

368879

27



| |
|------------------------|
| SECCION TECNICA |
| CLASIFICACION I. P. C. |
| CLASE <u>C 21</u> |
| SUBCLASE <u>B</u> |

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: ROBLIN INDUSTRIES, INC.

Residencia: 290 Main Street, BUFFALO, New York
U. S. A.

Enunciado: "UN METODO PARA MOLDEAR DE MANERA
CONTINUA ACERO DE ALTA CALIDAD".

Prioridad: de la solicitud de patente estado-
unidense No. 745.728 del 18-7-68.

ES



El presente invento se refiere a las inclusiones de óxido en el acero moldeado en continuo y que están mantenidas de manera que queden muy dispersas y tengan un tamaño predominantemente muy pequeño mediante el control del ambiente y de la naturaleza de la corriente que circula continuamente desde la tolva de colada hasta el molde a fin de excluir y extraer el oxígeno y los gases que contienen oxígeno para impedir la formación de óxido salvo cuando ésta se debe al enfriamiento y a la solidificación del metal en el mismo molde.

Es muy conocido que la imposibilidad de controlar el tamaño de las inclusiones no metálicas (óxido) que ocurren en el momento de la producción del acero por métodos de colada en continuo ha impedido a las industrias de fundición de acero en continuo suministrar acero para aplicaciones de calidad elevada tales como los rodamientos, las piezas para aviones o piezas parecidas.

Aunque se sabe que la formación de estas inclusiones es debida a la presencia de oxígeno en el acero fundido, con un control cuidadoso del contenido de oxígeno, - tal y como se hace con éxito en la producción de acero fundido desoxidado de alta calidad, no es adecuado para la solución de acero de alta calidad obtenido por colada en continuo. La razón de esto es que aunque en comparación con los aceros fundidos moldeados, el tamaño de las inclusiones no metálicas en el acero moldeado en continuo pueda ser verdaderamente mas pequeña en el comienzo, debido al hecho de que los lingotes tienen una sección transversal relativamente amplia mientras que las palanquillas moldeadas en continuo tienen una sección relativamente pequeña, los pri-



2 / J

meros sufren una reducción de sección transversal mucho mas importante durante el proceso ulterior. Por consiguiente, las inclusiones no metálicas en un producto en forma de lingote, son alargadas, quebradas y tienen una sección transversal muy reducida de manera que al final pueden ser mucho mas pequeñas que en un producto comparable hecho a partir de palanquilla moldeada en continuo. Por ejemplo, un lingote típico que tiene aproximadamente una sección transversal de 3.870,6 cm² (600 pulgadas cuadradas) una vez reducido a una barra de 6,45 cm² (1 pulgada cuadrada) experimenta aproximadamente 40 veces una disminución necesaria para reducir una palanquilla fundida en continuo de 25,8 cm² (4 pulgadas cuadradas) al mismo tamaño.

Por este motivo, la obtención de un contenido de oxígeno reducido en el acero fundido en continuo, que puede equipararse con el que conduce a los productos de alta calidad procedentes del acero fundido desoxidado, no es satisfactorio para producir lo que se considera normalmente como productos de acero fundido en continuo de alta calidad. Desafortunadamente, la solución evidente que consiste en reducir todavía más el contenido de oxígeno no parece actualmente que pueda conseguirse de manera practica. Es decir, que una situación ideal respecto, bien a los aceros fundidos en continuo o a los aceros fundidos en lingotes de soxidados sería la de reducir el contenido de oxígeno a cero, pero este ideal actualmente está muy lejos de poder obtenerse.

Los métodos utilizados para controlar el contenido de oxígeno del acero fundido o en continuo incluye las adiciones químicas usuales en el horno y en la cuchara (es




5 decir la adición de silicio y/o de aluminio al acero fundido) y la utilización de medios para evitar el contacto -
acero-aire, particularmente en la corriente que circula -
desde la cuchara hasta la tolva y en la corriente entre la
10 tolva y el molde. La teoría que fundamenta estos propósitos es que la evitación del contacto acero-aire excluirá la absorción del oxígeno desde la atmósfera y permitirá la reducción del contenido de oxígeno del acero por los métodos normales de desoxidación química a un valor tal que -
15 reduzca al mínimo la presencia de inclusiones no metálicas.

Aunque se obtienen algunas mejoras por estos métodos, los resultados están lejos de ser satisfactorios -
puesto que la presencia de una cantidad importante de inclusiones no metálicas de gran tamaño sigue presentando un
15 gran problema.

El invento está orientado hacia un método y un aparato para la fundición en continuo del acero, en cuyo método la formación de óxidos debida a la presencia inevitable del oxígeno en solución es controlada de modo que los
20 óxidos están presentes de manera predominante en el acero fundido bajo la forma de inclusiones muy dispersas de pequeño tamaño.

El proceso incluye la utilización de una tolva en la cual el acero fundido penetra a partir de una cuchara adecuada, después de lo cual el acero fundido se dirige en una o varias corrientes hasta un molde o varios moldes de moldeo continuo convencional. La desoxidación química del acero se realiza por adición en la cuchara y los
25 óxidos formados por esta desoxidación química en la tolva así como los óxidos procedentes de la cuchara son separados
30

27 JUN 1964



en grado importante bajo la forma de escorias que flotan en la superficie del acero fundido en la tolva.

La corriente que va de la tolva al molde es protegida por una envoltura gaseosa para:

5

a) evitar la introducción de oxígeno que procede del exterior,

b) eliminar el oxígeno y los compuestos del oxígeno de la corriente de acero fundido, y

10

c) impedir la formación de óxidos en la corriente que va de la tolva al molde y limitar la formación de los óxidos sustancialmente a la que se debe al enfriamiento del metal en el molde.

15

Se ha comprobado que si los efectos mencionados mas arriba se realizan todas las inclusiones de óxido en el acero fundido en continuo tendrán un tamaño sustancialmente inferiores a 20 micrones y estarán bien dispersos con lo cual la calidad del acero será mejorada materialmente.

20

En particular, estos resultados se obtienen encerrando la corriente que va de la tolva al molde dentro de un manguito flexible y poroso, en el que se introduce un gas de argon de alta pureza bajo una presión suficiente para producir una circulación continua del gas inerte que renueva constantemente la atmósfera inerte y así elimina el oxígeno, el monóxido de carbono y los compuestos gaseosos que puedan contener oxígeno de la atmósfera inerte, estimulando así y manteniendo continuamente la atmósfera en condiciones de difundir el oxígeno y los compuestos gaseosos que contienen oxígeno en dicha atmósfera,

25

30

Aunque no se conozca todavía el mecanismo exacto mediante el cual el presente invento funciona, se cree que



el mecanismo pone en juego la difusión del oxígeno en solución en el acero fundido dentro de la atmósfera inerte, la reducción de los óxidos ya formados, y la formación de monóxido de carbono que se difunde en la atmósfera inerte; y que estas difusiones gaseosas y tal vez otras difusiones gaseosas posibles impiden de manera particular la formación del óxido salvo cuando es el resultado del enfriamiento y de la solidificación del metal en el molde. El enfriamiento y la solidificación del metal en el molde se produce con bastante rapidez y se cree que conduce casi exclusivamente a la formación de óxidos bien dispersos y que tienen el pequeño tamaño ya mencionado.

Hemos comprobado que las inclusiones no metálicas de gran tamaño, y que conducen a una degradación de la calidad en el acero fundido en continuo pueden eliminarse en grado importante no solamente teniendo en cuenta el contenido del oxígeno del acero en sí, aunque esto tenga su importancia, sino principalmente sometiendo de manera continua la corriente o las corrientes que van de la tolva al molde a una atmósfera que tiende no solamente a excluir el contacto del oxígeno con el acero, sino también a eliminar el oxígeno o los gases conteniendo oxígeno del acero en este punto.

Realizamos preferentemente esta desoxidación y esta eliminación del oxígeno de la corriente que va de la tolva al molde encerrando la corriente en una atmósfera de argón de alta pureza mientras se cambia de manera continua la atmósfera de modo que en cualquier momento el argón tenga sustancialmente una presión ínfima de oxígeno y de gas conteniendo oxígeno. En estas condiciones, los óxidos que



27 Jul 1957

5 se formarían en el acero en solidificación, debido a la precipitación del oxígeno contenido en éste cuando el acero se enfría y se solidifica, están presentes bajo la forma de inclusiones no metálicas ampliamente dispersas tan pequeñas que no afectan materialmente la calidad del acero.

10 Es importante notar que aunque sea interesante mantener el contenido del oxígeno del acero en un valor inferior a aproximadamente 100 partes por millón en el presente procedimiento, este valor se sitúa dentro de los límites normales para el acero fundido en continuo.

15 A título de ilustración, el acero convencional fundido en continuo presenta un contenido de oxígeno situado dentro de la gama de aproximadamente 60 a 160 partes por millón y contiene efectivamente una cantidad importante de inclusiones no metálicas de gran tamaño y perjudiciales a la calidad mientras que con el presente procedimiento el contenido de oxígeno del acero fundido en continuo se sitúa solamente en un valor ligeramente inferior (entre aproximadamente 40 y 90 partes por millón) pero prácticamente
20 con ninguna inclusión no metálica de gran tamaño, estando presentes por el contrario los óxidos bajo la forma de inclusiones muy dispersas de tamaño inferior a 20 micrones - aproximadamente.

En el dibujo adjunto:

25 La figura 1 es un corte vertical tomado a través del aparato para realizar el procedimiento de fundición en continuo de acuerdo con el presente invento;

30 La figura 2 es una sección ampliada tomada a través de la cubierta que encierra la corriente que va de la tolva al molde;



La figura 3 es un corte a escala reducida tomada a lo largo del plano de la línea de corte 3-3 de la figura 2 y que muestra el dispositivo de válvula de cierre; y

5 La figura 4 es una sección transversal ampliada tomada a lo largo del plano de la línea de corte 4-4 de la figura 3.

Respecto a la figura 1, la referencia 10 representa en general una cuchara, de la cual se representa en la figura 1 solamente la parte inferior y que se entiende que contiene acero fundido 12 obtenido por tratamiento en
10 horno. La cuchara está provista de una boquilla u orificio adecuado 14 en su fondo y de una barra de cierre convencional (no representada) que se utiliza conjuntamente con éste para controlar la circulación del acero desde la
15 cuchara 10 hasta la tolva 16 situada por debajo. La tolva está provista de un par de porciones de boquilla u orificios 18 y 20 para introducir el acero fundido en los moldes con extremos abiertos 22 y 24, que están animados de un movimiento alterno. Se entiende que los moldes 22 y 24
20 son de construcción enteramente convencional tales como se utilizan en la industria de fundición en continuo y están provistos del mecanismo usual (no representado) para realizar el movimiento alterno vertical de estos moldes de manera continua para seguir y a continuación para separar las
25 palanquillas 26 y 28 que se forman.

Como puede verse más claramente en la figura 2, la pared de fondo 30 de la tolva está provista debajo de cada boquilla 18 y 20 de un conjunto de placa de válvula representado generalmente por la referencia 32, y las caras superiores 34 de los moldes 22 y 24 forman unos asientos -
30



para los collarines 36. La cara inferior 37 de cada conjunto de placa de válvula 32 forma un asiento para el collarín superior 38, estando los dos collarines 36 y 38 provistos de unos rebordes 40 y 41 que forman asiento para el muelle de compresión 42 y están separados el uno del otro por este y, interpuestos entre los collarines y sus respectivas superficies de asiento 34 y 37 se hallan unos anillos de estanqueidad o de cierre 43 y 44 dispuestos en unos surcos adecuados formados en los collarines y adaptados, bajo la acción del muelle 42, para realizar el cierre hermético en estos puntos.

Encerrado dentro de cada muelle 42 se halla un manguito poroso 45 que tiene sus extremos opuestos sujetos en los collarines 38 y 36 por medio de cintas adecuadas 46 y 47, quedando entendido que los manguitos 45 tienen una longitud suficiente para permitir la extensión máxima entre los moldes 22 y 24 y la tolva 16.

El conjunto de placa de válvula 32 como puede verse más claramente en las figuras 3 y 4, incluye una porción de cuerpo principal 50 provista en su superficie superior de una ranura 52 que recibe el elemento de placa de cierre 54. La porción de cuerpo principal 50 de la válvula puede tener un perfil circular que presenta una abertura central 58 relativamente ancha en correspondencia con la boquilla de la tolva 18 mientras que la placa 54 está adaptada para desplazarse entre una posición de cierre y una posición que descubre la boquilla de la tolva 18. Como puede verse en la figura 4, la placa 54 está provista de una pieza de grafito 60 que se apoya contra la superficie inferior de la tolva, estando esta pieza destinada a evitar que la placa



54 se suelde a la tolva cuando se desplaza la placa para tapar la boquilla de la tolva.

5 Cada uno de los collarines 36 está provisto de un dispositivo de entrada de gas inerte el cual, como puede verse en la figura 2, puede estar constituido por un tubo 62 debidamente anclado por ejemplo por medio de las tuercas 64 y que se termina por una porción de tubo transversal 66 que está cerrada en sus extremos opuestos 68 y 70 y provista en sus caras laterales de unas aberturas 72 para admitir el gas inerte en el recinto 74 formado por el manguito poroso 45. Cada manguito 45 está constituido por un material adecuado tal como material de amianto tejido que tiene propiedades refractarias suficientes para soportar el calor ambiente y tener sin embargo la porosidad adecuada para permitir que el gas inerte pase a través de él. El manguito 45 es naturalmente flexible para adaptarse al movimiento vertical alterno de los moldes 22 y 24.

15 El gas inerte, preferentemente argón de alta pureza, se introduce en los recintos 74 con una presión suficiente para asegurar un escape o una salida del gas inerte desde los recintos 74 que sea eficaz para cambiar y limpiar las atmósferas de gas inerte en los recintos 74 de manera que la atmósfera se mantenga sustancialmente exenta de oxígeno o de gas conteniendo oxígeno para favorecer así la desoxidación de la corriente 76 que va desde la tolva al molde. Preferentemente, la velocidad de escape del gas inerte es del orden de 663,58 litros por minuto (23,44 pies cúbicos por minuto) cuando se funden palanquillas de 12,90 y 25,8 cm² (2 y 4 pulgadas cuadradas), 26 y 28, del orden de 1.358,8 litros por tonelada de acero (48 pies cúbicos -



por tonelada USA) y típicamente una presión interna dentro del recinto 74 de aproximadamente $0,109 \text{ Kg/cm}^2$ (1 1/2 libra por pulgada cuadrada) es suficiente para asegurar la velocidad de escape. Una válvula reguladora de presión -
5 adecuada y un medidor de presión, no representados, permiten al operario controlar la velocidad de escape. La construcción de la tolva es de naturaleza totalmente convencional excepto por la existencia de un par de barreras 80 y
10 82 que se extienden verticalmente a partir de la pared de fondo y entre las paredes laterales opuestas de la tolva. Estas barreras están situadas de manera que obstaculizan la circulación de la corriente 84 entre la cuchara y la tolva y hacen que el metal fundido entrante circule hacia arriba en dirección a la superficie 86 del depósito de la tolva
15 antes de desplazarse hacia abajo en dirección a las boquillas 18 y 20. Naturalmente se mantiene la superficie 86 a un nivel más elevado que las barreras y se han de proveer unos medios, no representados, para controlar automáticamente la circulación entre la cuchara y la tolva a fin de
20 mantener una presión metalostática fija en la tolva.

Las barreras 80 y 82 están dispuestas para mejorar el efecto natural de separación de la tolva ayudando las inclusiones no metálicas contenidas en el acero fundido a caminar hasta la superficie 86 donde permanecen bajo la
25 forma de escorias, evitando así su introducción en los moldes.

El calcio y/o el silicio se utilizan en la cuchara como agente desoxidante y el agente se usa preferentemente en una cantidad de aproximadamente 2,26 Kg por tonelada
30 de acero (5 libras por tonelada USA) suficiente para esta-



blecer un contenido de oxígeno en la tolva de aproximada-
mente 60-190 partes por millón. Las barreras 80 y 82 ayu-
dan a asegurar que los óxidos formados por los agentes de
desoxidación mencionados más arriba caminan hasta la super-
ficie 86 y quedan en ella bajo la forma de escorias de mo-
do que se reduzca igualmente a un mínimo la introducción de
escorias en el molde. Típicamente, la profundidad del depó-
sito de la tolva puede ser de aproximadamente 431,63 cm.
(17 pulgadas) utilizando dos boquillas de 279,29 / 406,24
cm. de diámetro (11 / 16 pulgadas) 18 y 20 para formar pa-
lanquillas de 25,80 cm² (4 pulgadas cuadradas) 26 y 28. Las
corrientes 76 entre la tolva y el molde tienen una longitud
de aproximadamente 380,85 cm. (15 pulgadas) y el tiempo de
colada para una colada de 22 toneladas es de aproximadamen-
te 45 minutos.

En las condiciones mencionadas más arriba, utili-
zando gas argón de alta pureza suministrado por una fuente
adecuada a una presión de aproximadamente 0,109 Kg/cm² -
(1,5 libras por pulgada cuadrada) y con un caudal de apro-
ximadamente 1.358,8 litros por tonelada de acero (48 pies
cúbicos por tonelada USA), el acero estaba caracterizado
por una ausencia sustancial de inclusiones no metálicas de
tamaño superior a 20 micrones aproximadamente y puede pro-
ducirse en cantidades y de manera repetida. Las inclusio-
nes no metálicas presentes en el acero tienen principalmen-
te la forma de óxidos extremadamente finos y muy dispersos
tales como óxidos de manganeso, silicio, aluminio y calcio.

Cinco coladas de prueba, cada una de aproximada-
mente 22 toneladas, han sido realizadas con acero AISI C-
1050, de la cual un ramal o palanquilla ha sido sometido a



la protección y a la desoxidación de su corriente tolva-mol
de de acuerdo con el invento mientras que la corriente que
constituye el otro ramal estaba expuesto al aire. Una com
paración de los resultados que ilustran el porcentaje de -
5 reducción entre los ramales de control y los ramales fundi
dos de acuerdo con el invento es la siguiente:

| | <u>Porcentaje de Reducción</u> |
|---|--------------------------------|
| Análisis del oxígeno (promedio) | 33 % |
| 10 Recuento de inclusiones no metálicas. (promedio) | 74 % |
| Recuento de inclusiones no metálicas (promedio) | 78 % |

En lo que antecede se ve que el factor de reduc
ción del contenido de oxígeno en la palanquilla no es el
solo factor que entra en cuenta puesto que la reducción de
15 la cantidad de óxidos o inclusiones metálicas y de su tama
ño supera mucho la reducción del contenido de oxígeno. Ade
más, tal y como se ha indicado más arriba, el contenido de
oxígeno del acero obtenido por el presente invento se super
pone a la gama obtenida por procedimientos convencionales,
20 siendo el primero de 40 a 90 partes por millón y el último
de 60 a 160 partes por millón.

Por el contrario en el presente invento la presen
cia casi exclusiva de inclusiones de óxido extremadamente
finas (menos de 20 micrones aproximadamente) y muy disper
25 sas aparece como debida, por lo menos en gran parte, al -
efecto combinado de protección y de desoxidación de la co
rriente entre la tolva y el molde. Las pruebas realizadas
con atmósfera protectora alrededor de la corriente entre la
tolva y el molde pero sin realizar una desoxidación en este
30 punto, aunque mostrando una reducción en las inclusiones -



no metálicas en comparación con la corriente no protegida, no puede compararse favorablemente con los resultados obtenidos por medio de este invento. Se puede prever que una atmósfera protectora en ausencia de efectos de desoxidación producirá solamente de 1/6 a aproximadamente 1/3 del efecto producido por el presente invento respecto a la cantidad de inclusiones no metálicas de gran tamaño.

En lo que antecede se ve claramente que el presente invento utiliza simultáneamente la protección y la desoxidación de la corriente entre la tolva y el molde encerrándola en una atmósfera inerte y cambiando la atmósfera con una velocidad tal que se efectúe continuamente la desoxidación de la corriente. Tal y como se ha mencionado más arriba, se cree que el cambio continuo de la atmósfera inerte es favorable a la difusión del oxígeno y del gas - conteniendo oxígeno procedente de la corriente hasta la atmósfera inhibiendo la formación de óxidos en el acero salvo cuando se produce a consecuencia del enfriamiento y de la solidificación del acero en el molde, en cuyo caso puede formarse como inclusiones muy dispersas y muy pequeñas en el acero. En particular, se ve que cualquier atmósfera inerte que tiene una presión sustancialmente nula de oxígeno y de monóxido de carbono favorecerá, si se cambia una velocidad que le permite conservar esta presión casi nula, la desoxidación del acero para obtener el resultado apetecido. Por consiguiente, se pueden utilizar otras atmósferas inertes diferentes distintas del argón que ha sido descrito - aquí de manera particular.

En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes

27 JUL



REIVINDICACIONES

1. Un método para moldear de manera continua
acero de alta calidad caracterizado por la reducción de
las inclusiones no metálicas de un tamaño superior a apro-
ximadamente 20 micrones que incluye las etapas que consis-
ten en: hacer pasar una colada de acero fundido en una
tolva para mantener sustancialmente una presión constante
del acero fundido en ella, dirigir simultáneamente las co-
rrientes de acero fundido desde el fondo de la tolva hasta
un molde de colada en continuo, proteger la corriente entre
la tolva y el molde, impidiendo que la corriente entre la
tolva y el molde recoja oxígeno encerrándola en una atmós-
fera inerte, y cambiar continuamente la atmósfera inerte
a una velocidad suficiente para desoxidar de manera conti-
nua dicha corriente.

2. El método según la reivindicación 1, caracte-
rizado porque la desoxidación de la corriente entre la tol-
va y el molde se realiza introduciendo y haciendo salir si-
multáneamente la atmósfera inerte a una velocidad del orden
de 1.358,8 litros por tonelada de acero (48 pies cúbicos -
por tonelada USA).

3. El método según la reivindicación 2, caracte-
rizado porque dicha atmósfera inerte es argón.

4. El método según la reivindicación 1, caracte-
terizado porque la desoxidación se realiza encerrando la
corriente entre la tolva y el molde, introduciendo un gas
inerte que tiene sustancialmente una presión casi nula de
oxígeno y de monóxido de carbono en el recinto, y haciendo
salir continuamente el gas inerte para mantener esta pre-
sión dentro del recinto a un valor sustancialmente igual a



cero.

5 5. El método según la reivindicación 4, caracte
rizado porque incluye la etapa que consiste en dirigir de
nuevo el metal que entra en la tolva, hacia la superficie
del metal en la tolva antes de hacerlo pasar entre la tol-
va y el molde bajo la forma de una corriente.

10 6. El método según la reivindicación 1, caracte
rizado porque incluye la etapa que consiste en dirigir de
nuevo el metal que entra en la tolva, hacia la superficie
del metal en la tolva antes de hacerlo pasar entre la tol-
va y el molde bajo la forma de una corriente.

15 7. El método según la reivindicación 1, caracte
rizado porque incluye la etapa que consiste en añadir un
agente desoxidante a la colada de acero fundido en cantidad
suficiente para establecer un contenido de oxígeno en el
acero fundido situado en la tolva que no sea superior a -
aproximadamente 190 partes por millón.

20 8. El método según la reivindicación 7, caracte
rizado porque la desoxidación se realiza hasta el punto de
obtener un contenido de oxígeno en el acero que se solidifi-
ca en el molde que esté situado en la gama de 40 a 90 par-
tes por millón aproximadamente.

25 9. Se reivindica por último como objeto sobre -
el que ha de recaer la Patente de Invención que se solici-
ta: "UN METODO PARA MOLDEAR DE MANERA CONTINUA ACERO DE -
ALTA CALIDAD".

27 JUN



Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva, que consta de diecisiete páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 27 de junio 1969

5

BERNARDO UNGRIA

P.P.

10

15

20

25

30

27 JUN 1969

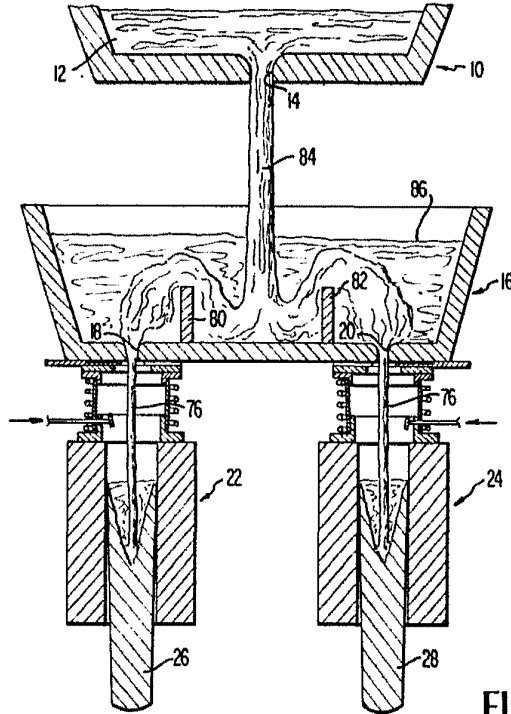


FIG. 1

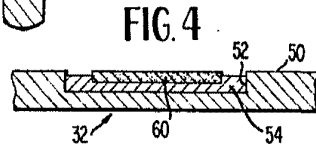


FIG. 4

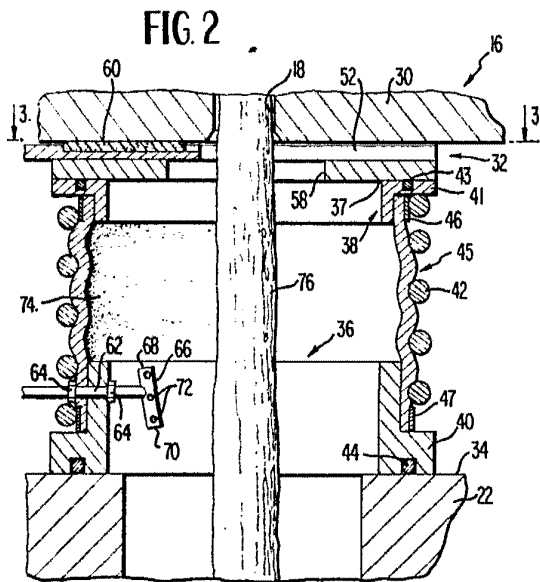


FIG. 2

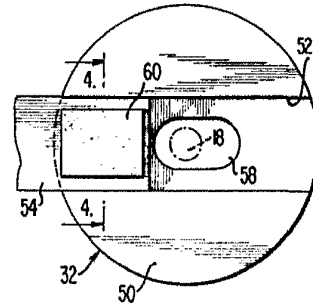


FIG. 3

ESCALA VARIABLE
MADRID, 27 DE junio DE 1969
BERNARDO UNGRIG
P.P.