

MINISTERIO DE INDUSTRIA
SECRETARÍA DE LA PROFESION INDUSTRIAL



ESPAÑA

Concedida en el Registro de acuerdo
con los datos que figuran en la pre-
sente descripción y según el con-
tenido de la Memoria adjunta.

20 NOV. 1978

ES

NUMERO

464-040

FECHA DE PRESENTACION

PATENTE DE INVENCION

<p>30 PRIORIDADES 31 NUMERO</p> <p>PIVTONES</p>	<p>32 FECHA</p> <p>22 abril 1977</p>	<p>33 PAIS</p> <p>Brazil</p>
<p>47 FECHA DE PUBLICIDAD</p>	<p>51 CLASIFICACION INTERNACIONAL</p> <p>B22D</p>	<p>62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA</p>
<p>60 TITULO DE LA INVENCION</p> <p>"PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE UN LINGOTE CON COMPOSICION QUIMICA VARIABLE A LO LARGO DE SU EJE"</p>		
<p>71 SOLICITANTE (S)</p> <p>RETRONETAL AGOS FINOS S.A.</p>		
<p>DOMICILIO DEL SOLICITANTE</p> <p>Via Anhangate Km 113 - Sumaré 13170 Santa Fe de los Rios - Brazil</p>		
<p>72 INVENTOR (S)</p> <p>DON JOSE DENIS DE SOUSA</p>		
<p>73 TITULAR (S)</p>		
<p>74 REPRESENTANTE</p> <p>DON JAIME GOMAS CARRERAS</p>		

**POOR
QUALITY**

MEMORIA DESCRIPTIVA

- La solicitud de la patente en cuestión se refiere al procedimiento para la fabricación de lingotes con composición química variable continuamente a lo largo de sus ejes, utilizando esencialmente la técnica de segunda fusión de electrodos fusibles por el procedimiento de escoria electroconductora (ESR) y eventualmente, aunque no necesariamente, seguido por la técnica de segunda fusión al arco en el vacío (VAR) ambas de dominio público.
- 5.

En la presente memoria descriptiva, son aplicables las siguientes definiciones:

10. - ESR significa "Segunda fusión o refundido con escoria electroconductora".
- VAR significa "Segunda fusión o refundido al arco en el vacío".
- ELECTRODO significa cualquier pieza metálica, homogénea o no, que puede refundirse por la técnica ESR o VAR.

15. Las fases más importantes del procedimiento son las siguientes:

- Primera fase: fabricación de un electrodo con eje vertical compuesto de segmentos de dos o más metales o aleaciones metálicas de distintas composiciones químicas, cuyos segmentos presentan formas y masas arbitrariamente elegidas y unidos entre sí en una configuración apropiada, sea por el procedimiento de soldadura o por el procedimiento de sucesivas fusiones o una combinación de ambos.
- 20.

- La curva de unión de los dos metales M1 y M2 puede tener una forma arbitraria, representada en la Fig. 1 para mayor claridad por un polígono, DEFG, compuesto de tres segmentos rectos.
- 25.

Los segmentos componentes de los electrodos compuestos pueden ser de cualquier metal o aleación metálica que sea compatible con el proceso ESR, por ejemplo:

- hierro fundido;
 - aceros;
 - aleaciones refractarias resistentes a la corrosión;
 - aleaciones electrónicas y eléctricas;
5. - superaleaciones con base de hierro, níquel y cobalto.

Con referencia a la Fig. 1, que representa el electrodo compuesto con su eje en posición vertical, o sea, con la posición en la cual será refundido por el proceso ESR, se puede observar lo siguiente:

10. - Cada tramo horizontal de altura Δx (suficientemente delgado) y de masa Δm , situado en x en la altura (1) del electrodo producirá en el lingote después de la segunda fusión por el proceso ESR, un tramo de altura $\Delta x'$ y masa Δm situado en x' a la altura (1₁) del lingote ESR (Fig.2). Esto resulta del mecanismo de transferencia de masa particular inherente en el proceso ESR,
15. - Como consecuencia del resultado descrito en el párrafo anterior, todos los elementos químicos contenidos en el tramo del electrodo estarán contenidos en el correspondiente tramo con una distribución completamente diferente como se verá más adelante. En
20. realidad, existirán variaciones en las cantidades de los elementos perfectamente controlables, y también inherentes en el proceso ESR.

- Segunda fase: Segunda fusión de los electrodos compuestos por el proceso ESR (Fig.1) mediante el cual se obtiene el lingote secundario refundido ESR (Fig.2). La correspondencia entre el tramo del electrodo y el del lingote ESR situado en x y x' de las alturas respectivas desde las bases correspondientes se ha establecido en los párrafos precedentes, existiendo, sin embargo, varias diferencias entre estos tramos, entre las cuales se ven las siguientes:
- 25.

- El tramo del electrodo no es químicamente homogéneo mientras que el del lingote, excepto por pequeñas diferencias relacionadas con el fenómeno de la segregación, está bastante reducido en los lingotes ESR, pero no obstante todavía ocurre.

5. En consecuencia, la concentración de cada elemento químico puede considerarse constante dentro de cada tramo horizontal del lingote (sin embargo, variará continuamente entre tramos contiguos) y se determina inequívocamente por el procedimiento de fabricación del electrodo compuesto. En otras palabras, para clarificar cualquier duda eventual:
- 10.

a) La concentración de cada elemento químico en cada tramo horizontal del lingote está definida inequívocamente por la forma como se ha constituido el tramo horizontal correspondiente del electrodo.

15. b) La segunda fusión por el proceso ESR homogeniza la concentración de cada elemento en cada tramo horizontal.

- El tramo horizontal del lingote presentará, con relación a los tramos correspondientes del electrodo, una mejor estructura, una mejor isotropía de las propiedades mecánicas, una mejor macro y micro cantidad de inclusiones no metálicas, atributos inherentes al proceso ESR que no tienen una relación directa con la presente invención.

20. * Las distancias x y x' de los correspondientes tramos de lingote y electrodo serán inversamente proporcionales a las áreas de sus proyecciones horizontales.

Otra descripción breve del procedimiento de la invención podría ser la siguiente:

- Por medio de diversos procesos, se fabrica un electrodo compuesto con eje vertical de modo que la composición química me-

dia de sus tramos horizontales (químicamente heterogéneos) de altura Δx (arbitrariamente delgados) varía de acuerdo con las funciones analíticas deseadas.

- Este electrodo se refunde por el proceso ESR, manteniendo la variación de la composición química media de los tramos horizontales según las funciones analíticas elegidas en el momento de fabricar el electrodo. Por razones inherentes al proceso ESR, se homogeniza cada tramo, para que el lingote obtenido de este modo tenga una composición química constante en cada sección horizontal.
5. y otra variable, según las funciones analíticas elegidas, a lo largo de su eje vertical.
- 10.

PRESENTACION ANALITICA DEL PROCEDIMIENTO: Con referencia a las Figs. 2 y 3, se establecen los siguientes significados:

- M_i = Metal o aleación metálica tipo i ;
15. M = Metal o aleación metálica del lingote ESR;
- $E_{k,i}$ = Porcentaje de concentración por peso de la misma (porcentaje de peso) del elemento químico de orden k en el metal o aleación metálica tipo i ;
- $E_k(x')$ = Porcentaje de concentración por peso de la misma (porcentaje de peso) del elemento químico de orden k en el metal del lingote ESR en función de la variable x' .
- 20.
- δ_1 = Densidad de M_1 ;
- δ_2 = Densidad de M_2 ;
- δ = Densidad de M ;
25. a = Espesor de la placa, medido a lo largo del eje z ;
- b = Anchura de la placa, medida a lo largo del eje y ;
- l = Longitud o altura de la placa, medida a lo largo del eje x ;
- a_1 = Espesor del lingote, medido a lo largo del eje z ;
- b_1 = Anchura del lingote, medida a lo largo del eje y ;
30. $l_1 = l \cdot \frac{a \cdot b}{a_1 \cdot b_1}$ = longitud o altura del lingote, medida a lo largo

del eje x' .

En consecuencia, la Fig. 3 representa un electrodo compuesto de dos metales, M1 (de orden 1) y M2 (de orden 2), unidos entre sí a lo largo de una curva de función arbitrariamente elegida,

5. $y = f(x)$.

El electrodo compuesto se representa como un paralelepípedo con lados a , b y l , y con su base en el plano yz .

Se considerará al tramo horizontal del electrodo en la altura x teniendo un espesor dx . Son válidas las relaciones siguientes:

10.

$$dV_1 = a \cdot f(x) \, dx$$

$$dV_2 = a [b - f(x)] \, dx$$

Las masas de cada elemento de orden k en los volúmenes

dV_1 y dV_2 son:

15. En dV_1 :

$$E_{k.1} \cdot \delta_1 \cdot dV_1 = E_{k.1} \cdot \delta_1 \cdot a \cdot f(x) \, dx$$

En dV_2 :

$$E_{k.2} \cdot \delta_2 \cdot dV_2 = E_{k.2} \cdot \delta_2 \cdot a [b - f(x)] \, dx$$

20. En $dV_1 + dV_2$:

$$E_{k.1} \cdot \delta_1 \cdot a \cdot f(x) \, dx + E_{k.2} \cdot \delta_2 \cdot a [b - f(x)] \, dx \quad (1)$$

Debido al particular mecanismo de transferencia de masas inherente al proceso ESR, existirá una correspondencia uno a uno entre el tramo del electrodo con una altura dx y a una distancia x de su base y el tramo de lingote con una altura $\frac{ab}{a_1 \cdot b_1} \cdot dx$

25. situado a una distancia $x' = \frac{x \cdot ab}{a_1 \cdot b_1}$ de su base.

La siguiente relación es válida en el tramo de lingote:

$$dV = a_1 \cdot b_1 \cdot \frac{ab}{a_1 \cdot b_1} \cdot dx = ab \cdot dx.$$

La masa del elemento químico de orden k contenida en el volumen dV es $E_k(x') \cdot \delta \cdot ab \cdot dx$ (2).

Suponiendo la conservación de la masa del elemento de orden k durante la segunda función, se tiene:

$$5. \quad E_k(x') \cdot \delta \cdot ab \cdot dx = E_{k.1} \delta_1 \cdot af(x) dx + E_{k.2} \delta_2 \cdot a [b-f(x)] dx$$

Y desarrollando:

$$E_k(x') = \frac{f(x)}{b} \cdot \frac{\delta_1}{\delta} \cdot E_{k.1} + \left[1 - \frac{f(x)}{b} \right] \cdot \frac{\delta_2}{\delta} \cdot E_{k.2} \quad (3)$$

$$E_k(x') = \varphi(x, E_{k.1}, E_{k.2}, \delta, \delta_1, \delta_2) \quad (3a)$$

Si los metales fueran hojas de los tipos M1 y M2, puede

10. suponerse que:

$\delta_1 = \delta_2 = \delta$ que resulta en

$$E_k(x') = \frac{f(x)}{b} \cdot E_{k.1} + \left[1 - \frac{f(x)}{b} \right] \cdot E_{k.2} \quad (4)$$

$$E_k(x') = \varphi(x, E_{k.1}, E_{k.2}) \quad (4a)$$

15. La concentración del elemento químico E_k será función de x' y variará a lo largo de dicho eje según las ecuaciones (3) y (4).

El problema que se acaba de resolver analíticamente consistía en determinar la variación de las concentraciones de los elementos de orden 1 hasta k a lo largo del eje x' del lingote ESR una vez elegidos arbitrariamente dos metales, M1 y M2 y la función $y=f(x)$.

20. El problema a la inversa, descrito a continuación, comprende matemáticas más complicadas, fuera del propósito de este trabajo, y que por tanto no se tratarán en el mismo con extensión. Consiste, después de elegir un metal M1 y la curva de variación de un elemento clave arbitrariamente elegido E1 a lo largo del eje x' del lingote

25. ESR, en determinar la curva de unión $y=f(x)$, la composición química del metal M2 y las curvas o funciones $E_k(x')$ con $k \neq 1$. Se señalará sólo brevemente como proceder en el caso particular de $\delta_1 = \delta_2 =$

δ , cuando existe entonces un grupo de ecuaciones k (4) ($k=1, 2, \dots, k$). Se emplea entonces el procedimiento siguiente para de-

terminar los parámetros del electrodo. Elegir arbitrariamente:

a) Uno de los metales, M1 por ejemplo, con el cual se eligen $E_{k,1}$ ($k= 1,2,\dots,k$)

b) La concentración del elemento químico de orden $\underline{1}$ en el metal M2, $E_{1,2}$.

5.

c) La curva de variación de la concentración del elemento de orden $\underline{1}$, $E_1(x')$ a lo largo del eje x' del lingote ESR.

La ecuación de orden $\underline{1}$ del grupo de ecuaciones (4) toma la forma de:

10.
$$E_1(x') = \frac{f(x)}{b} \cdot E_{1,1} + \left[1 - \frac{f(x)}{b}\right] \cdot E_{1,2} \quad (5)$$

Resolviendo esta ecuación para $f(x)$, se obtiene la ecuación de la curva de unión de los metales M1 (conocido) y M2 (a determinar):

$$f(x) = b \frac{[E_1(x') - E_{1,2}]}{E_{1,1} - E_{1,2}} \quad (6)$$

15.

En consecuencia, se está entonces libre de elegir arbitrariamente la concentración de los elementos de orden k en el metal M2, siempre y cuando $k \neq 1$. Como en la práctica el metal M2 será una aleación normal, la elección de $E_{1,2}$ determina, en realidad, todas las demás concentraciones $E_{k,2}$ ($k \neq 1$), de modo que, una vez conoci-

20.

dos estos valores de concentración, pueda resolverse el resto de ecuaciones $k-1$ (4) y determinarse las funciones $k-1$ $E_k(x')$ en donde $k \neq 1$.

25.

DETALLES DEL PROCEDIMIENTO: El procedimiento se ha descrito en líneas generales, estudiándolo luego analíticamente. Se va a tratar ahora de los detalles de como se realiza dicho procedimiento de la invención.

Fabricación del electrodo: la Fig.4 representa un electrodo en su forma general (excepto para la sección horizontal que se considera rectangular), listo para la segunda fusión y con un

resto de electrodo ya soldados

Definiciones: El electrodo puede estar compuesto de uno o más módulos, consistiendo cada módulo de una o más placas. Son aplicables las definiciones siguientes:

5. a) Placa: es el componente de un módulo obtenido por la unión de distintos segmentos metálicos a lo largo de una curva definida (en este caso, a lo largo de una curva contenida en el plano xy o en una superficie del espacio xyz). La Fig. 1 se refiere a una placa o a un electrodo de un único módulo constituido por una sola placa. Para formar un módulo, se emplea una cantidad m de placas ($m = 1, 2, \dots, m$) cada una de las cuales puede ser aunque no necesariamente, igual a las otras.
10. b) Módulo: es el sólido compuesto de una o más placas que contienen en sí mismas metales M1 y M2 con composiciones químicas, masas y configuración de unión (o uniones) que aseguren la obtención en el lingote refundido ESR, de las curvas de variación deseadas de las concentraciones, a lo largo del eje x' de los diversos elementos químicos. Los módulos se llamarán: simples, cuando consistan en una sola placa; múltiples, cuando consistan en dos o más placas.
- 15.- Para formar un electrodo, se emplea una cantidad n de módulos ($n = 1, 2, \dots, n$) cada uno de los cuales puede ser aunque no necesariamente, igual a los otros.
20. c) Electrodo: Se va a dar ahora una definición bastante más restrictiva del electrodo. Las definiciones siguientes, que son casos particulares de las señaladas inicialmente, serán válidas en adelante.
- 25.

Electrodo primario: es toda la pieza metálica sujeta a segunda fusión por el proceso ESR y que consiste en uno o más módulos, cada uno de los cuales contiene en sí mismo los metales

M1 y M2 con composiciones químicas, masas y configuraciones de unión (o uniones) que aseguran la obtención, en el lingote refundido, de un módulo correspondiente en el cual las concentraciones de los elementos químicos variarán a lo largo del eje x' según las funciones preseleccionadas:

El electrodo primario será: monomodular, si consiste en un módulo simple; polimodular, si consiste en más de un módulo.

Electrodo secundario: es el electrodo sujeto a un segundo refundido por el proceso ESR o Var y compuesto de:

10. - un lingote del tipo inventado, monomodular o polimodular (veanse las definiciones del apartado d siguiente) el cual no ha sido transformado por trabajo en frío o caliente;

- uno o más lingotes del tipo inventado, monomodular o polimodular que ha sufrido transformación por trabajo en frío o caliente.

15. d) Lingotes: Los lingotes del tipo inventado son productos obtenidos por la segunda fusión ESR de un electrodo primario o por la refusión ESR o VAR de un electrodo secundario. El lingote puede ser: monomodular, por la segunda fusión de un electrodo monomodular, polimodular, por la segunda de un electrodo polimodular.

20. Fabricación de la placa: Con referencia a la Fig.1 que representa una placa o un electrodo monomodular simple, los elementos de los metales M1 y M2 permiten tres combinaciones posibles según sea su origen.

25. Caso 1: - M1 y M2 ambos compuestos de placas forjadas o laminadas y cortadas según una curva de unión preseleccionada por un procedimiento aplicable, por ejemplo, corte oxiacetilénico, corte con plasma o similar.

Caso 2 - Uno de los metales se obtiene mediante el procedimiento indicado en el caso 1 y el otro, fundiendo en un molde de

forma que garantice la obtención de una curva (o superficie) de fundición preseleccionada.

Caso 3 - M1 y M2 ambos obtenidos por fusión en un molde como se indica en el caso 2.

5. Las uniones de los segmentos de los metales M1 y M2 pueden hacerse en las formas siguientes:

En el caso 1: Por soldadura eléctrica directa en las curvas de unión y/o por soldadura de las placas de unión como aparece en la Fig. 4.

10. En el caso 2: Existen dos alternativas: Primera alternativa: como en el caso 1. Segunda alternativa: Colocar el segmento metálico forjado o laminado, ya cortado según la curva de unión, en un molde para fundir como si fuera un macho y fundir el resto de la placa con el otro tipo de metal. Es necesario dejar en la placa laminada o forjada, medios especiales al objeto de asegurar su unión con el metal a fundir. Estos medios pueden ser simples ranuras o protuberancias soldadas a ambas.

15. En el caso 3: Existen dos alternativas: Primera alternativa: como en el caso 1. Segunda alternativa: como en la segunda alternativa del caso 2, con la diferencia de que el segmento metálico a utilizar como macho sería fundido en lugar de forjado o laminado.

20. Fabricación del módulo: Cuando el módulo es simple o sea compuesto de una sola placa, su fabricación se confunde con la de la misma. Cuando el módulo es múltiple, o sea compuesto de dos o más placas, la unión se efectúa por soldadura eléctrica u otra soldadura apropiada a lo largo de las uniones de las placas como se indica en la Fig. 4. La soldadura no necesita ser continua. Pueden utilizarse igualmente chapas de unión soldadas para contribuir a la unión de las placas como se indica en la Fig. 4.

25.

Fabricación del electrodo: Cuando el electrodo es monomódular, su fabricación se confunde con la del módulo. Cuando es polimódular, los módulos se unen entre sí por soldadura eléctrica u otra soldadura apropiada a lo largo de las uniones intermodulares.

5. La soldadura no es necesario que sea continua. Pueden utilizarse igualmente chapas de unión soldadas para contribuir a la unión de los módulos entre sí como aparece en la Fig. 4.

Segunda fusión del lingote ESR: Formas de los lingotes:

10. El lingote obtenido de la segunda fusión de un electrodo primario puede tener una forma circular, cuadrada o rectangular. En la práctica, por motivos relacionados con la fabricación del electrodo, los lingotes preferiblemente serán rectangulares o cuadrados. Pueden obtenerse lingotes con forma anular mediante la refusión simultánea de diversos electrodos secundarios dispuestos a lo largo de un círculo y utilizando lingoteras apropiadas.

15. Procedimiento de refinado: Con el proceso ^{de} segunda fusión ESR, el electrodo se transforma en un lingote con composición química variable continuamente a lo largo de su eje según curvas elegidas arbitrariamente. En el proceso ESR, una corriente eléctrica de gran intensidad atraviesa el circuito en serie constituido por el electrodo, baño de escoria líquida y lingote en formación y mantiene la temperatura de la escoria superior a la temperatura de fusión (licuefacción) del acero. Por consiguiente, la punta del electrodo sumergido en el baño de escoria se funde gradualmente, con la formación de gotas de acero sucesivas que después de atravesar dicho baño de escoria, se solidificarán en la parte inferior, formando así el lingote ESR. Las reacciones termoquímicas y físicas entre el baño de escoria, la película de acero líquido en la punta del electrodo y en la parte superior del lingote en formación, así como con
- 20.
- 25.

las gotas de acero descendentes, "refinan" el acero, eliminando o reduciendo drásticamente el volumen de inclusiones y controlando las dimensiones, formas y distribución de la fracción insignificante restante. Existe también, en el proceso ESR, la eliminación de la segregación y reducción de la anisotropía de las propiedades mecánicas, siendo estos beneficios todos ellos inherentes en el mismo proceso ESR y no deliberadamente pretendidos en esta invención pero que ocurren inevitablemente.

10. Para marcar en el lingote ESR las secciones correspondientes a las uniones entre los módulos, en el caso de los electrodos polimodulares, se interrumpe la corriente de segunda fusión un pequeño periodo (normalmente de 30 a 60 segundos) siempre que el frente de fusión alcance los límites intermodulares. Con ello se forma un dentado diminuto en el lingote ESR a lo largo de la sección en el momento en que se interrumpe la corriente, marcando en 15. el lingote según la invención la separación entre los módulos. Existen diversas formas prácticas de determinar el momento en el que hay que interrumpir la corriente.

20. Control del lingote de la invención: Después del enfriamiento, el lingote se somete o no a tratamiento térmico, según sean las aleaciones en los metales M1 y M2. Luego pasa al control por ultrasonidos para marcar los despuntes en el pie y cabeza del lingote. Si el lingote es monomodular, el despunte del pie y cabeza termina en un semi-producto listo para posterior industrialización. 25. Si el lingote es polimodular, se corta igualmente a lo largo de las marcas obtenidas con la interrupción de la corriente de segunda fusión para señalar la separación de los diversos módulos, cada uno de los cuales representa, en realidad, un lingote del tipo inventado.

La ventaja de producir lingotes polimodulares es solo económica, para mejorar el rendimiento y eficiencia del grupo de segunda fusión ESR.

Productos obtenidos con el lingote según la invención: Cada lingote del aludido tipo o cada módulo en el caso de lingotes polimodulares debe ser tratado por forja, utilizando una de las tres alternativas siguientes:

5. a) Forja por recalado: Recalcando el lingote de la invención, la altura l_1 visible en la Fig. 2 se reduce con el consiguiente aumento de las dimensiones a_1 y b_1 según una relación conocida. Con el mismo se obtienen entonces: bloques, placas, llantas, Durante y/o después de la operación de recalado, la forma de la sección, por ejemplo, puede cambiarse de rectangular a cuadrada o circular o viceversa por forjado.

10. Tomando en consideración que la composición química variará continuamente a lo largo del eje x' (Fig.2) del lingote, estos semi-productos tendrán la variación correspondiente de la composición química a lo largo de su espesor. La transformación ulterior de estos bloques, placas o llantas por laminado conducirá a la obtención de chapas, hojas y flejes con variación en la composición química continua, también a lo largo de su espesor. De este modo, si se recalca el lingote de la invención, podrán obtenerse productos con composición química variable en forma continua a lo largo de su espesor. Estos productos son bloques, placas, llantas, chapas
20. hojas y flejes.
25.

b) Forjado por estirado: Forjando el lingote de la invención por estirado aumenta la altura l_1 indicada en la Fig. 2 y disminuye, por consiguiente, las dimensiones a_1 y b_1 según una relación conocida. Durante este forjado, puede cambiarse también la for-

ma de la sección transversal, arbitrariamente. Del mismo se obtienen pues: barras, anillos y forjados perfilados (en el caso de anillos, por medio de lingotes anulares). Estos productos tendrán entonces sus composiciones químicas variables continuamente a lo largo de su longitud.

5.

c) Forjado combinado: Naturalmente, los forjados pueden obtenerse combinando recalcado con estirado, y de los mismos conseguir piezas con formas complejas de variación continua en la composición química dentro de sus masas.

10.

Aplicaciones: El proceso es muy prolífico en cuanto a aplicaciones, y se pasará a mencionar sólo unos cuantos ejemplos:

a) Placas blindadas: El proceso permite la obtención de placas blindadas teórica y prácticamente perfectas con variación continua de los parámetros siguientes:

15.

a') dureza, carga unitaria de rotura, límite elástico; disminuyendo desde la parte delantera a la trasera;

b') elasticidad, alargamiento y reducción de superficie; aumentando desde la parte delantera a la trasera.

20.

b) Chapas de acero revestidas: Las chapas obtenidas por medio del procedimiento de la invención representan un extraordinario avance de las chapas de acero revestido porque en realidad corresponden a chapas compuestas de un número infinito de hojas paralelas (en lugar de dos) con composición química (y por consiguiente, propiedades mecánicas) variable continuamente, en el caso del acero convencional revestido, existe una transición brusca entre los dos metales unidos en caliente porque el fenómeno de difusión es de penetración muy limitada y variable para los distintos elementos químicos, desventaja que se elimina completamente con el procedimiento de la invención.

25.

El "revestimiento" convencional puede fabricarse con el procedimiento de esta patente simplemente considerando la curva $y = f(x)$ de la Fig. 3 como segmento de una línea recta con una pequeña vertiente en relación al eje y ; cuanto menor sea la vertiente, menor será la capa de transición correspondiente a la difusión, en este caso igual para todos los elementos químicos).

También puede fabricarse, con facilidad, un producto equivalente al "revestimiento" de tres metales, sin embargo, con propiedades muy superiores.

Las aplicaciones más importantes de estas chapas "revestidas" serían para: la industria nuclear, la industria química, la industria petroquímica, la industria del petróleo.

Obsérvese que como el procedimiento de la invención utiliza las técnicas ESR y VAR, los materiales obtenidos son inherentemente de la mayor confianza y por tanto pueden aplicarse en la industria nuclear con toda tranquilidad

Serán independientes del objeto de la invención, todos los elementos accesorios que no afecten a la esencialidad del procedimiento descrito.

NOTA

REIVINDICACIONES

Se reivindica como objeto de la presente Patente de Inven-
ción:

5. 1^a.- Procedimiento para la fabricación de un lingote con composición química variable a lo largo de su eje, que se caracteriza esencialmente por el hecho de que el electrodo está compuesto de segmentos de dos o más metales o aleaciones metálicas de distintas composiciones químicas, poseyendo estos segmentos masas y dimensiones tales que una vez unidos entre sí por distintas procesos siguiendo una curva y una superficie de unión con acuaciones elegidas arbitrariamente, se produce, después de la segunda fusión por el proceso de escoria electroconductor, un lingote con composición química variable continuamente a lo largo de su eje, variando la concentración de cada elemento químico a lo largo del eje referido según la ecuación definida unívocamente por la forma como se fabrica el electrodo.
- 10.
- 15.
20. 2^a.- Procedimiento para la fabricación de un lingote con composición química variable a lo largo de su eje, según la reivindicación anterior, que se caracteriza por el hecho de que los parámetros del electrodo se determinan previamente por la variación de composición deseada en el lingote mediante el procedimiento siguiente: se elige arbitrariamente uno de los metales (M₁) a utilizar en la composición del electrodo, en el cual se eligen las concentraciones de los elementos químicos k en este metal, $E_{k,1}$, eligiéndose arbitrariamente la concentración del elemento químico de orden i en el próximo metal a utilizar en la composición del electrodo, $E_{i,2}$, seleccionándose, además la curva de variación en el eje x' del elemento de orden i, $E_i(x')$,
- 25.

del lingote metálico de segunda fusión, con lo que la ecuación de unión entre los metales M1 y M2, $f(x)$ puede determinarse utilizando la ecuación siguiente:

$$f(x) = \frac{b \left[\delta E_1(x) - \delta_2 E_{1,2} \right]}{\delta_1 E_{1,1} - \delta_2 E_{1,2}}$$

5. en la que δ_1 , δ_2 y δ son las densidades de M1, M2 y del metal del lingote producido, respectivamente y b es la dimensión del lingote en el sentido hecho por el corte de unión (descrito como $f(x)$, determinándose las concentraciones $E_{k,2}$, $k \neq 1$ o eligiéndose una calidad normal con $E_{1,2}$ como se seleccionó anteriormente,
10. calculando $E_{k,2}$ con $k \neq 1$, siguiéndose un método similar para las otras uniones M2/M3.....Mj -1/Mj, si las mismas existieran.

3^a.- Procedimiento para la fabricación de un lingote con composición química variable a lo largo de su eje, según las reivindicaciones anteriores, que se caracteriza por el hecho de

15. que el electrodo está compuesto de segmentos de dos o más metales o aleaciones metálicas de distintas composiciones químicas, obtenido por el proceso descrito en la reivindicación anterior, estando estos segmentos unidos a lo largo de una curva y una superficie obtenida siguiendo el procedimiento descrito en dicha
20. reivindicación anterior y produciéndose, después de la segunda fusión por el proceso de escoria electroconductora, un lingote con composición química variable continuamente a lo largo de su eje y con la concentración de los elementos químicos variable como se indica igualmente en aquella reivindicación anterior,
25. o sea, de un elemento clave según una curva de ecuación arbitrariamente elegida, de los otros elementos, según las curvas que son funciones de la curva de variación del elemento clave, siendo posible, sin embargo, elegir los valores extremos (función de la composición de los metales elegidos por el procedimiento

reivindicado en la repetida reivindicación anterior).

- 4^a.- Procedimiento para la fabricación de un lingote con composición química variable a lo largo de su eje, que se caracteriza por el hecho de realizarse por medio de la segunda fusión con el proceso de escoria electroconductora de los electrodos producidos tal como se describe en las reivindicaciones anteriores 1 y 3.

5. 5^a.- Procedimiento para la fabricación de un lingote con composición química variable a lo largo de sus eje, que se caracteriza por el hecho de que se fabrican bloques, placas, llantas, chapas y flejes metálicos con composición química variable continuamente (determinada o no previamente, según las reivindicaciones anteriores 1 y 3) a lo largo de su espesor por forjado recalado a lo largo de sus ejes o por forjado de alargamiento y/o por laminado de los lingotes producidos según la reivindicación 4.

15. 6^a.- Procedimiento para la fabricación de un lingote con composición química variable a lo largo de su eje, que se caracteriza por el hecho de que la fabricación de anillos y forjados perfilados y barras metálicas con composición química variable continuamente (determinada o no previamente, según las reivindicaciones 1 y 3) a lo largo de su eje longitudinal por medio de deformación caliente y/o fría, por estirado, con forjado y/o laminado de los lingotes producidos según la reivindicación 4.

20. 7^a.- Procedimiento para la fabricación de un lingote con composición química variable a lo largo de su eje, que se caracteriza por el hecho de que la fabricación de cuerpos metálicos de cualquier forma, con composición química variable en cualquier forma, con composición química variable continuamente

(como se determina previamente o no, según las reivindicaciones anteriores 2 y 3) en su interior, por medio de combinación de deformación caliente y/o fría, por recalado y/o estirado con forjado y/o laminado de los lingotes producidos según la reivindicación 4 ó de los productos obtenidos según las reivindicaciones 5 y 6.

8ª.- "PROCEDIMIENTO PARA LA FABRICACION DE UN LINGOTE CON COMPOSICION QUIMICA VARIABLE A LO LARGO DE SU EJE".

Sean cuales fueren las circunstancias que concurren con la esencialidad propia de la misma.

Consta la presente Memoria descriptiva de veinte páginas mecanografiadas por una sola cara y va acompañada de cuatro hojas de dibujos aclarativos.

Barcelona 3 de noviembre 1.977

P.A.



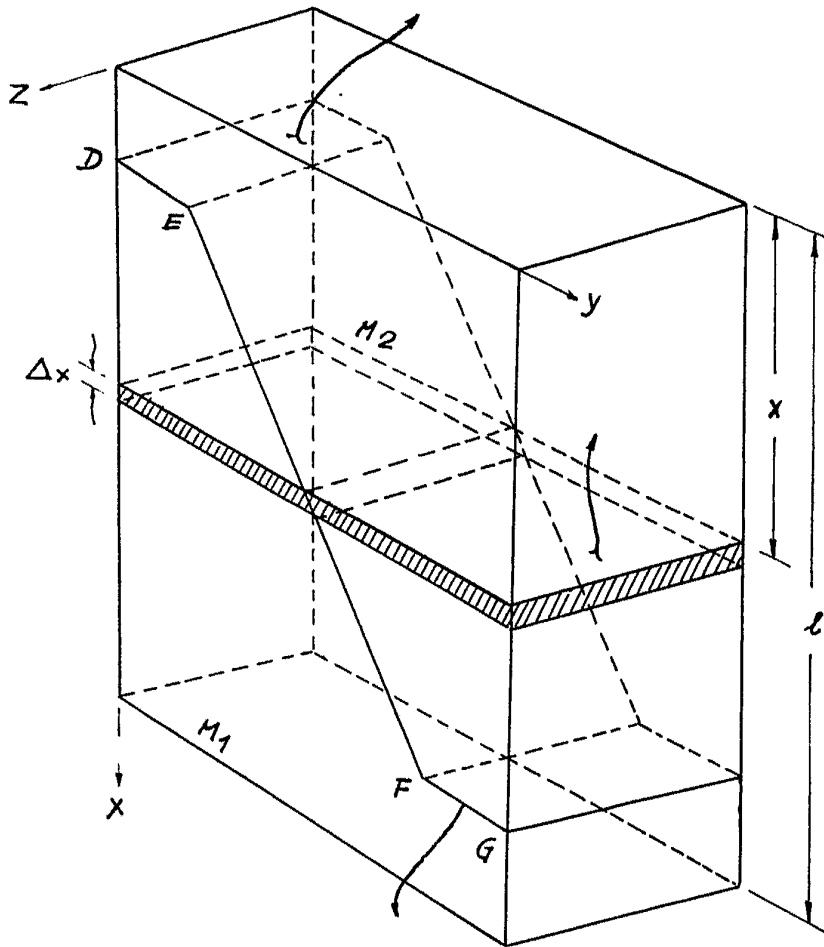


Fig. 1

Barcelona, 3 Novbre. 1977
P.A. *[Signature]*

Escala variable

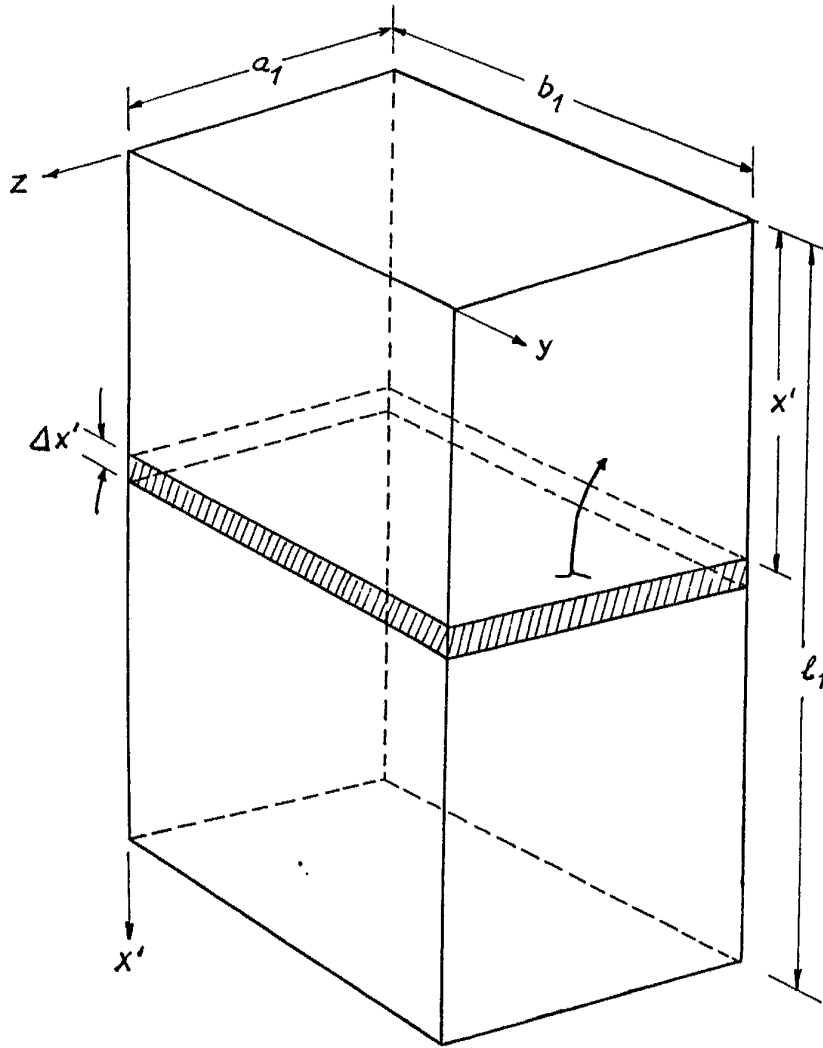


Fig. 2

Barcelona. 3. Noviembre, 1977.
P.A.

Escala variable

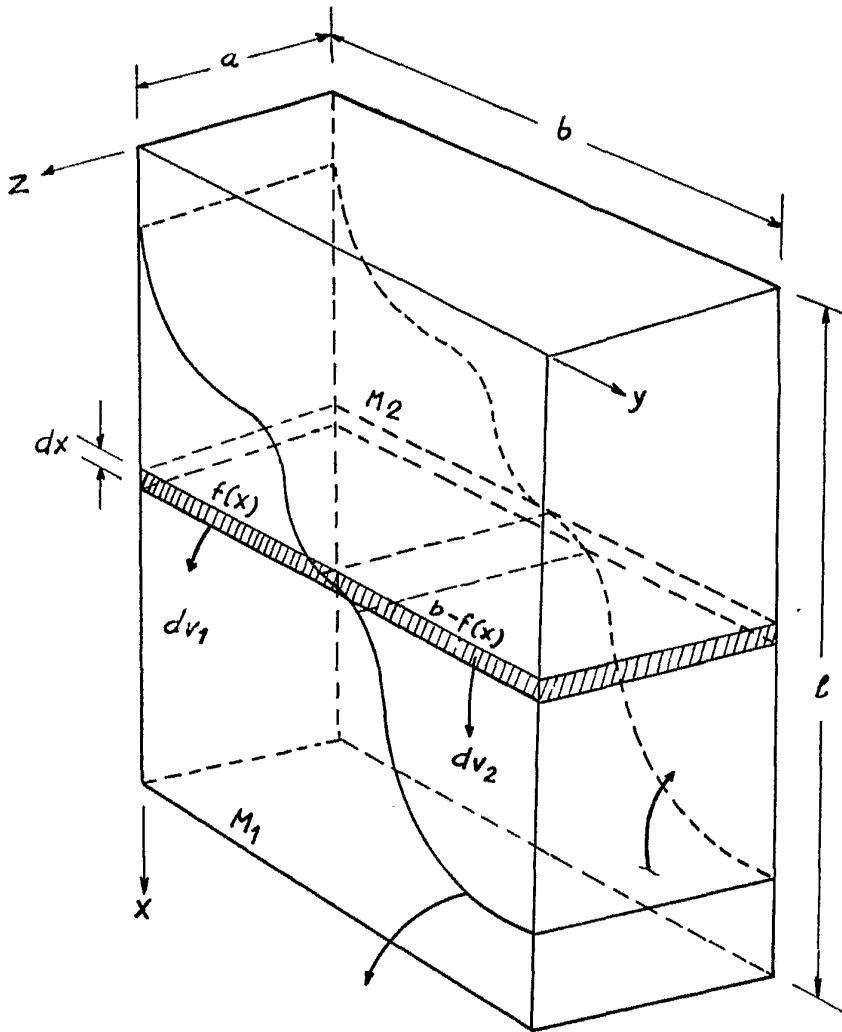
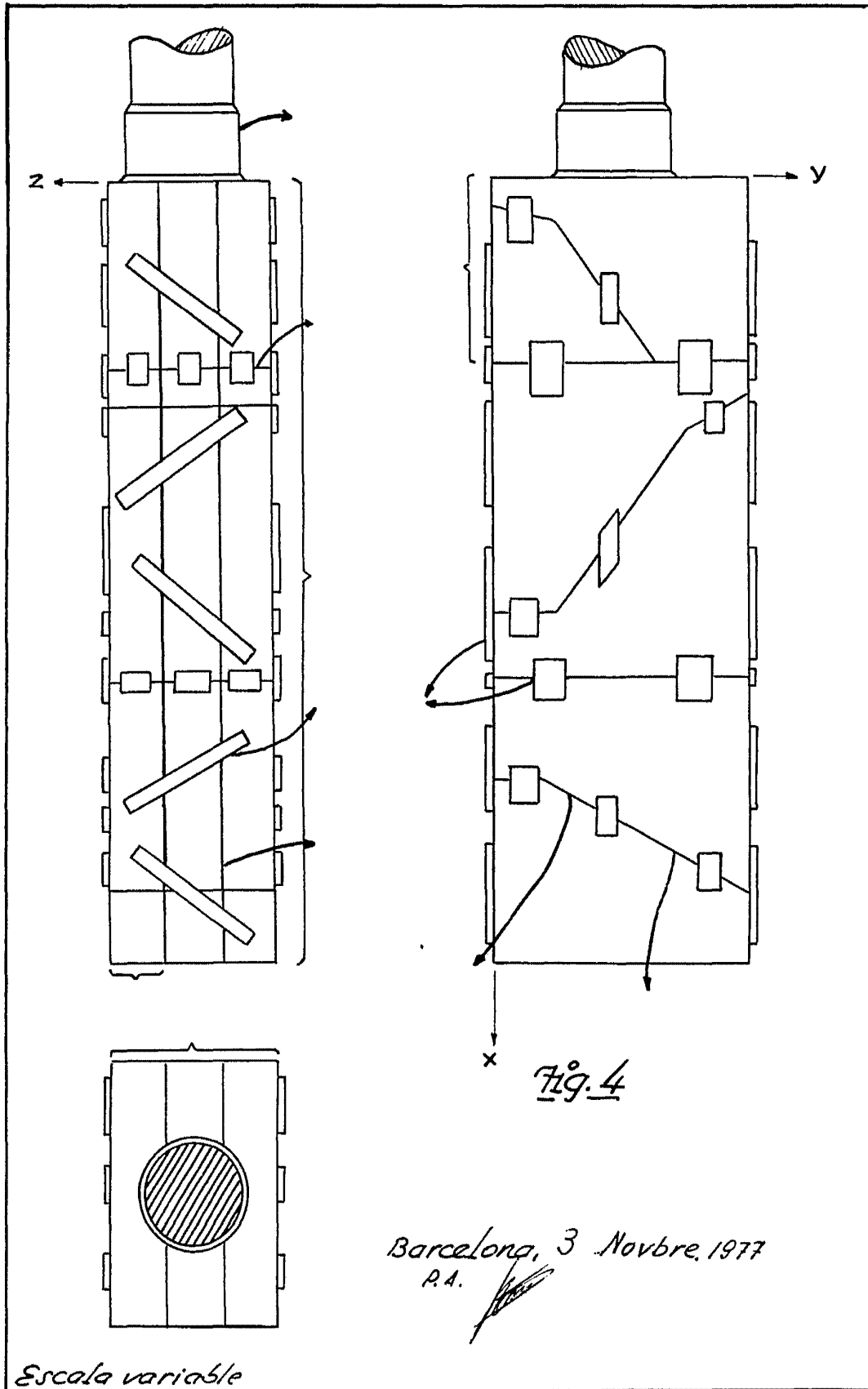


Fig. 3

Barcelona, 3 de Novembre, 1977
P.A.

Escala variable



Barcelona, 3 Novbre 1977
P.A.

Escala variable