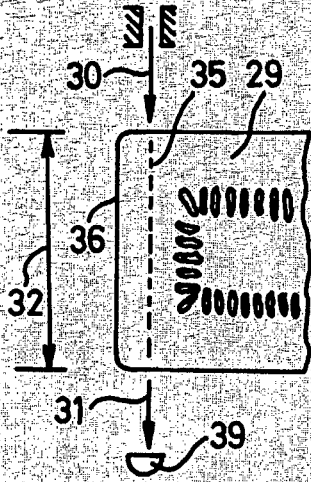


Fig. 2.

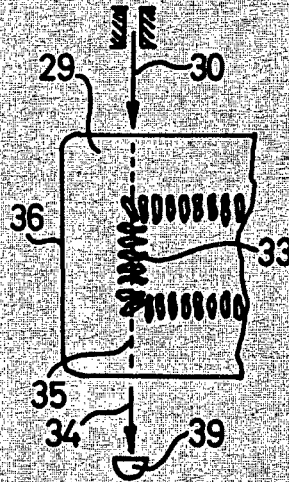


Fig. 3.

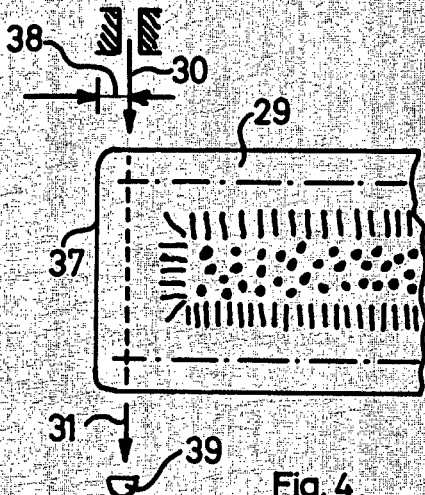


Fig. 4.

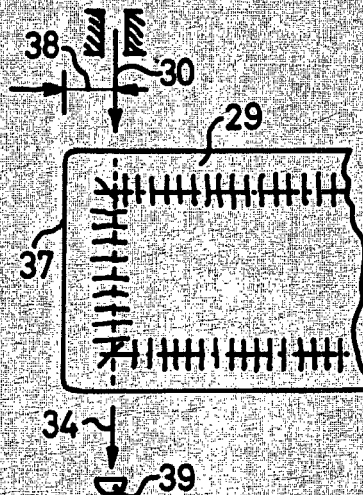


Fig. 5.

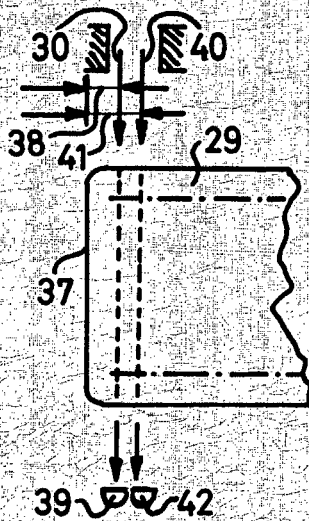


Fig. 6.

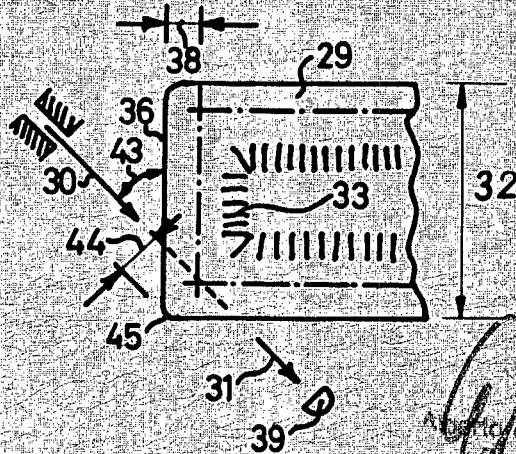


Fig. 7.



263992

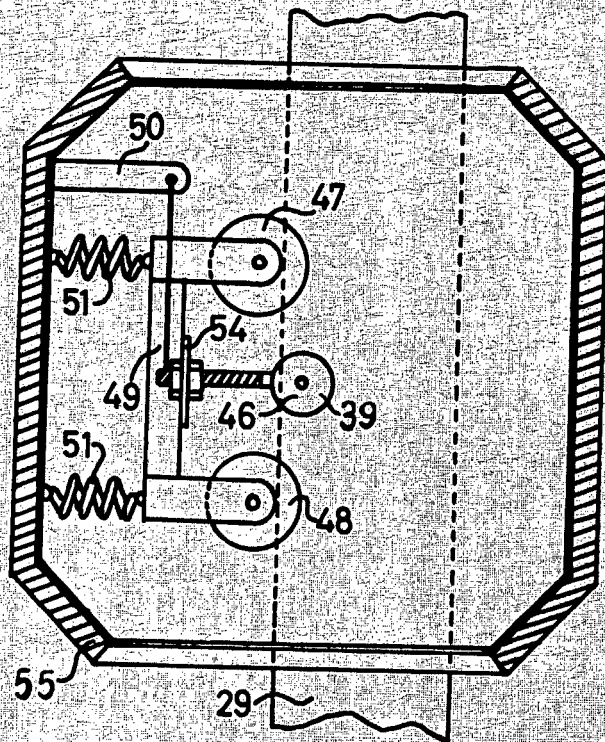


Fig. 9.

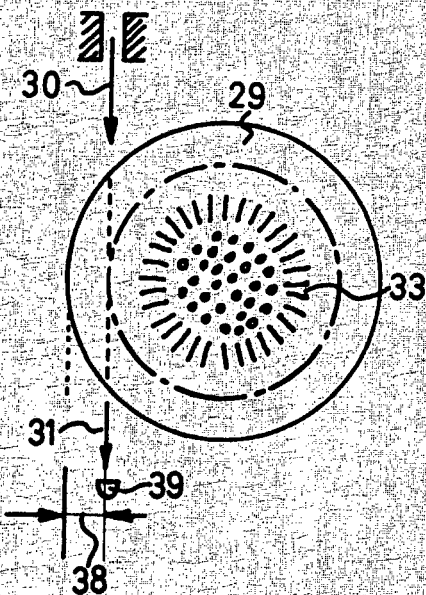


Fig. 8.

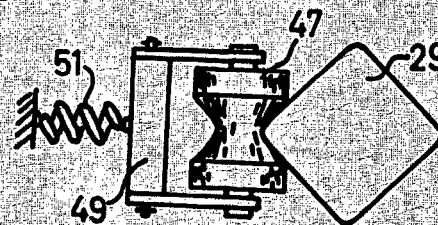


Fig. 10.

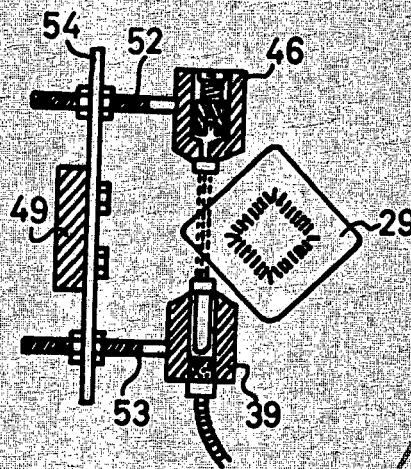


Fig. 11.

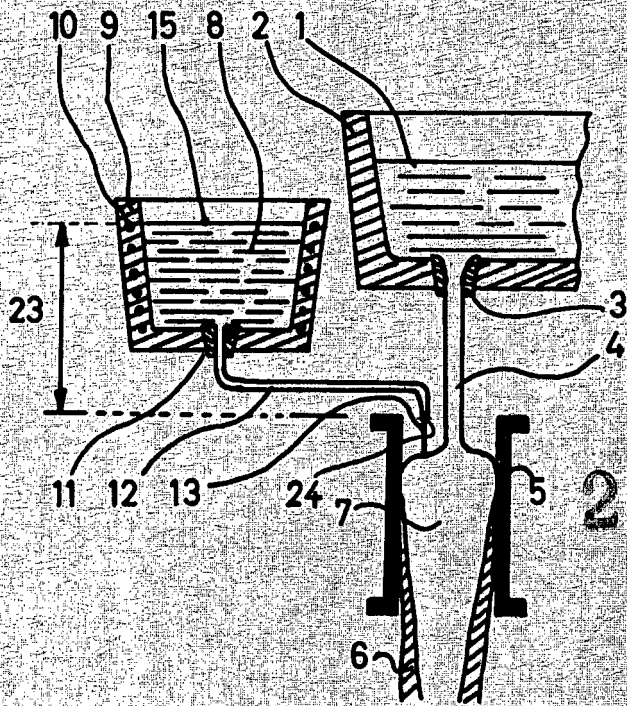


Fig. 12

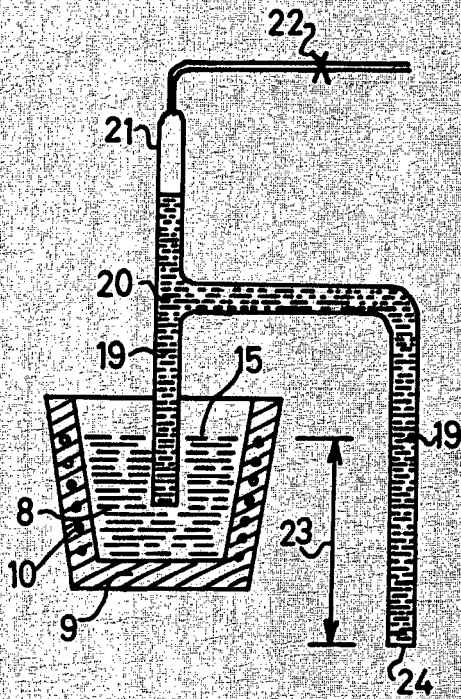
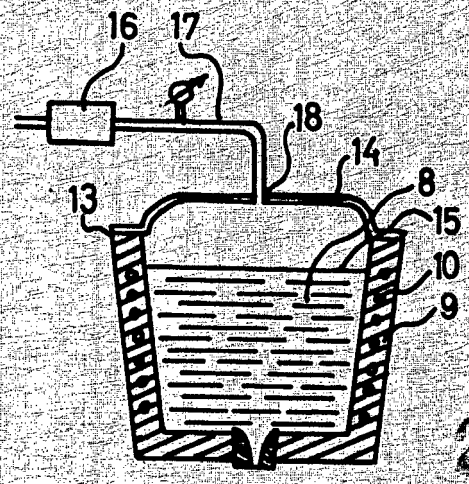


Fig. 14.

Handwritten signature or initials.



263092

263092

Fig. 13

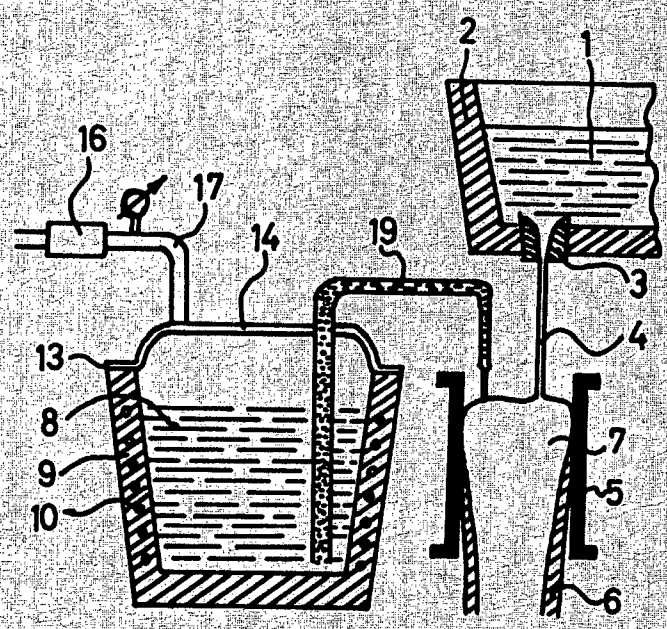


Fig. 15