



ESPAÑA

~~12 JUL 1978~~  
**CONCEDIDA**

**PATENTE DE INVENCION**

(19) ES	(11) NUMERO	(10) A1
	(21) 459.586	
	(22) FECHA DE PRESENTACION	
	7.6.1977	

(30) PRIORIDADES (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
66912/1976	7.6.1976	JAPON
(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C23C	
(54) TITULO DE LA INVENCION		
UN METODO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE UN METAL.		
(71) SOLICITANTE (S)		
KOBE STEEL, LTD.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
3-18, 1-chome, Wakinohama-cho, Fukiai-Ku, Kobe-city - Japon -		
(72) INVENTOR (ES)		
Sumihide Fujii, Hazime Fukinbara, Katuzi Mizutani, Minoru Nishibe y Yoshitomo Ishii, todos de nacionalidad japonesa.		
(73) TITULAR (ES)		
(74) REPRESENTANTE		
D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU		

UNE A-4 MOD. 3106

**20 JUL 1978**

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

UTILICESE COMO PRIMERA PAGINA DE LA MEMORIA

**POOR QUALITY**



1           En general, un metal, en particular una varilla o  
una barra de alambre de acero (esta última se llamará simple  
mente varilla de acero, en lo que sigue), se obtiene por la  
minación en caliente, se almacena a continuación provisional  
5           mente antes de conducirla al siguiente puesto de trabajo se  
cundario, donde la varilla de acero está sometida a un trata  
miento de desoxidación, tal como decapado o parecido, y a con  
tinuación a un puesto de trabajo secundario (tratamiento tér  
mico, trabajo plástico, etc). El proceso de fabricación des  
10           crito más arriba, plantea sin embargo numerosos problemas ex  
tremadamente difíciles de resolver. Por ejemplo, una varilla  
de acero preparada en un taller de laminación se somete a un  
tratamiento de protección contra la oxidación para impedir  
que la varilla de acero se oxide durante el período de almace  
15           nado provisional o durante el transporte a un puesto de traba  
jo secundario. Sin embargo, salvo en el caso de la utilización  
de un agente antioxidante costoso, se presentan dificultades  
para impedir eficazmente la oxidación y esto da lugar a nume  
rosas dificultades. Se suele someter una varilla de acero la  
20           minado en caliente a un tratamiento de decapado para eliminar  
los óxidos formados en su superficie, antes de una fase de  
trabajo siguiente. Sin embargo, la operación de decapado en  
cuestión necesita la utilización de equipos costosos precisos  
para impedir la contaminación del ambiente y para evacuar el  
25           líquido residual del tratamiento. Además, la varilla de acero  
se somete a un pretratamiento de estirado constituido por una  
fosfatación o la formación de un revestimiento de cal o bórax  
para mejorar el estado superficial de la varilla de acero, a  
la cual debe adherirse un agente lubricante en una fase de  
30           trabajo secundaria. Sin embargo, esto aumenta la complejidad

1 de la fase de trabajo secundaria.

Los problemas que se presentan con las fases de trabajo secundarias de una varilla de acero laminada en caliente se deben al estado superficial de la varilla de acero y, por tanto, existe la necesidad de mejorar la calidad de las varillas de acero.

En el tratamiento superficial de la varilla de acero que se efectúa generalmente, están incluidas las operaciones de inmersión en un baño caliente y de electrorecubrimiento. El proceso de inmersión en caliente necesita una técnica perfeccionada para el control del espesor del depósito, además de solucionar problemas tales como el bajo rendimiento del material utilizado para la operación de inmersión en caliente, y del consumo de una gran cantidad de energía térmica. Por otra parte, el proceso de electrorecubrimiento aumenta los costes de fabricación.

Además, en las patentes de los Estados Unidos números 3.560.239, 3.544.351, y 3.742.106, de la técnica anterior relacionada con el presente invento describen cómo se forma un revestimiento de resina termoplástica o termoendurecible pulverizada en la superficie de un substrato tal como vidrio o alambre de acero o parecido, en el lecho fluidizado gaseoso.

#### RESUMEN DEL INVENTO

El presente invento está destinado particularmente a evitar los inconvenientes del tratamiento superficial de la técnica anterior de un metal laminado en caliente, particularmente una varilla de acero o productos en forma de barra.

Por consiguiente, el primer objeto del invento consiste en proporcionar un nuevo tratamiento superficial de un metal laminado en caliente utilizando el calor de la laminación

1 en caliente.

El segundo objeto del invento consiste en proporcionar un tratamiento superficial del tipo descrito, que emplea durante el tratamiento superficial mencionado más arriba, en  
5 combinación con él y simultáneamente, un tratamiento de temple térmico o de enfriamiento.

De acuerdo con el primer aspecto del invento, se proporciona un tratamiento superficial para metal laminado en caliente, más particularmente varilla de acero, de acuerdo con  
10 un sistema de lecho fluidizado, en el cual se introduce un metal laminado en caliente en un lecho fluidizado gaseoso de gas no oxidante, que sirve como medio fluidizado, caracterizándose el tratamiento en cuestión por las operaciones que consisten en: introducir un metal inmediatamente después de  
15 la laminación en caliente en un lecho de gas inerte para impedir la formación de óxido en la superficie del metal, o en un lecho de gas reductor para eliminar el óxido formado en ella, introducir a continuación el metal en un lecho fluidizado gaseoso que contiene partículas de metal o de aleación de un punto de fusión bajo como partículas fluidizadas, para poner las  
20 partículas fluidizadas en contacto con el metal caliente, de modo que las partículas fluidizadas se fundan o solidifiquen en la superficie del metal, formando así una partícula de revestimiento hecho de metal o de aleación de punto de fusión  
25 bajo en la superficie del metal.

De acuerdo con el segundo aspecto del presente invento, se proporciona un tratamiento superficial tal como está definido en el primer aspecto del invento, en el cual el metal en cuestión es una varilla de acero o una barra de acero.

30 De acuerdo con el tercer aspecto del invento, se

1 proporciona un tratamiento superficial tal como está defini  
do en el segundo aspecto del invento, en el cual una pelícu  
la de revestimiento de metal o aleación de punto de fusión ba  
jo se forma en la superficie de una varilla de acero, mientras  
5 se ajusta la temperatura de la capa fluidizada de modo que la  
varilla de acero esté sometida a un tratamiento de temple tér  
mico o de enfriamiento debido al contacto de la varilla de ace  
ro con las partículas fluidizadas, lo que permite conseguir  
así las propiedades mecánicas deseadas y una estructura de  
10 perlita fina.

De acuerdo con el cuarto aspecto del invento, se  
proporciona un tratamiento superficial tal como está definido  
en el primer aspecto del invento, en el cual el gas reductor  
está constituido por una mezcla de gas hidrógeno ( $H_2$ ) y de  
15 gas nitrógeno ( $N_2$ ).

De acuerdo con el quinto aspecto del invento, se  
proporciona un tratamiento superficial, tal como está defini  
do en el cuarto aspecto del invento, en el cual el gas reduc  
tor está constituido por una mezcla de gas  $H_2$  que representa  
20 de 50 a 100% del volumen, y de gas  $N_2$  que constituye el resto.

De acuerdo con el sexto aspecto del invento, se  
proporciona un tratamiento superficial según se define en el  
quinto aspecto del invento, en el cual el gas reductor es pre  
ferentemente un gas AX constituido por gas  $H_2$  a razón de 75%  
25 del volumen y gas  $N_2$  a razón del 25% del volumen.

De acuerdo con el séptimo aspecto del invento, se  
proporciona un tratamiento superficial según se define en el  
primer aspecto del invento, en el cual el metal de punto de  
fusión bajo está constituido por uno o varios metales elegi  
30 dos entre un grupo que consiste en Al, Zn, Cd, Pb y Sn.

1 De acuerdo con el octavo aspecto del invento, se proporciona un tratamiento superficial según se define en el séptimo aspecto del invento, en el cual el metal de punto de fusión bajo es preferentemente Zn.

5 De acuerdo con el noveno aspecto del invento, se proporciona un tratamiento superficial según se define en el primer aspecto del invento, en el cual la aleación de punto de fusión bajo está constituida por una o varias aleaciones elegidas entre un grupo que consiste en aleación de Al, aleación de Zn, aleación de Cd, aleación de Pb, aleación de Cu,  
10 y aleación de Sn.

De acuerdo con el décimo aspecto del presente invento, se proporciona un tratamiento superficial según se define en el noveno aspecto del invento, en el cual la aleación de punto de fusión bajo está preferentemente constituida por una  
15 aleación de Zn.

De acuerdo con el aspecto décimo primero del presente invento, se proporciona un tratamiento superficial según se define en el primer aspecto del invento, en el cual las  
20 partículas fluidizadas contienen, además, un elemento elegido entre un grupo que consiste en arena de zirconio ( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ ),  $Al_2O_3$ , y partículas de  $SiO_2$ .

De acuerdo con el décimo segundo aspecto del invento, se proporciona un tratamiento superficial según se define  
25 en el primer aspecto del invento, en el cual el gas no oxidante que sirve como medio fluidizado es gas  $N_2$  u otro gas inerte.

De acuerdo con el décimo tercero aspecto del invento se proporciona un tratamiento superficial, según se define en el primer aspecto del invento, en el cual la gama de temperatura de la capa fluidizada está incluida entre la temperatu  
30

1 ra ambiente y el punto de fusión de un metal o de una aleación  
de punto de fusión bajo.

De acuerdo con el décimo cuarto aspecto del invento,  
se proporciona un tratamiento superficial según se define en  
5 el primer aspecto del invento, en el cual la temperatura del  
metal que ha de ser tratado, en el momento de su introducción  
en el lecho fluidizado, no es inferior al punto de fusión del  
metal o al de la aleación de punto de fusión bajo.

De acuerdo con el décimo quinto aspecto del invento,  
10 se proporciona un tratamiento superficial según se define en  
el tercer aspecto del invento, en el cual la gama de tempera  
tura del lecho fluidizado está incluida entre la temperatura  
ambiente y el punto de fusión del metal o de la aleación de  
punto de fusión bajo, y la temperatura utilizada para realizar  
15 el tratamiento de templado térmico de la varilla de acero no  
es superior a 500°C.

De acuerdo con el décimo sexto aspecto del invento,  
se proporciona un tratamiento superficial del tipo definido  
en el tercer aspecto del invento, en el cual la temperatura  
20 de la varilla o de la barra de acero, en el momento de su in  
troducción en el lecho fluidizado no es inferior al punto de  
fusión del metal o al de la aleación de punto de fusión bajo,  
y la temperatura de la varilla de acero, en el momento de su  
introducción en el lecho fluidizado o antes, no es inferior  
25 al punto de transformación  $A_{r_3}$  con el objeto de completar la  
transformación en perlita de la varilla de acero en el lecho  
fluidizado.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un gráfico que ilustra la relación  
30 que existe entre la formación de la película de revestimiento

1 de Zn y la temperatura de calentamiento del acero al carbono  
que ha sido sometido al tratamiento superficial en un lecho  
fluidizado que contiene partículas de Zn como partículas flui-  
dizadas, así como la temperatura de un lecho fluidizado, en  
5 el cual el símbolo  $\odot$  representa la formación uniforme de la  
película de revestimiento de Zn, el símbolo  $\triangle$  representa la  
formación localizada de la película de revestimiento de Zn,  
y X representa la ausencia de la película de revestimiento de  
Zn, mientras que las cifras indicadas entre paréntesis repre-  
10 sentan el espesor medio ( $\mu$ ) de las películas de revestimiento  
de Zn;

la figura 2 es un gráfico que representa las curvas  
de enfriamiento durante el tratamiento superficial de una va-  
rilla de acero de elevado contenido de carbono, en un lecho  
15 fluidizado gaseoso, que contiene partículas de Zn como partí-  
culas fluidizadas;

la figura 3 es un gráfico que representa la rela-  
ción que existe entre el tiempo de reducción y el porcentaje  
de reducción durante una operación de reducción en hidrógeno  
20 de una varilla de acero con elevado contenido de carbono, que  
tiene óxido en su superficie;

las figuras 4 a 10 son unas vistas que ilustran la  
cadena de laminación en caliente para varilla de acero; y

25 las figuras 5 a 9 son unas vistas que ilustran las  
líneas generales del aparato destinado a ser utilizado en el  
tratamiento superficial de acuerdo con el presente invento.

Los números de referencia de las figuras 4 a 8 de-  
signan los siguientes elementos: 1 el metal o la varilla de  
acero; 2 el puesto de alimentación; 3 el horno de calentamien-  
30 to y de reducción; 6 el lecho fluidizado gaseoso; 7 la máqui-

1 na recogedora; 8 el rodillo de acabado; 9 la máquina de bobinado; 10 la cadena transportadora; 11 el colector; 12 la zona de enfriamiento con agua; 13 el dispositivo destinado a romper el óxido con chorro de agua; 14 la tubería o el tubo para  
5 proteger la varilla de acero o la barra de acero contra la atmósfera ambiente; 15 un cizalla; 16 un baño de agua.

DESCRIPCION DETALLADA DE LOS MODOS DE REALIZACION PREFERIDOS

10 El proceso convencional de fabricación de una varilla o de una barra de acero incluye las siguientes fases que consisten en:

- (1) laminar en caliente un lingote de acero para obtener una varilla o una barra de acero.
- (2) someter la varilla o la barra de acero laminada en caliente a un tratamiento de temple térmico en un lecho fluidizado, a un tratamiento de enfriamiento por aire forzado o a un tratamiento de enfriamiento con agua según las necesidades.
- (3) someter la varilla o la barra de acero a un decapado.
- (4) someter la varilla o la barra de acero así tratada a un pretratamiento de estirado, por ejemplo un tratamiento de fosfatación, y
- (5) estirar la varilla o la barra de acero así pretratada.

25 Las fases anteriores (1), (2), se realizan en un taller de laminación, mientras que las fases (3), (4) y (5) se llevan a cabo en el taller de trabajo secundario. En caso de necesidad puede omitirse la segunda fase (2).

Los problemas planteados por el proceso de fabricación convencional descrito más arriba, son los siguientes:

- (A) Se produce una notable oxidación cuando la varilla o la barra de acero laminada en caliente se almacena durante

1 un período de tiempo prolongado antes de conducirla a un taller de trabajo secundario, y se deteriora la calidad superficial de la varilla de acero.

(B) El decapado constituye por sí mismo un motivo de contaminación del ambiente.

(C) Se necesita antes del estirado un tratamiento previo (fosfatación).

El presente invento está destinado a aportar una solución a estos problemas técnicos sometiendo una varilla de acero laminada en caliente a un tratamiento superficial en un medio fluidizado, sin realizar un decapado ni pretratamiento para el estirado antes de estirar la varilla. Además, ajustando la temperatura del lecho fluidizado, el temple térmico puede realizarse en combinación con el tratamiento superficial.

Las propiedades del presente invento consisten en el hecho de que se introduce un metal caliente en un lecho fluidizado gaseoso de un gas no oxidante que sirve como medio fluidizado. Más particularmente, inmediatamente después de la operación de laminado en caliente el metal se introduce en un lecho de atmósfera de gas inerte para impedir la formación de óxido en su superficie o en un lecho de atmósfera de gas reductor para eliminar el óxido formado en la superficie del metal, después de lo cual el metal se introduce en un lecho fluidizado gaseoso que contiene partículas de metal o de aleación de un punto de fusión bajo que sirven como partículas fluidizadas o en un lecho fluidizado gaseoso que contiene una mezcla de partículas de metal o de aleación de punto de fusión bajo con, por lo menos, un elemento elegido entre un grupo que consiste en arena de zirconio ( $ZrO_2$ ,  $SiO_2$ ), partículas de  $AlO_3$  y  $SiO_2$ , como partículas fluidizadas, formando así una capa de

1 revestimiento de metal o de aleación de punto de fusión bajo  
en la superficie del metal laminado en caliente. Al respecto,  
el tratamiento superficial del metal laminado en caliente men  
5 cionado más arriba puede llevarse a cabo utilizando el calor  
de la laminación del metal laminado en caliente. Además, de  
acuerdo con el presente invento, ajustando la temperatura del  
lecho fluidizado, el metal laminado en caliente puede someter  
se al tratamiento de temple térmico o de enfriamiento por me  
10 dio de su contacto con las partículas fluidizadas, lo que  
permite obtener así las propiedades mecánicas y la estructura  
deseadas.

La primera característica del presente invento con  
siste en el hecho de que se introduce un metal caliente en  
un lecho fluidizado de un gas no oxidante, tal como gas  $N_2$  u  
15 otro gas inerte, que sirve como medio fluidizado, conteniendo  
el lecho fluidizado para constituir las partículas fluidiza  
das, partículas de metal o de aleación de punto de fusión ba  
jo.

Las partículas de metal o de aleación empleadas  
20 como partículas fluidizadas, se fluidizan con un medio de  
fluidización y a continuación entran en contacto con la super  
ficie de un metal caliente introducido en el lecho fluidizado,  
fundiéndose así sobre la superficie del metal laminado, y so  
lidificando a continuación en ésta, cuando la temperatura su  
25 perfiacial del metal laminado disminuye. Al respecto, el punto  
de fusión de las partículas de metal o de aleación ha de ser  
inferior a la temperatura de calentamiento del metal laminado.  
Se refiere más arriba al punto de fusión bajo de un metal o  
de una aleación, en este sentido. Entre los metales o las alea  
30 ciones utilizables para el tratamiento superficial del invento,

1 pueden mencionarse los siguientes:

	<u>Metal, Aleación</u>	<u>Punto de fusión (°C)</u>
	Al	660
	Zn	419
5	Cd	329
	Pb	327
	Sn	232
	Cu - Sn	1083 - 232
	Cu - Zn	1083 - 419
10	Pb - Sn	327 - 180 - 232
	Pb - Zn	327 - 780 - 419
	Sn - Zn	232 - 200 - 419
	Al - Zn	660 - 380 - 419

15 Los metales de punto de fusión bajo que pueden em-  
plearse para el tratamiento superficial según el invento, es-  
tán constituido por uno o varios metales elegidos en un grupo  
que consiste en Al, Zn, Cd, Pb y Sn, y preferentemente este  
metal será constituido por Zn que presenta propiedades anti-  
oxidantes y de lubricación de estirado. Por otra parte, entre  
20 las aleaciones de punto de fusión bajo están incluidas una o  
varias aleaciones elegidas entre el grupo que consiste en alea-  
ción de Al, aleación de Zn, aleación de Cd, aleación de Pb,  
aleación de Cu y aleación de Sn, y preferentemente esta alea-  
ción estará constituida por una aleación de Zn, que presenta  
25 propiedades antioxidante y de lubricación de estirado. El me-  
tal y la aleación mencionados más arriba que presentan un pun-  
to de fusión bajo, pueden utilizarse separadamente o en com-  
binación. Sin embargo, la expresión metales o aleaciones de  
punto de fusión bajo no deben entenderse en un sentido limita-  
30 tivo.

1            Para asegurar una adhesión positiva de las partícu  
las fluidizadas en la superficie del metal laminado en un le  
cho fluidizado que contiene partículas fluidizadas, es impe  
rativo que la cantidad de óxido presente en la superficie  
5 del metal laminado sea pequeña o nula. Con esta finalidad,  
es preciso introducir el metal laminado en un lecho de atmós  
fera no oxidante (atmósfera inerte) o atmósfera reductora,  
o en vacío, o someterlo a un tratamiento con un fundente. Por  
otra parte, con el objeto de evitar la oxidación del metal  
10 laminado y de las partículas fluidizadas, o la oxidación de  
la película de metal o de aleación en la superficie del me  
tal laminado, se utilizará un medio fluidizado de un gas no  
oxidante (gas inerte, gas reductor, etc).

15            Se han realizado unas pruebas relacionadas con el  
estado de un revestimiento de partículas fluidizadas en fun  
ción del espesor de la capa de óxido en la superficie del me  
tal laminado. Se utilizaron muestras de acero al carbono en  
friadas en aire después de la laminación en caliente. Se ca  
lentarón las muestras a 900°C en varios tipos de atmósfera,  
20 tales como aire, gas inerte, o gas reductor, después de lo  
cual se introdujeron las muestras en una capa fluidizada (a  
una temperatura de 100°C) de gas nitrógeno utilizado como me  
dio fluidizado, conteniendo el lecho fluidizado partículas de  
Zn como partículas fluidizadas, y se observó un revestimiento  
25 del metal con Zn. Los resultados de la prueba revelan que cuan  
do la capa de óxido ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ó  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) no es inferior a 6  
 $\mu$  en término medio, no se forma una película de revestimiento  
de Zn en la superficie del acero al carbono. Por el contrario,  
cuando el espesor de la capa de óxido no es superior a 2  $\mu$  en  
30 término medio, se consigue la formación uniforme de una pelí

1 cula de revestimiento de Zn pequeña en el metal. Resulta de  
esto que el espesor medio de una capa de óxido formada en la  
superficie de una pieza de acero que ha de ser introducida en  
una capa fluidizada, no ha de ser superior a 2  $\mu$  y preferente  
5 mente ha de ser igual a 0  $\mu$ .

La adherencia de las partículas fluidizadas en una  
pieza de metal laminada, hace que sean obligatorias la fusión  
y la solidificación de las partículas fluidizadas sobre la su  
perficie del metal laminado. Por consiguiente, el estado del  
10 metal debe ser tal que permita la fusión de las partículas  
fluidizadas en su superficie. Sin embargo, esto depende de la  
temperatura de calentamiento del metal laminado, de los puntos  
de fusión de las partículas fluidizadas y de la temperatura  
del lecho fluidizado. En otras palabras, cuando la temperatu  
15 ra de calentamiento del metal laminado es constante, cuanto  
más elevada sea la temperatura del lecho fluidizado tanto  
más fácilmente las partículas fluidizadas se adherirán a la  
superficie del metal laminado. Sin embargo, si la temperatura  
del lecho fluidizado es excesiva, se produce una fusión o una  
20 casi fusión de las partículas fluidizadas antes de que entren  
en contacto con la superficie del metal laminado, dando lugar  
a una aglomeración de las partículas fluidizadas. En el caso  
de partículas fluidizadas que tienen un punto de fusión más  
bajo, puede emplearse una temperatura de calentamiento infe  
25 rior del metal que ha de ser tratado, o un lecho fluidizado  
con una temperatura más baja.

Se han realizado pruebas relacionadas con el estado  
de las partículas fluidizadas en función de la temperatura del  
lecho fluidizado, así como de la temperatura de calentamiento  
30 del metal laminado. Se utilizaron como muestras piezas de ace

1 ro al carbono enfriadas en aire después de la operación de la  
minación en caliente. Se calentaron las muestras hasta una  
temperatura de 500 a 900°C en atmósfera reductora para conse  
5 guir un espesor medio de capa de óxido sobre la superficie  
de las muestras, inmediatamente después de introducir las par  
tículas de Zn en el lecho fluidizado (la temperatura del le  
cho fluidizado varía entre la temperatura ambiente y 300°C)  
de un medio fluidizado de gas nitrógeno, conteniendo el lecho  
fluidizado partículas de Zn como partículas fluidizadas, y se  
10 observó el estado de revestimiento con Zn. La figura 1 repre  
senta los resultados de las pruebas. Como puede verse en la  
figura 1, la formación de una película de revestimiento de Zn  
depende de la temperatura de calentamiento de la pieza de ace  
ro, y de la temperatura del lecho fluidizado, y salvo si la  
15 temperatura de la pieza de acero es superior a la de las cur  
vas indicadas, no se obtiene la formación uniforme de una pe  
lícula de revestimiento de Zn.

Las partículas de metal o de aleación de punto de  
fusión bajo, que se emplean como partículas fluidizadas en el  
20 tratamiento superficial según el invento, en un sistema de le  
cho fluidizado, pueden utilizarse en combinación con otras  
partículas fluidizadas, cuyo punto de fusión no es netamente  
inferior al de las primeras, y que sea estable a una tempera  
tura de utilización de la capa fluidizada, constituida por  
25 ejemplo por arenas, tales como arena de zirconio ( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ )  
utilizadas en el tratamiento térmico con lecho fluidizado  
corriente.

Entre las partículas fluidizadas que se utilizan en  
el presente invento están incluidas las siguientes:

30 (1) por lo menos un elemento elegido en un grupo que consiste

1 en arena de zirconio ( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ ), y arenas de  $Al_2O_3$  y  $SiO_2$ , que sirven como partículas fluidizadas para enfriar el metal laminado en caliente;

(2) metal y/o aleación de punto de fusión bajo, como partículas fluidizadas para revestir el metal laminado.

Al respecto, las partículas fluidizadas destinadas a ser utilizadas para revestimiento, pueden emplearse solas, o puede utilizarse una mezcla de partículas fluidizadas para el enfriamiento y de partículas fluidizadas para el revestimiento. En este último caso, en lugar de la mezcla mencionada más arriba de partículas fluidizadas para el enfriamiento y el revestimiento, pueden utilizarse partículas fluidizadas para el enfriamiento, las cuales se revisten con partículas fluidizadas para el revestimiento, sobre las superficies de las partículas fluidizadas para el enfriamiento. Cuando el espesor de la película de revestimiento de un metal o de una aleación de punto de fusión bajo, que forman el revestimiento en la superficie del metal laminado ha de ser aumentada, entonces se utilizan solamente las partículas fluidizadas. Por el contrario, cuando se desea disminuir el espesor de la capa de revestimiento, se emplea una mezcla de partículas fluidizadas para enfriamiento y revestimiento respetando una relación de mezclado adecuada. Al respecto, las partículas fluidizadas para el enfriamiento, de acuerdo con el presente invento, no se limitarán necesariamente a las arenas de zirconio, sino que podrán utilizarse también partículas de  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  o mezclas de éstas.

La segunda característica del presente invento consiste en el hecho de que se aplica un tratamiento de temple térmico en combinación con el tratamiento superficial del me

1 -tal laminado en caliente en la capa fluidizada mencionada  
más arriba.

Hasta la fecha, el tratamiento de temple térmico  
de la varilla de acero de acuerdo con el procedimiento del le  
5 cho fluidizado, se llevaba a cabo utilizando arena de zirco  
nio como partículas fluidizadas. Por el contrario, de acuerdo  
con el presente invento, en lugar de utilizar total o parcial  
mente arenas de zirconio, se utilizan partículas de metal o  
aleación de punto de fusión bajo. Las partículas de metal o  
10 aleación, contrariamente a lo que ocurre con las arenas de  
zirconio, absorben el calor no solamente a partir del metal  
laminado en caliente, en razón del contacto con este último,  
sino también a partir del metal laminado en caliente en razón  
del calor latente necesario para fundir las partículas fluidi  
15 zadas en la superficie del metal laminado en caliente. En el  
caso de tratamiento de temple térmico, la temperatura del le  
cho fluidizado ha de ser ajustada.

Ejemplo :

Una varilla de acero con elevado contenido de car  
20 bono (0,62% de C,  $\varnothing$  de 5,5 mm) enfriada en aire después del  
laminado en caliente, se utilizó como muestra, y se calentó a  
900°C. A continuación, la muestra se introdujo en una capa  
fluidizada (temperatura de la capa fluidizada igual a la tem  
peratura ambiente de 18°C o igual a 170°C) de un gas nitrógeno  
25 como medio fluidizado, conteniendo el lecho fluidizado partí  
culas de Zn como partículas fluidizadas (tamaño medio malla 100).  
A continuación, se preparó la curva de enfriamiento continuo  
de la varilla, y según se representa en la figura 2, la curva  
de enfriamiento de la varilla en la capa fluidizada conteniend  
30 do partículas de Zn como partículas fluidizadas presenta una

1 configuración similar a la curva de enfriamiento de una ope  
ración de temple térmico en plomo, hasta un punto de transfor  
mación en la proximidad de 600°C, sugiriendo la posibilidad  
de un tratamiento de temple térmico para varilla de acero con  
5 elevado contenido de carbono. No es necesario mencionar, que  
es posible realizar un tratamiento térmico diferente, tal co  
mo un enfriamiento corriente, haciendo variar el tipo de par  
tículas fluidizadas, la temperatura del lecho fluidizado, etc.

De esta manera puede obtenerse las propiedades me  
10 cánicas deseadas y una fina estructura de perlita.

La tercera característica del invento consiste en el  
hecho de que tanto el tratamiento superficial mencionado más  
arriba como el tratamiento de temple térmico pueden llevarse  
a cabo utilizando el calor retenido por el metal laminado en  
15 caliente. Esto puede atribuirse a la reducida resistencia que  
encuentra el metal cuando atraviesa el lecho fluidizado y a  
la posibilidad de sumergir fácilmente el metal laminado en el  
lecho fluidizado.

El problema que se presenta en el tratamiento super  
20 ficial mencionado más arriba de un metal laminado en caliente  
es la formación de óxido sobre la superficie del metal duran  
te o después de la operación de laminación en caliente. La  
figura 10 representa los resultados de la oxidación producida  
durante la operación de laminación en caliente de una varilla  
25 de acero. En esta prueba, se hicieron pasar muestras a través  
de una zona de enfriamiento con agua 12 y a continuación a  
través de un dispositivo de formación de espiras 9 en una at  
mósfera de gas N<sub>2</sub>, después de lo cual las muestras se enfria  
ron con agua en un baño de agua para impedir la formación de  
30 óxido. Se comprobó que en término medio, el espesor de óxido

1 era del orden de  $4 \mu$  o más, basándose en los datos así obtenidos. Se juzgó que el espesor del óxido, inmediatamente después de la operación de laminación en caliente, es decir inmediatamente después de la salida del rodillo de acabado, es  
5 del orden de 2 a  $3 \mu$  aproximadamente.

Por consiguiente, en el caso de un tratamiento superficial realizado utilizando el calor retenido por la varilla de acero laminada en caliente, es imperativo suprimir la formación de óxido en la superficie del metal laminado en caliente o eliminar el óxido de esta superficie.  
10

Entre las medidas encaminadas a suprimir la formación del óxido o a eliminar el óxido formado en la superficie de un metal laminado en caliente, se encuentran tratamientos físicos y tratamientos químicos. Las investigaciones realizadas por el inventor revelan que un metal laminado en caliente  
15 ha de ser sumergido en una atmósfera de gas inerte o en una atmósfera de gas reductor, hasta que sea reducido a partir del rodillo de acabado en el lecho fluidizado.

Se describirán ahora los resultados obtenidos con el tratamiento reductor mencionado más arriba. Se han utilizado, como muestras, varillas de acero con elevado contenido de carbono (espesor medio de óxido de  $10 \mu$ ) que han sido enfriadas en aire después de la operación de laminación en caliente, y con una cantidad de óxido representando 0,375% ( $40,84 \text{ g/m}^2$ ).  
20

Se sometieron muestras a un tratamiento reductor a temperaturas incluidas entre  $700$  y  $950^\circ\text{C}$  en una atmósfera de hidrógeno puro. La figura 3 representa la relación que existe entre el tiempo de reducción y la cantidad de óxido reducida en la superficie de las muestras a temperaturas de reducción variables. Las muestras tratadas a  $900^\circ\text{C}$  durante 60 se  
30

1 gundos, según se representa en la figura 3, presentaban superficies de color plata; y el óxido había sido eliminado casi totalmente. Las muestras tratadas a 700°C durante 180 segundos presentaban superficies de color blanco, sin brillo, y exentas de capa de FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Por tanto, se consideró que  
5 las muestras tratadas a 700°C durante 180 segundos estaban adecuadas para el revestimiento superficial con partículas fluidizadas de Zn en un lecho fluidizado. Puede concluirse de ello, que el revestimiento superficial con las partículas fluidizadas es posible en un tratamiento reductor en hidrógeno durante 10 segundos a 950°C (temperatura al final de la laminación en caliente) cuando las muestras tienen un óxido de aproximadamente 10  $\mu$  de espesor.

Los gases reductores que pueden ser recomendados para el tratamiento según el invento están constituidos por gases que incluyen de 50 a 100% en volumen de H<sub>2</sub> y N<sub>2</sub> como complemento, en razón de la cantidad reducida (en peso) de óxido que se forma en la superficie del metal laminado en caliente en una atmósfera reductora y en razón de la temperatura del metal laminado en caliente en atmósfera reductora. El gas industrial que puede ser utilizado preferentemente, es el llamado gas AX, que incluye 75% en volumen de gas H<sub>2</sub> y 25% en volumen de N<sub>2</sub>.

En variante, inmediatamente antes de que el metal, después de la operación de laminación en caliente, se ha introducido en un lecho de atmósfera de gas reductor, este metal laminado en caliente, puede introducirse por lo menos en un equipo elegido entre el grupo que consiste en un lecho de gas no oxidante, tal como el gas N<sub>2</sub> u otros gases inertes, una zona de enfriamiento con agua, y un dispositivo de disrupt

1 ción de óxido del tipo de chorro de agua, lo que permite impe  
dir la formación de óxido en la superficie del metal laminado  
en caliente de antemano, después de lo cual el metal laminado  
en caliente puede someterse ventajosamente a una operación re  
5 ductora.

Se describirá ahora la operación de interrupción de  
óxido por medio de chorros de agua. Como se representa en la  
figura 4, una boquilla de inyección de alta presión está si  
tuada en la proximidad del dispositivo de formación de espiras  
10 9, y proyecta agua bajo presión elevada sobre la varilla de  
acero con una presión de aproximadamente  $50 \text{ kg/cm}^2$  para elimi  
nar el óxido. Los resultados de las pruebas indican que el es  
pesor del óxido es inferior a  $1 \mu$ , aproximadamente, lo que  
demuestra la eficacia de la boquilla en cuestión.

15 Se describirá ahora el aparato que permite realizar  
el tratamiento superficial de acuerdo con el invento.

La figura 5 representa un aparato para realizar el  
tratamiento superficial de acuerdo con un sistema de lecho  
fluidizado o para realizar el tratamiento de temple térmico  
20 de la misma. Como se ilustra, un metal laminado en caliente  
1 sale de un puesto de alimentación 2 y se introduce en un  
horno de calentamiento y de reducción 3. El horno de calenta  
miento y de reducción 3 consiste en un horno reductor 4 rodea  
do con un horno de calentamiento 3. El metal laminado en ca  
25 liente que ha sido calentado y reducido a una temperatura da  
da en el horno de calentamiento y reducción 3, se introduce  
a continuación en un lecho fluidizado 6, que contiene partícu  
las de metal o de aleación con punto de fusión bajo, para  
constituir las partículas fluidizadas. El gas  $\text{N}_2$  se introduce  
30 a partir del fondo del lecho fluidizado 6 para fluidizar las

1 partículas de metal o de aleación introducidas en este lecho.  
El metal laminado en caliente 1, que ha sido sometido a trata  
miento superficial en el lecho fluidizado 6 o que ha sido tem  
plado térmicamente ajustando la temperatura del lecho fluidi  
5 zado se extrae a continuación por medio de una máquina recoge  
dora 7.

Las figuras 6 a 9 representan un aparato para el  
tratamiento superficial o para el temple térmico de un metal  
laminado en caliente de acuerdo con el sistema de lecho flui  
10 dizado. Como se representa en la figura 6, la varilla 1 pro  
cedente del rodillo de acabado 8 se enrolla a continuación en  
forma de espiras en un dispositivo de formación de espiras 9  
y a continuación se transporta por medio de un transportador  
de cadena 10 a través de un horno reductor 4 y de un lecho  
15 fluidizado 6. La varilla 1 en forma de espiras, se reduce en  
un horno reductor y a continuación se introduce en el lecho  
fluidizado 6 para el tratamiento superficial y/o el tratamien  
to térmico tal como un temple térmico o una operación de en  
friamiento. Después de terminar el tratamiento de la varilla  
20 1, se recoge en un colector 11.

Como se representa en la figura 7, la varilla 1 pro  
cedente del rodillo de acabado 8 se enfrió en un cierto grado  
en una zona de enfriamiento por agua 12, a continuación recibe  
la forma de espiras en un dispositivo de formación de espiras  
25 9, y después es transportado por un transportador de cadena  
10 a través de un horno reductor 4 y a través de un lecho flui  
dizado 6. La varilla cuyo tratamiento está terminado se reco  
ge en un colector 11. En el caso de que se trate en este apa  
rato una varilla de acero con elevado contenido de carbono, se  
30 enfría la varilla en una zona de enfriamiento por agua 12 hasta

1 una temperatura incluida entre 600 y 800°C, para limitar la  
temperatura de la varilla que penetra desde el dispositivo  
de formación de espiras 9 en el horno reductor 4. A continua  
ción se reduce la varilla en el horno reductor 4 a una tempe  
5 ratura relativamente baja, y después se somete al tratamiento  
superficial, así como a una operación de enfriamiento en el  
lecho fluidizado 6 para efectuar simultáneamente el tratamien  
to térmico o el tratamiento de temple térmico.

Como se representa en la figura 8, la varilla 1 pro  
cedente del rodillo de acabado 8 se desoxida por medio de un  
10 dispositivo de disrupción de óxido del tipo de chorro de agua  
13 y a continuación se hace pasar a través de una tubería o  
de un tubo para proteger la varilla de acero contra la atmós  
fera, después de lo cual recibe la forma de espiras en un dis  
positivo de formación de espiras 9, se transporta por medio  
15 de un transportador de cadena 10 en el lecho fluidizado 6, y  
eventualmente se recoge en un colector 11.

En el modo de realización que se ilustra en la figu  
ra 9, la varilla de acero 1 procedente del rodillo de acabado  
20 8 atraviesa una tubería o un tubo conteniendo un gas inerte o  
un gas reductor para protegerla contra la atmósfera y para im  
pedir la formación de óxido en ella o eliminar el óxido, y a  
continuación recibe la forma de espiras en un dispositivo for  
mador de espiras 9, se introduce en un lecho fluidizado 6 y a  
25 continuación se transporta por medio del transportador de ca  
dena 10 y eventualmente se recoge en un colector 11.

Sin embargo, con el tratamiento superficial o el  
tratamiento de temple térmico utilizando el calor retenido  
por la varilla de acero laminada en caliente, no se enrolla  
30 la varilla de acero como se ilustra en las figuras 4 y 6 a 9,

1 lo que facilita el tratamiento en comparación con el tratamiento de una varilla enrollada en forma de espiras.

El procedimiento según el invento permite realizar el tratamiento superficial de una varilla utilizando un sistema de lecho fluidizado en lugar de un tratamiento mediante inmersión en caliente, electro-recubrimiento, etc. Por tanto, el tratamiento superficial de acuerdo con el presente invento puede aplicarse directamente para realizar el tratamiento superficial de un metal laminado en caliente, con el tratamiento simultáneo antioxidante positivo que constituía un problema en la operación de laminación en caliente. Además, el presente invento facilita numerosas ventajas relacionadas con el trabajo secundario de manufacturado de la varilla de acero. Por ejemplo, cuando una varilla de acero con una película de revestimiento de Zn o Pb de acuerdo con el invento se emplea para estirado, puede evitarse el pretratamiento de estirado, tal como un tratamiento de fosfatación. Además, de acuerdo con el procedimiento según el invento, tanto el tratamiento superficial como el tratamiento de temple térmico pueden realizarse en combinación, de modo que puedan mejorarse al mismo tiempo tanto la calidad superficial como la estructura interna. El tratamiento superficial de acuerdo con el presente invento está perfectamente adaptado para ser utilizado en una varilla y puede aplicarse al tratamiento superficial de otro tipo de materiales en forma de tira.

Como se ha indicado más arriba, para el tratamiento superficial de acuerdo con un sistema de lecho fluidizado según el invento, se fluidizan las partículas por un medio fluidizado que incluye un gas no oxidante. Por tanto, cuando se somete una varilla de acero al tratamiento superficial en un

1 lecho fluidizado, la gama de temperaturas del lecho fluidiza  
do debe extenderse desde la temperatura ambiente hasta el pun  
to de fusión del metal o de la aleación de punto de fusión ba  
jo, y, además, las partículas fluidizadas deben fundirse y  
5 solidificarse en la superficie de la varilla en el lecho flui  
dizado para formar un revestimiento constituido por una pelí  
cula de metal o aleación de punto de fusión bajo sobre la su  
perficie de la varilla. Por consiguiente, la temperatura de  
la varilla, cuando se introduce en el lecho fluidizado, no  
10 debe ser inferior al punto de fusión del metal o de la alea  
ción de punto de fusión bajo.

Además, el metal, particularmente la varilla de ace  
ro se somete no solamente al tratamiento superficial sino tam  
bién al tratamiento de temple térmico en lecho fluidizado en  
15 combinación, simultáneamente, y la gama de temperaturas del  
lecho fluidizado no ha de ser inferior al punto de fusión del  
metal o de la aleación de punto de fusión bajo, sin rebasar,  
sin embargo, los 500°C para el temple térmico de la varilla  
de acero. Además, la temperatura de la varilla de acero a su  
20 entrada en el lecho fluidizado no ha de ser inferior al punto  
de fusión del metal o de la aleación de punto de fusión bajo.  
Por otra parte, la temperatura de la varilla de acero, cuando  
se introduce en el lecho fluidizado o antes de introducirse  
en éste, no ha de ser inferior al punto de transformación Ar3  
25 para que sea posible obtener en el lecho fluidizado la trans  
formación en perlita.

Se describirán ahora unos ejemplos de tratamiento  
superficial de acuerdo con el presente invento. Sin embargo,  
en estos ejemplos, no se introdujo el metal inmediatamente  
30 después de la operación de laminado en caliente directamente

1 en la atmósfera de gas reductor y a continuación en el lecho  
fluidizado. En otras palabras, los datos obtenidos aquí no  
son datos de fabricación en cadena. Más particularmente, de  
acuerdo con el presente invento, inmediatamente después de  
5 la laminación en caliente, el metal se enrolla en forma de  
espiras y se enfría en aire, y a continuación se introduce en  
un horno de calentamiento y reducción con atmósfera de gas re-  
ductor, se hace pasar por un puesto de alimentación y a conti-  
nuación se introduce en un lecho fluidizado. Por tanto, pueden  
10 presentarse datos de fabricación en cadena. Una finalidad de  
la utilización de un horno de calentamiento y reducción como  
lecho de atmósfera de gas reductor, y del calentamiento de la  
varilla consiste en mantener la temperatura de la varilla a  
la temperatura de laminación corriente (850°- 1100°C) en con-  
15 diciones de fabricación en cadena. Por consiguiente, entre  
las condiciones de fabricación en cadena y las condiciones de  
fabricación sin cadena, existen solamente diferencias relacio-  
nadas con la velocidad lineal del metal, por ejemplo, de la  
varilla de acero. La velocidad lineal de la varilla de acero  
20 en un tratamiento de fabricación en cadena varía generalmente  
entre 30 y 80 m/segundo.

Los siguientes ejemplos ilustran las características  
del presente invento y corresponden a la utilización del apa-  
rato ilustrado en la figura 5.

25 EJEMPLO 1

Este caso corresponde a una varilla de acero sometida  
a un tratamiento de reducción después de lo cual se efectúa  
el tratamiento superficial en lecho fluidizado:

(1) Material que ha de ser revestido:

30 Varilla de acero al carbono con un diámetro de 5,5

1 mm, tomada inmediatamente después de la laminación en caliente, y enfriada con aire.

Cantidad de óxido formado en la superficie: 60 g/m<sup>2</sup>.

Espesor medio del óxido: aproximadamente 10 μ

5 Composición del acero (% en peso)

JIS	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Al
SWRH62A	0,62	0,53	0,28	0,030	0,027	0,01	0,01	0,02	0,006

10 (2) Condiciones de calentamiento y reducción:

Temperatura de calentamiento y reducción .... 900°C

Tiempo de calentamiento y reducción ..... 5 minutos

Atmósfera de gas reductor .... gas AX (75% en volumen de gas H<sub>2</sub> + 25% en volumen de gas N<sub>2</sub>)

15

(3) Condiciones de tratamiento en lecho fluidizado:

Partículas fluidizadas ..... partículas de Zn (malla 100 e inferior)

Medio fluidizado ..... gas N<sub>2</sub>

20 Temperatura del lecho fluidizado temperatura ambiente (18°C)

Tiempo de inmersión ..... 30 segundos

Velocidad lineal ..... 2 m/minuto

25 Una varilla de acero al carbono llevando óxido en ella se redujo y se sometió al tratamiento superficial. Se formó una fina película de revestimiento de Zn en la superficie de la varilla (espesor medio de la película de revestimiento de Zn = 17 μ, cantidad de Zn adherida = 120 g/m<sup>2</sup>), y la varilla presentaba un color blanco gris sin brillo. La película de revestimiento de Zn se adhiere íntimamente a la su

30

1      perficie de la varilla de acero y no se pela debido a la fle  
xi3n durante el estirado.

EJEMPLO 2

5      Este caso se refiere a una varilla de acero que se  
redujo y se sometio a tratamiento superficial en un lecho flui  
dizado:

(1) Material que ha de ser revestido:

10      Varilla de acero al carbono de un diámetro de 5,5  
mm, tomada inmediatamente después de la laminación en calien  
te, y enfriada con aire.

Cantidad de óxido formado en la

superficie de la varilla ..... 68 g/m<sup>2</sup>

Espesor medio del óxido ..... aprox. 12 μ

Composición del acero (% en peso)

15

JIS	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Al
SWRM6	0,06	0,30	0,01	0,008	0,024	0,01	0,02	0,02	indicios

(2) Condiciones de calentamiento y reducción:

20

Temperatura de calentamiento y

reducción ..... 900°C

Tiempo de calentamiento y reducción 5 minutos

Atmósfera de gas reductor ..... 100% gas H<sub>2</sub>

(3) Condiciones de tratamiento en lecho fluidizado:

25

Partículas fluidizadas ..... Partículas de Zn  
(malla 100 e in  
ferior)

Medio fluidizado ..... gas N<sub>2</sub>

Velocidad de circulación del medio

30

fluidizado ..... 7 cm/segundo

- 1            Temperatura del lecho fluidizado ..... 150°C
- Tiempo de inmersión ..... 30 segundos
- Velocidad lineal ..... 2 m/minuto

5            Una varilla de acero al carbono teniendo óxido en ella se redujo y sometió al tratamiento superficial en las condiciones indicadas más arriba. Se formó una fina película de revestimiento de Zn en la superficie de la varilla así obtenida (espesor medio de la película de revestimiento de Zn = 3  $\mu$ ; cantidad de Zn adherida = 3  $g/m^2$ ). La película de revestimiento de Zn se adhiere íntimamente a la superficie de la varilla.

EJEMPLO 3

15           Se tomó una varilla de acero, se redujo y se sometió no solamente a tratamiento superficial sino también a tratamiento de temple térmico en lecho fluidizado:

(1)        Material que ha de ser revestido:

            Varilla de acero al carbono con un diámetro de 5,5 mm tomada inmediatamente después de la laminación en caliente, y enfriada con aire:

- 20           Cantidad de óxido formado en la superficie de la varilla ..... 45  $g/m^2$
- Espesor medio de óxido ..... aprox. 8  $\mu$
- Composición del acero (% en peso)

25	JIS	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Al
	SWRH62A	0,62	0,53	0,28	0,030	0,027	0,01	0,01	0,02	0,006

(2)        Condiciones de calentamiento y reducción:

- 30           Temperatura de calentamiento y reducción ..... 900°C
- Tiempo de calentamiento y reducción ..... 30 segundos



1 EJEMPLO 4

Se tomó una varilla de acero, se redujo y se sometió no solamente al tratamiento superficial sino también a tratamiento de temple térmico en combinación:

5 (1) Material que ha de ser revestido:

Varilla de acero al carbono con un diámetro de 5,5 mm, que se tomó inmediatamente después de la laminación en caliente, y se enfrió con aire:

Cantidad de óxido formado en la superficie

10 ficie de la varilla ..... 48 g/m<sup>2</sup>

Espesor medio del óxido ..... aprox. 8,5 μ

Composición del acero (% en peso)

JIS	C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Al
15 SWRH72B	0,73	0,74	0,24	0,010	0,017	0,01	0,01	0,03	0,006

(2) Condiciones de calentamiento y reducción:

Temperatura de calentamiento y reducción

ción ..... 900°C

20 Tiempo de calentamiento y reducción. 5 ó 10 minutos

Atmósfera de gas reductor ..... 100% de gas H<sub>2</sub>

(3) Condiciones de tratamiento en lecho fluidizado:

Partículas fluidizadas ..... arena de zirconio

+ partículas de Zn

25 (10,8% de Zn, resto

arena de zirconio)

arena de zirconio

... malla 150 como

promedio.

30 partículas de Zn .. malla 100 e inferior.

1 Composición química de la arena de zirconio (% en peso)

	ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	P..	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Pérdidas por ignición
5	61,90	33,00	0,137	0,51	0,17	0,31	0,50

Medio fluidizado ..... gas N<sub>2</sub>

Velocidad de circulación del

medio fluidizado ..... 7 cm/s, 10 cm/s, 14 cm/s

10 Temperatura del lecho fluidizado 150°C

Tiempo de inmersión ..... 30 ó 60 segundos

Velocidad lineal ..... 1 m/min, 2 m/min

Unas varillas de acero carbono con óxido en ellas se redujeron en las condiciones indicadas más arriba, y se sometieron no solamente al tratamiento superficial sino también al tratamiento de temple térmico, en combinación.

15 Se formó una fina capa de Zn en la superficie de la varilla así obtenida, la cual presentaba un color blanco gris sin brillo. La película de Zn se adhiere íntimamente a la superficie de la varilla, y no se pela durante el estirado. Además, la varilla presentó después del tratamiento una fina estructura interna de perlita. Las propiedades mecánicas de la varilla después del tratamiento superficial y del tratamiento de temple térmico, pero antes del estirado se representan en la tabla siguiente, lo que demuestra que el tratamiento superficial y el tratamiento de temple térmico han sido realizados al mismo tiempo con éxito.

Muestra N°	Tiempo de calentamiento y de reducción (min)	Velocidad de circulación del medio fluidizado (cm/segundo)	Velocidad lineal (m/min)	Tiempo de inmersión (seg.)	Espesor medio de la película de Zn ( $\mu$ )
A	5	7	2	30	5
B	5	10	2	30	4
C	5	14	2	30	5
D	10	7	1	60	7
E	10	10	1	60	7
F	10	14	1	60	7

Muestra N°	Cantidad de película de Zn depositada ( $\text{g/m}^2$ )	Límite de estirado ( $\text{kg/mm}^2$ )	Resistencia a la tracción ( $\text{kg/mm}^2$ )	Alargamiento (%)	Reducción de superficie (%)
A	37	79,7	118,4	6,9	45,7
B	28	78,9	118,6	6,8	45,7
C	34	82,6	120,9	6,6	44,0
D	49	75,4	113,6	5,1	40,8
E	50	80,2	116,8	4,8	39,0
F	51	84,4	121,9	5,9	40,8

1           Con los modos de realización descritos más arriba, se  
utilizan partículas de Zn como metal de punto de fusión ba  
jo. En variante, de acuerdo con el presente invento, tanto  
el tratamiento superficial como el tratamiento de temple -  
5           término podrían realizarse en combinación utilizando otro -  
metal y otra aleación de punto de fusión bajo de la misma -  
manera que las partículas de Zn.

En resumen, la presente patente de invención que se  
solicita deberá recaer en las siguientes:

10

REIVINDICACIONES

1. Un método de tratamiento superficial de un metal  
de acuerdo con el sistema de lecho fluidizado, en el cual se  
introduce un metal caliente en un lecho fluidizado de un gas  
no oxidante como medio fluidizante, caracterizado porque in-  
15           cluye las operaciones que consisten en:

introducir un metal inmediatamente después de la la-  
minación en caliente en una atmósfera de gas inerte para im-  
pedir la formación de óxido en la superficie de dicho metal  
o en una atmósfera de gas reductor para eliminar el óxido -  
20           formado en dicha superficie;

introducir dicho metal en un lecho fluidizado gaseoso  
que contiene partículas de metal o de aleación de punto de  
fusión bajo como partículas fluidizadas para poner en con-  
tacto dichas partículas fluidizadas con dicho metal calien-  
25           te, de modo que dichas partículas fluidizadas puedan fundir-  
se y solidificarse en la superficie de dicho metal, formando  
así una película de revestimiento de metal o de aleación de  
punto de fusión bajo en la superficie de dicho metal.

30

2. Método según la reivindicación 1, caracterizado -  
porque dicho metal es una varilla o una barra de acero.

- 1           3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha película de revestimiento de metal o de aleación de punto de fusión bajo se forma en la superficie de dicha varilla o dicha barra de acero, mientras se somete dicha varilla o barra
- 5 de acero a un tratamiento de temple térmico poniendo las partículas fluidizadas en contacto con dicha varilla o barra de acero, ajustando la temperatura de dicho lecho fluidizado, lo que permite obtener las propiedades mecánicas deseadas y una estructura de perlita fina.
- 10           4. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho gas reductor es una mezcla de gas  $H_2$  y de gas  $N_2$ .
5. Método según la reivindicación 4, caracterizado porque dicho gas reductor es una mezcla de 50 a 100% en volumen de gas  $H_2$  y de gas  $N_2$  para completar el volumen.
- 15           6. Método según la reivindicación 5, caracterizado porque dicho gas reductor es preferentemente un gas AX, que consiste en 75% en volumen de gas  $H_2$  y 25% en volumen de gas  $N_2$ .
7. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho metal de punto de fusión bajo está constituido por uno o
- 20 varios metales elegidos en el grupo que consiste en Al, Zn, Cd, Pb y Sn.
8. Método según la reivindicación 7, caracterizado porque dicho metal de punto de fusión bajo es preferentemente Zn.
9. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque
- 25 dicha aleación de punto de fusión bajo está constituida por una o varias aleaciones elegidas en el grupo que consiste en aleación de Al, aleación de Zn, aleación de Cd, aleación de Pb, aleación de Cu y aleación de Sn.
- 30           10. Método según la reivindicación 9, caracterizado porque dicha aleación de punto de fusión bajo es preferentemente alea-

129

1 ción de Zn.

11. Método según la reivindicación 1, caracterizado por-  
que dichas partículas fluidizadas incluyen además, por lo menos,  
un elemento elegido en el grupo que consiste en arena de zirco-  
5 nio ( $ZrO_2 \cdot SiO_2$ ), y partículas de  $Al_2O_3$  y  $SiO_2$ .

12. Método según la reivindicación 1, caracterizado por-  
que dicho gas no oxidante que sirve como medio fluidizante es  
gas  $N_2$  u otro gas inerte.

10 13. Método según la reivindicación 1, caracterizado por-  
que la temperatura de dicho lecho fluidizado varía desde la tem-  
peratura ambiente hasta el punto de fusión de dicho metal o de  
dicha aleación de punto de fusión bajo.

14. Método según la reivindicación 1, caracterizado por-  
que la temperatura de dicho metal, cuando se introduce en el le-  
15 cho fluidizado, no es inferior al punto de fusión de dicho me-  
tal o de dicha aleación de punto de fusión bajo.

15. Método según la reivindicación 13, caracterizado por-  
que la gama de temperaturas de dicho lecho fluidizado está inclui-  
da entre la temperatura ambiente y el punto de fusión de dicho -  
20 metal o de dicha aleación de punto de fusión bajo y no es supe-  
rior a  $500^{\circ}C$  para el tratamiento de temple térmico de dicha va-  
rilla o barra de acero.

16. Método según la reivindicación 3, caracterizado por-  
que la temperatura de dicho metal o de dicha barra cuando se in-  
25 troduce en el lecho fluidizado no es inferior al punto de fusión  
de dicho metal o al de dicha aleación de punto de fusión bajo, y  
la temperatura de dicha varilla o barra de acero cuando se intro-  
duce en el lecho fluidizado o antes de ser introducida en éste, -  
no es inferior al punto de transformación  $Ar_3$ , de modo que la es-  
30 tructura interna de dicha varilla o barra de acero pueda transfor

  
30

1 marse en perlita en el interior del lecho fluidizado.

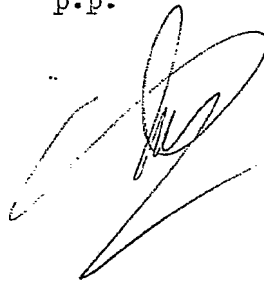
17. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: UN METCDO DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DE UN METAL.

5 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presen te memoria descriptiva que consta de treinta y ocho páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 7 Junio 1.977

BERNARDO UNGRIA

p.p.



10

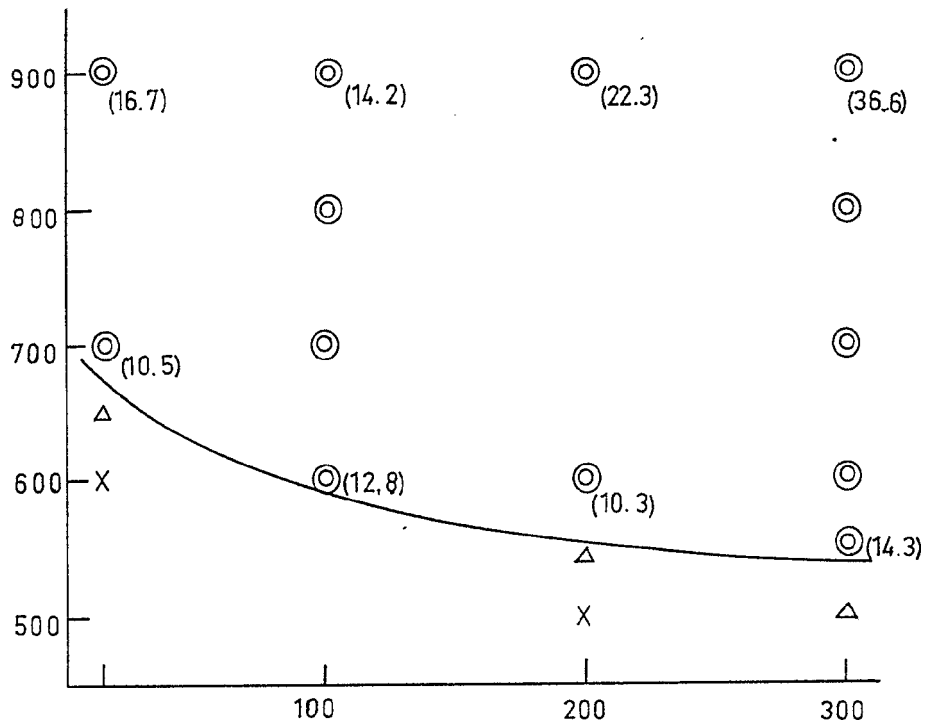
15

20

25

30 

FIG. 1



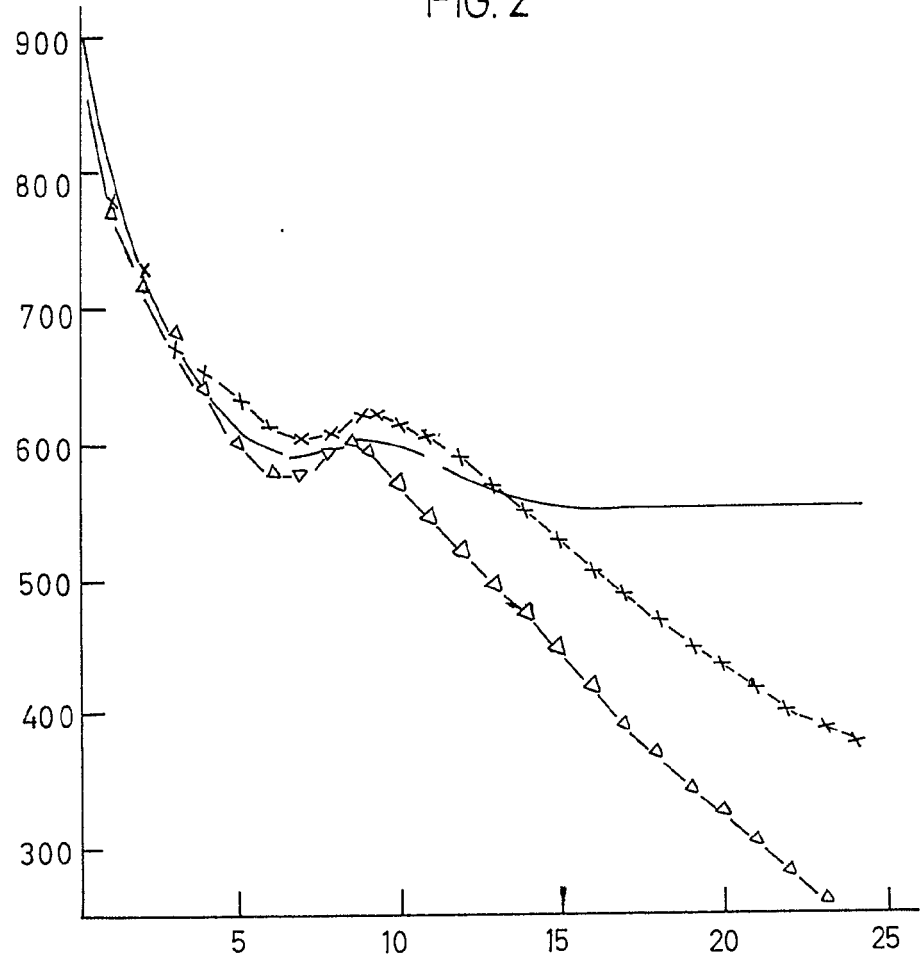
ESCALA VARIABLE

Madrid, 7 de junio de 1977

BERNARDO UNGRIA

p. p.

FIG. 2



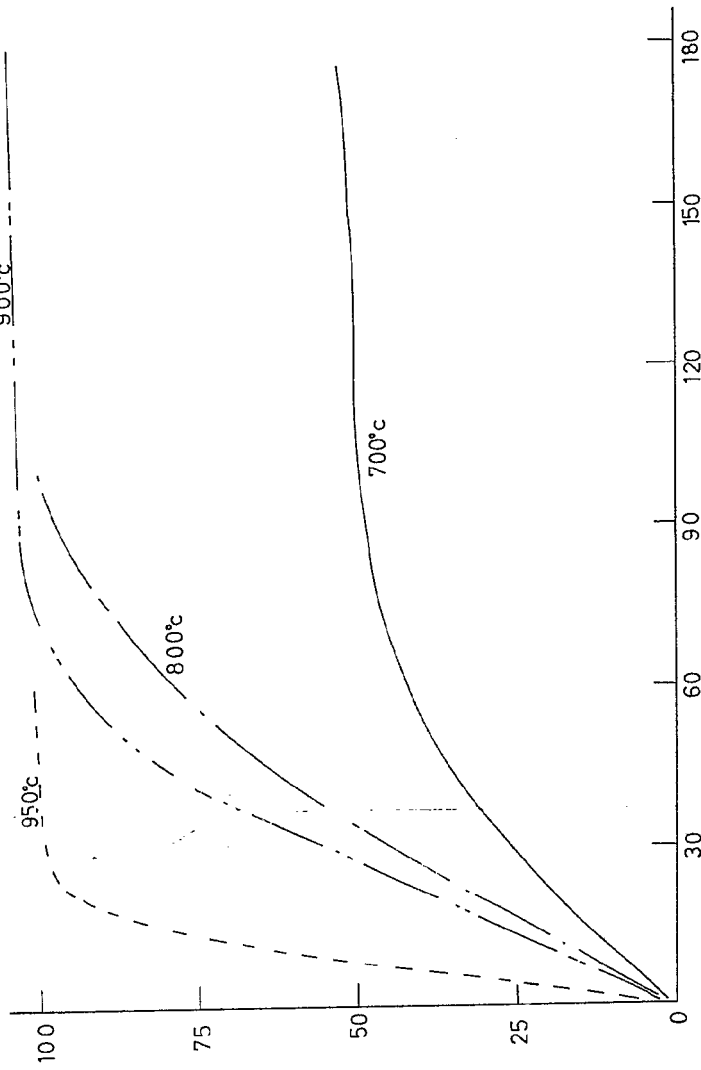
ESCALA VARIABLE

Madrid, 7 de Junio de 1977

BERNARDO UNGRIA

P. P.

FIG. 3



ESCALA VARIABLE

de Madrid, de 1973

BERNARDO UNGRIA

P.P.

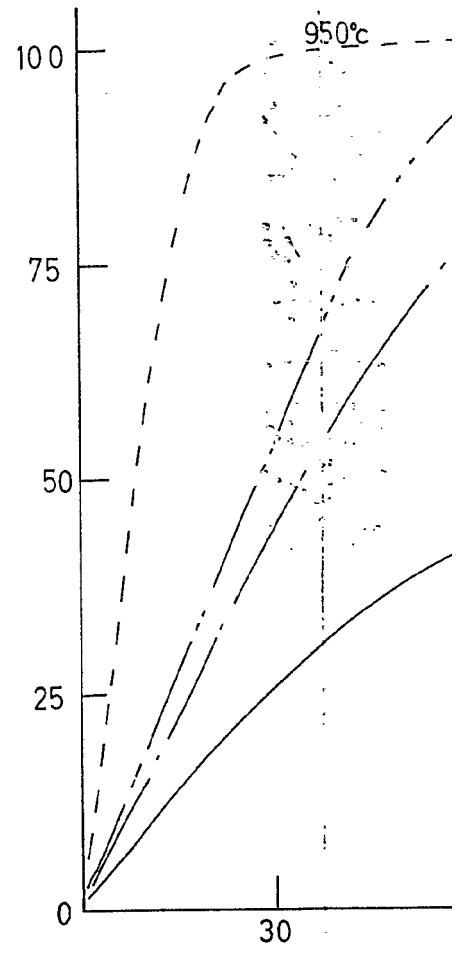
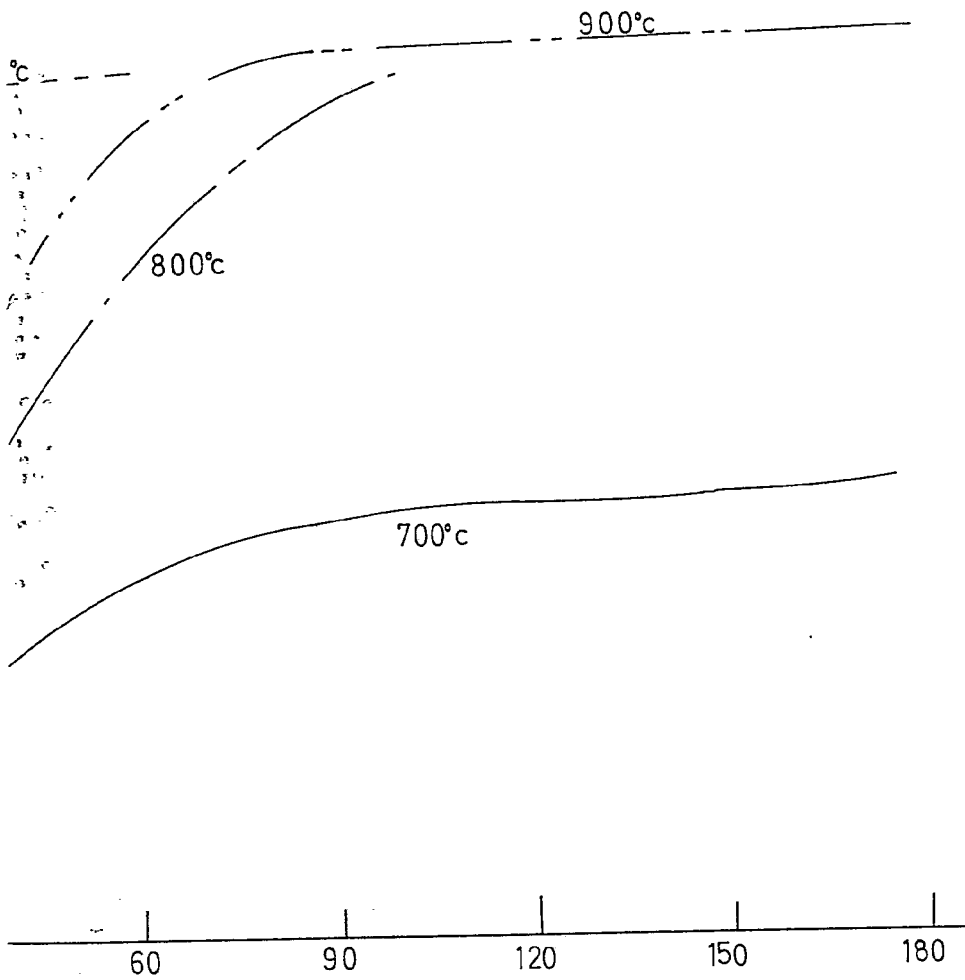


FIG. 3



ESCALA VARIABLE

Madrid, 7 de junio de 1977

BERNARDO UNGRIA

P. P.

FIG. 4

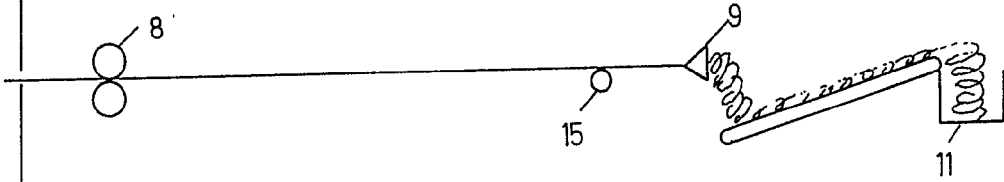


FIG. 5

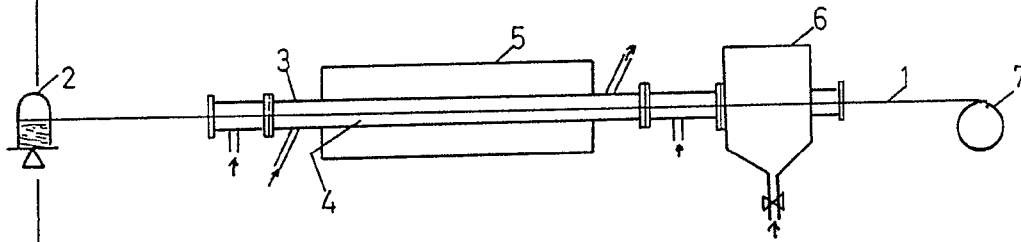
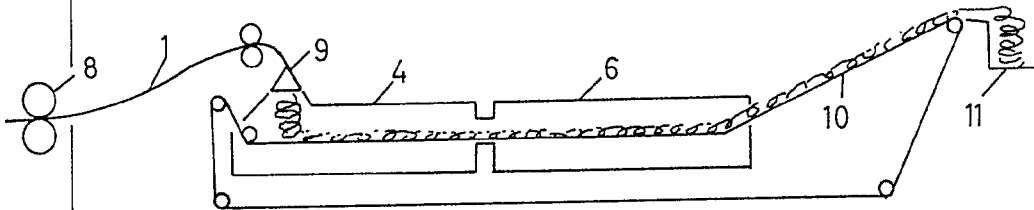


FIG. 6



**ESCALA VARIABLE**

Madrid, 7 de junio de 1977

**BERNARDO UNGRIA**

P. P.

FIG. 7

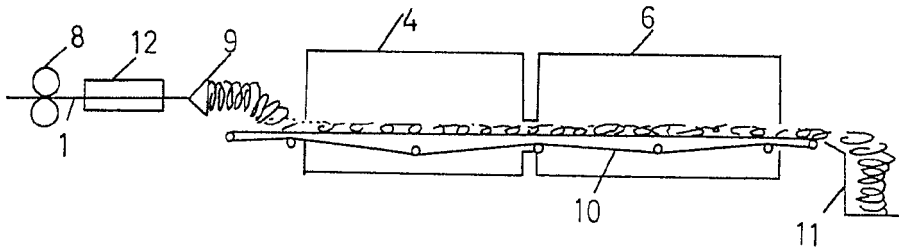
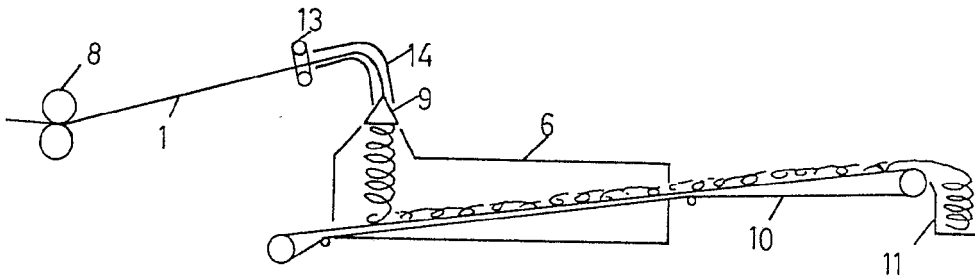


FIG. 8



**ESCALA VARIABLE**

Madrid, de 1970 de 1970

**BERNARDO UNGRIA**

P. P.

FIG. 9

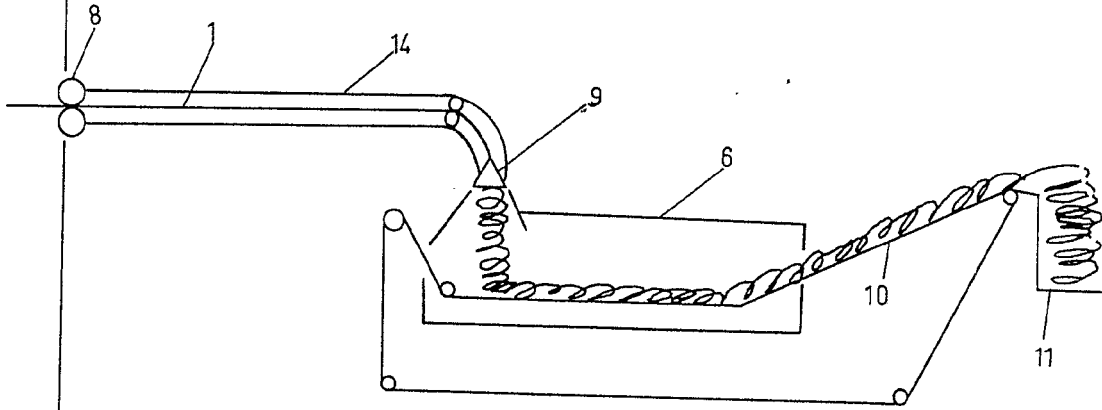
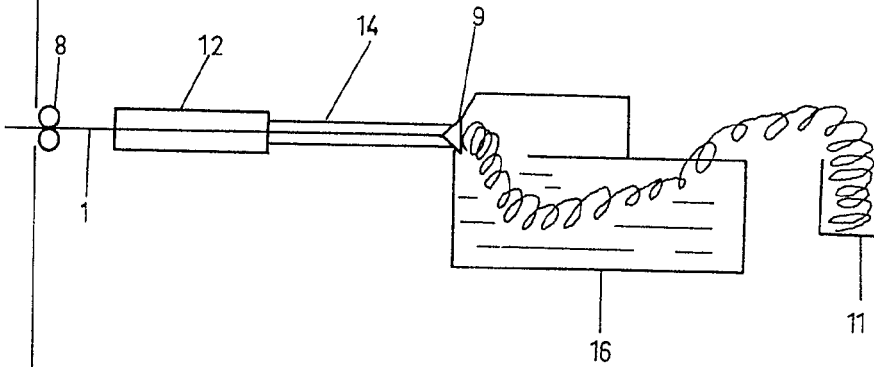


FIG.10



ESCALA VARIABLE

Madrid, 7 de Julio de 197

BERNARDO UNGRIA

P. P.