



ESPAÑA

19 ES	11 21	NUMERO 463.079	10 A1
	22	FECHA DE PRESENTACION 10-10-1977	

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 786.593	11-4-1977	EE.UU.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C21c	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION
"UN PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA OBTENCION DE ACERO"

71 SOLICITANTE (ES)
1) UNION CARBIDE CORPORATION y
2) NATIONAL STEEL CORPORATION
(L-11323-SP)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
1) 270 Park Avenue, Nueva York, Nueva York 10017 y
2) 2800 Grant Building, Pittsburg, Pensilvania 15219, ambas en
EE.UU.

72 INVENTOR (ES)
PAUL ARTHUR TICHAUER, JAMES STEPHEN ADAMS y HENRY DESMONT THOKAR

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ
(P.-67.073)

1 Este invento se refiere, en general, al afino
de acero, y más particularmente, a una mejora en el pro-
cedimiento de oxígeno básico, es decir, un procedimiento
5 en el que el acero fundido contenido en un recipiente se
afina inyectando oxígeno por la parte superior en la
masa fundida. Más específicamente, este invento se dirige
a un método para aumentar el contenido de nitrógeno de
los aceros fabricados por el procedimiento de oxígeno
básico.

10 La fabricación del acero por el procedimiento de
oxígeno básico, también llamado procedimiento BOP o BOF
es muy conocida en la técnica. Cuando se fabrica acero de
bajo contenido de carbono por este procedimiento, su con-
tenido de nitrógeno disuelto está sometido a amplias va-
15 riasiones. Ciertas clases de acero tienen especificaciones
que requieren un contenido de nitrógeno bajo, y se han
ideado métodos para alcanzar esto, por ejemplo, como el
descrito por la patente de EE.UU. de Glassman N° 3.769.000
y la patente de EE.UU. de Pihlblad N° 3.307.937.

20 Por otro lado, algunos aceros tienen especifi-
caciones que exigen elevados contenidos de nitrógeno, por
lo tanto también se han ideado métodos para aumentar el
contenido de nitrógeno. Muchos de estos métodos requieren
una etapa de adición de nitrógeno separada después de com-
25 pletar la etapa de descarburización convencional. Ejemplos
de dichos métodos se muestran en la patente de EE.UU. N°
2.865.736, la patente de EE.UU. N° 3.402.756 y las paten-
tes de EE.UU. Nos. 3.356.493; 3.322.530 y 3.230.075.

30 La patente de EE.UU. N° 3.180.726 describe la
inyección en la masa fundida de nitrógeno o nitrógeno.

1 junto con un gas inerte y la adición de un elemento esta-
bilizante o de fijación después de la inyección. Sin em-
bargo, este método no permite al fabricante de acero ajust-
tar independientemente el contenido de nitrógeno del acero,
5 es decir, sin alterar la composición de la masa fundida
añadiendo otros elementos de aleación. Todos los métodos
anteriores tienen la desventaja de requerir una etapa
adicional después del afino con oxígeno, aumentando con
ello el tiempo requerido para fabricar cada carga de acero.
10 Además, algunos requieren la adición de otros elementos
con el fin de fijar el nitrógeno en la masa fundida, mien-
tras que otros requieren aparatos de vaciado complejos.

 Todavía otra aproximación empleada por la técni-
ca anterior ha sido aumentar el contenido de nitrógeno de
15 la masa fundida durante la descarburización. La patente
de EE.UU. N.º 3.754.894 muestra como puede aumentarse el
contenido de nitrógeno de los aceros durante la descarbu-
rización siempre que, sin embargo, los gases de descarbu-
rización y el nitrógeno se inyecten desde por debajo de
20 la superficie del baño. Este método no se combina fácil-
mente con el procedimiento BOF en el que todos los gases
se inyectan desde encima de la superficie de la masa fun-
dida. Si el gas nitrógeno se inyecta simplemente en un
recipiente de oxígeno básico desde la parte de arriba del
25 baño durante la práctica de descarburización convencional,
los resultados no serán reproducibles, y el contenido de
nitrógeno deseado se alcanzará solo fortuitamente.

 No ha sido posible, antes del presente invento,
fabricar aceros que tienen elevados contenidos de nitró-
30 geno por el procedimiento de oxígeno básico sin realizar

1 una etapa separada después de la descarburización y/o
añadir elementos a la masa fundida además del nitrógeno.

5 Por consiguiente, es un objeto del presente
invento preparar acero de oxígeno básico que tiene un
contenido de nitrógeno que es reproducible y mayor que
el que se prepara por las técnicas BOP convencionales.

10 Es otro objeto del presente invento preparar
acero de oxígeno básico que tiene un contenido de nitró-
geno elevado sin requerir una etapa de adición de nitró-
geno después de la descarburización.

Además es un objeto del presente invento aumen-
tar el contenido de nitrógeno del acero de oxígeno básico
sin añadir otros elementos de aleación o estabilización
bien sea junto al nitrógeno o además de él.

15 Los anteriores y otros objetos, que serán fácil-
mente evidentes para los expertos en la técnica, se con-
siguen por el presente invento, que comprende: en un pro-
cedimiento para la producción de acero descarburizando una
masa fundida férrea contenida en un recipiente inyectando
20 oxígeno en la masa fundida desde la parte superior de su
superficie, la mejora que comprende producir acero que
tiene un contenido de nitrógeno elevado, dentro de un
intervalo previamente seleccionado, por:

25 (a) introducir un gas rico en nitrógeno en la
masa fundida, simultáneamente con dicho oxígeno durante
la última parte de la etapa de descarburización, en una
cantidad igual a al menos 3 m^3 en condiciones normales
(M^3N) de nitrógeno gaseoso por tonelada métrica de metal
fundido y de tal manera que promueva una interacción
30 intensiva del gas rico en nitrógeno con el metal fundido,

1 (b) afinar la masa fundida con el oxígeno y el gas rico en nitrógeno inyectando la masa fundida hasta un contenido de manganeso al menos tan bajo como 0,10%, y

5 (c) mantener la presión parcial del nitrógeno en el espacio de cabeza del recipiente al menos igual y preferiblemente mayor que la calculada para estar en equilibrio con el contenido de nitrógeno disuelto deseado de la masa fundida a 1600°C.

10 La expresión "aceros que tienen un elevado contenido de nitrógeno" o "aceros con nitrógeno elevado" se emplean para indicar aceros que tienen contenidos de nitrógeno de al menos aproximadamente 0,01%, o 100 ppm.

15 La expresión "contenido de nitrógeno deseado" se intenta que signifique el contenido de nitrógeno final que intenta conseguir el fabricante de acero.

20 La expresión "gas rico en nitrógeno" como se emplea en la presente memoria y reivindicaciones se intenta que signifique un gas que contiene suficiente nitrógeno para satisfacer el requerimiento de equilibrio de la etapa (c), anterior. Los gases ricos en nitrógeno preferidos son nitrógeno industrialmente puro o aire. Pueden también emplearse compuestos de nitrógeno gaseosos que liberan suficiente nitrógeno al reaccionar en un recipiente BOF, por ejemplo amoníaco.

25 La abreviatura " M^3N " se emplea para querer decir metros cúbicos normales de gas medido a 0°C y a una presión de una atmósfera.

30 Cuando se descarburiza acero por inyección en la parte alta, es decir, inyectando oxígeno en una masa fundida desde por encima de la superficie de la masa fun-

1 dida, se sabe que el contenido de nitrógeno de la masa
fundida desciende primero en forma de burbujas de CO ga-
seoso formado durante la descarburización del nitrógeno
rociado de la masa fundida. Durante las últimas etapas
5 de la descarburización por el procedimiento BOF convencio-
nal, disminuye la velocidad de generación de burbujas de
CO. Esta disminución se cree que tiene al menos tres efec-
tos importantes. Primero la disminución en la velocidad
de generación de CO deja infiltrar más nitrógeno atmosfé-
rico al recipiente debido a la velocidad reducida del gas
10 de escape en la boca del recipiente. Segundo, algo de este
nitrógeno atmosférico llega a ser arrastrado en el oxígeno
que se inyecta en la masa fundida y por último se absorbe.
Tercero, la generación de CO disminuida también da como
15 resultado una velocidad de rociado de nitrógeno disminuida
que contribuye además a un aumento del nivel de nitrógeno
final. La relación entre estos factores es esencialmente
incontrolable, y por tanto el contenido de nitrógeno final
no es reproducible y tiende a variar de carga a carga a,
20 pesar de condiciones de descarburización aparentemente
idénticas. Además, el contenido de nitrógeno final de los
aceros refinados por el procedimiento de oxígeno básico
convencional es generalmente menor que el requerido por
las especificaciones para clases de acero de "nitrógeno
25 elevado". Cuando esto ocurre se requiere una renitrogena-
ción. Lo siguiente describe la práctica preferida del pre-
sente invento para la renitrogenación de acero con oxígeno
básico durante la descarburización.

30 El gas rico en nitrógeno debe introducirse en
la masa fundida simultáneamente con el oxígeno durante la

1 - última parte de la etapa de descarburización con oxígeno.
El método preferido para conseguir esto es introduciendo
5 el gas rico en nitrógeno en la corriente de oxígeno. Esto
puede realizarse más sencillamente instalando una conexión
extra en la tubería de oxígeno que alimenta la lanza de
oxígeno, y llevando por tubería una fuente de gas rica en
nitrógeno a la conexión extra. Naturalmente pueden emplear-
se otros métodos más caros, como por ejemplo una lanza
10 separada para el gas rico en nitrógeno, o el empleo de
lanzas que tienen pasos paralelos separados para las
corrientes de oxígeno y del gas rico en nitrógeno. Dichos
pasos pueden ser bien concéntricos o bien adyacentes unos
con otros dentro de la misma lanza. Puede también incluir-
se en la lanza un mezclador en línea. Sin embargo, estos
15 métodos más complejos no ofrecen ventajas evidentes sobre
el método preferido de practicar el invento.

El caudal del gas nitrógeno debe ser suficiente
para mantener una presión parcial de nitrógeno en el
espacio de cabeza por encima de la masa fundida que sea
20 al menos igual a, y preferiblemente mayor que el que es-
taría en equilibrio con el contenido de nitrógeno disuelto
deseado en el metal fundido.

La cantidad de gas rico en nitrógeno introducida
debe ser al menos igual a $3 M^3 N$ de gas nitrógeno por to-
25 nelada métrica de metal fundido para alcanzar resultados
reproducibles. La cantidad de nitrógeno absorbido por la
masa fundida aumenta con la cantidad de nitrógeno intro-
ducido. Sin embargo, la cantidad de nitrógeno absorbido
variará desde el sistema BOP al sistema BO. Una vez que
30 la relación entre la cantidad de nitrógeno introducido y

1 el contenido de nitrógeno final se determine experimental-
mente para un sistema BOF particular, y siempre que otras
variables se mantengan constantes, pueden esperarse consis-
5 tentemente resultados reproducibles por la práctica del
presente invento, siempre que se inyecte en la masa fun-
dida la cantidad mínima prescrita de nitrógeno.

La mezcla de oxígeno y gas rico en nitrógeno
debe inyectarse en la masa fundida de una forma que pro-
mueva una interacción intensiva entre el gas rico en ni-
10 trógeno y el baño. Si esto no se implanta, entonces no se
obtendrán resultados consistentes.

Un medio de conseguir la interacción intensiva
es emplear presiones de lanza significativamente mayores
que las empleadas normalmente. Cada sistema BOF tiene una
15 presión de inyección de oxígeno normal empleada durante
la descarburización convencional. Se cree que la presión
de inyección de la lanza de oxígeno normal en la mayor
parte de las instalaciones BOF es insuficiente para conse-
guir la interacción necesaria para practicar este invento.
20 Aumentando sustancialmente la presión en la lanza durante
la adición de gas rico en nitrógeno se logrará el resulta-
do deseado. Por ejemplo, se encontró que en un recipiente
BOF de 213 toneladas métricas equipado con una lanza que
tiene cuatro aberturas de 4,45 cm de diámetro, un aumento
25 en la presión de la lanza de aproximadamente $8,1 \text{ kg/cm}^2$
manométricos a aproximadamente $10,6 \text{ kg/cm}^2$, es decir apro-
ximadamente un aumento del 30% en la presión manométrica,
era suficiente para generar la interacción requerida del
gas con la masa fundida. Sin embargo se observa que la
30 penetración del chorro de gas y la acción de agitación

1 - resultante no es completamente predecible de un recipien-
te a otro recipiente y solamente puede determinarse empí-
ricamente. Las presiones de inyección empleadas en algunas
5 instalaciones BOF pueden no requerir un aumento con el fin
de alcanzar la interacción gas-masa fundida requerida por
el presente invento.

Otro método para obtener la interacción inten-
siva requerida es inyectar la mezcla de gas rico en nitró-
geno y oxígeno con la lanza en posiciones más bajas que
10 las normales. En cuanto a la presión de la lanza, todas
las instalaciones BOF tienen posiciones de lanza normales
para varias etapas de descarburización con oxígeno conven-
cionales. Típicamente la lanza se hace descender gradual-
mente a medida que transcurre la descarburización. Las
15 posiciones de la lanza convencionales pueden no producir
suficiente interacción del gas con la masa fundida para
renitrogenar reproduciblemente la masa fundida. Este
problema puede corregirse moviendo la lanza a una posición
más inferior que la normal durante las últimas etapas de
20 descarburización, introduciendo mientras el gas rico en
nitrógeno.

Todavía otro método para conseguir la interacción
de gas-masa fundida requerida es inyectar los gases ricos
en nitrógeno con velocidades de boquilla que son superio-
res que las normalmente empleadas en la práctica BOF
25 convencional. Por lo tanto, con el fin de practicar el
presente invento, algunas instalaciones BOF pueden tener
que aumentar sus velocidades de gas de la lanza empleando
lanzas con boquillas de descarga de gas de diámetro más
30 pequeño.

1 Otro requerimiento para obtener resultados
reproducibles es que el contenido de manganeso de la masa
fundida que ha de inyectarse sea menor que 0,10% durante
la descarburización. El manganeso es simplemente un "indi-
5 cador" que refleja las condiciones dentro de la masa fun-
dida necesarias para la reproductividad de la captación
de nitrógeno, y no se intenta inferir una relación causal
entre el manganeso en el acero y la absorción de nitrógeno.
En la práctica BOP normal, el nivel de manganeso se ajusta
10 a una especificación final subsiguiente a la descarburiza-
ción con la adición de varias aleaciones de ferromanganeso.
Por lo tanto, el procedimiento está solo mínimamente afec-
tado inyectando consistentemente hasta menos de 0,10% de
manganeso durante la descarburización.

15 Los ejemplos siguientes ilustran la práctica
preferida del invento.

EJEMPLOS

20 Se afinaron seis cargas de 213 toneladas métri-
cas inyectando en la parte alta con O_2 puro en un sistema
de afino BOP de acuerdo con las prácticas de trabajo BOP
normales. La Tabla 1 siguiente muestra los valores de las
variables que se manipularon experimentalmente y los re-
sultados obtenidos. En cada caso, el nitrógeno industrial-
mente puro se introdujo mezclado con oxígeno por la lanza
25 de oxígeno, comenzando "t" minutos antes de la terminación
estimada de la etapa de descarburización. El valor de "t"
variaba de carga a carga como se muestra en las Tablas I
y II siguientes.

TABLA I

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
1	<u>Carga Nº</u>		
	Caudal de inyección de oxígeno, M ³ N minuto	530	470
5	Caudal de inyección de nitrógeno, M ³ N minuto	90	150
	t, duración aproximada de la inyección de N ₂ , minutos.	7 1/2	7 1/4
10	Cantidad de N ₂ por tonelada, M ³ N toneladas métricas	3,2	5,0
	Presión en la lanza durante la inyección de N ₂ , kg/cm ²	10,6	10,7
15	Temperatura de la masa fundida en la zona de reglaje, °C.	1635	1560
20	Análisis de la masa fundida en la zona de reglaje, (%)		
	C	0,03	0,03
	Mn	0,08	0,07
25	FeO (en la escoria)	36,18	33,90
	N	0,0153	0,017
	Contenido de nitrógeno deseado, (%)	0,014	0,016
30	Intervalo de la especificación de nitrógeno, (%).	0,012-0,016	0,014-0,018
			0,014-0,018

1 La primera de las tres cargas mostradas en la Tabla I, ilustra la práctica correcta de este invento, que se adhiere a todos sus requerimientos, siendo el requerimiento principal que:

5 (1) Sea obtenida la intensidad de mezcla requerida, empleando aquí una presión de lanza mayor que la normal durante la introducción de nitrógeno. La presión de lanza normal para el recipiente es aproximadamente $8,1 \text{ kg/cm}^2$,

10 (2) Sea introducida al menos $3 \text{ M}^3 \text{ N}$ de nitrógeno por tonelada métrica de acero, y

(3) Sea inyectado el contenido de manganeso hasta $0,10\%$ o menor.

15 Ha de observarse que para cada una de estas tres cargas, el contenido de nitrógeno final estaba fácilmente dentro del 10% del contenido de nitrógeno deseado, y todo estaba dentro del intervalo de las especificaciones de nitrógeno aceptables para la calidad esperada. Esta clase de reproductividad no ha sido posible antes del presente invento.

TABLA II

<u>Carga N.º</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
Caudal de oxígeno, $\text{M}^3 \text{ N. minuto}$	530	370	530
25 Caudal de inyección de nitrógeno, $\text{M}^3 \text{ N. minuto}$	150	130	110
t, duración aproximada del soplado de N_2 , minutos.	4 1/2	5	4 1/2

1	Cantidad de N ₂ por tonelada, M ³ N tonelada métrica	3,2	3,1	2,3
5	Presión en la lanza durante la inyección de N ₂ , kg/cm ²	11,6	8,3	10,6
10	Temperatura de la masa fundida en la zona de reglaje, °C.	1660	1591	1582
15	Análisis de la masa fundida en la zona de reglaje, (%)			
	C	0,03	0,05	0,03
	Mn	0,12	0,09	0,09
	FeO (en la escoria)	24,12	n.a.	n.a.
	N	0,0105	0,0110	0,0111
20	Contenido de nitrógeno deseado, (%)	0,014	0,016	0,014
	Intervalo de la especificación de nitrógeno, (%).	0,012-0,016	0,014-0,018	0,012-0,016
25	Las cargas 4, 5 y 6, mostradas en la Tabla II, ilustran los resultados insatisfactorios obtenidos cuando no se siguen uno de los tres requerimientos del invento. Los contenidos de nitrógeno en la zona de reglaje de las cargas 4, 5 y 6 son significativamente cortos para lo			
30	esperado, es decir del 40 al 50%, y caen fuera de las			

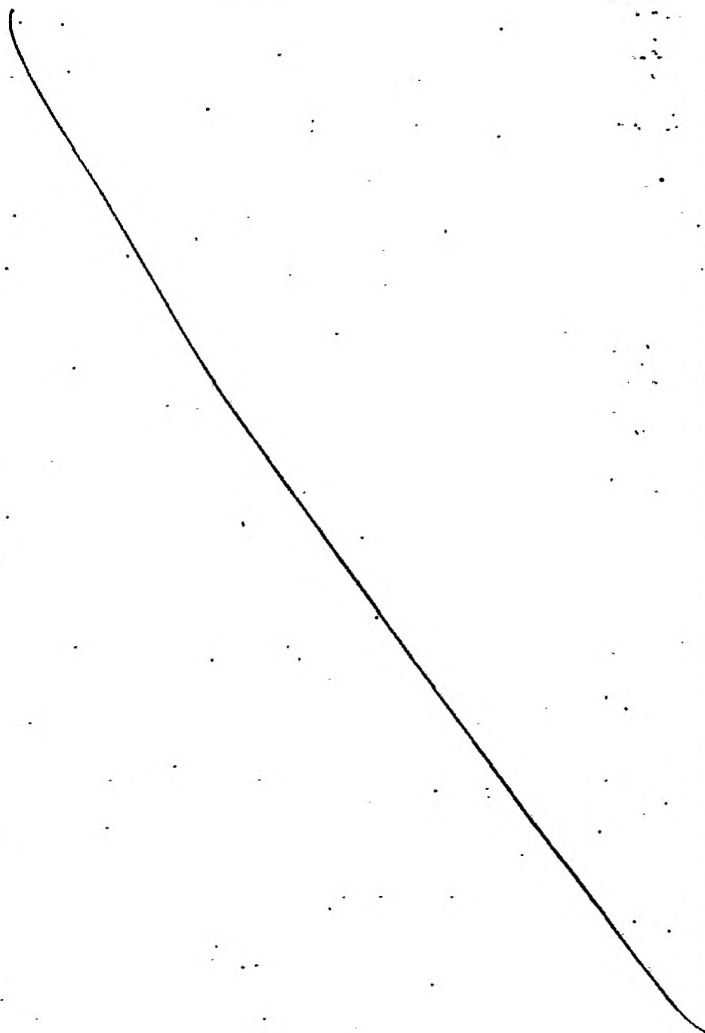
1 - especificaciones de nitrógeno aceptables para las clases
esperadas. La carga 4 tenía una interacción de gas-masa
fundida propia, obtenida aumentando la presión de la lanza
y la cantidad apropiada de nitrógeno, pero el contenido de
5 manganeso no fue inyectado por debajo de 0,10%. Para la
carga 5, se cumplieron todos los requerimientos del inven-
to, excepto que la baja presión de lanza empleada produjo
una interacción insuficiente entre la masa fundida y el
nitrógeno. Una cantidad insuficiente de nitrógeno era el
10 único requerimiento infringido en la carga 6.

15

20

25

30



REIVINDICACIONES

1
5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un procedimiento mejorado para la producción de acero descarburizando una masa fundida férrea contenida en un recipiente por inyección de oxígeno en la masa fundida desde encima de su superficie, comprendiendo dicha mejora: producir acero que tiene un contenido de nitrógeno elevado, dentro de un intervalo previamente preseleccionado por: (a) introducir un gas rico en nitrógeno en la masa fundida, simultáneamente con dicho oxígeno durante la última parte de la etapa de descarburización, en una cantidad al menos igual a $3 M^3 N$ de nitrógeno por tonelada métrica de metal fundido, y de tal forma que promueva una interacción intensiva del gas rico en nitrógeno con el metal fundido, (b) afinar la masa fundida con el oxígeno y el gas rico en nitrógeno inyectando la masa fundida hasta un contenido de manganeso final al menos tan bajo como 0,10%, y (c) mantener la presión parcial del nitrógeno en el espacio de cabeza del recipiente al menos igual a la calculada para estar en equilibrio con el contenido de nitrógeno disuelto esperado del metal fundido a 1600°C.

15
20
25
30 2ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el que el gas rico en nitrógeno se intro-

6

1 -duce a través de la lanza de oxígeno.

3ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2ª, en el que el gas rico en nitrógeno se introduce junto con el gas oxígeno.

5 4ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el que el gas rico en nitrógeno es nitrógeno.

5ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1ª, en el que el gas rico en nitrógeno es aire.


10 6ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3ª, en el que la interacción intensiva entre el gas rico en nitrógeno y el metal fundido se obtiene inyectando la mezcla de gas rico en nitrógeno y oxígeno a una presión de lanza sustancialmente mayor que la presión normal de inyección por lanza de oxígeno.

15 7ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6ª, en que la mezcla de gas rico en nitrógeno y oxígeno se inyecta a una presión de lanza de al menos 30% mayor que la presión de inyección con lanza de oxígeno normal.

20 8ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3ª, en el que la interacción intensiva entre el gas rico en nitrógeno y el metal fundido se obtiene inyectando la mezcla de gas rico en nitrógeno y oxígeno a una velocidad de boquilla de lanza que es sustancialmente mayor que la velocidad normal de boquilla de lanza de oxígeno.

25 9ª.- El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3ª, en el que la interacción intensiva entre el gas rico en nitrógeno y el metal fundido se consigue

30



1 -soplado la mezcla de gas rico en nitrógeno y oxígeno con
la lanza en una posición inferior a la posición normal de
la lanza de oxígeno.

5 10ª.- "UN PROCEDIMIENTO MEJORADO PARA LA OBTEN-
CION DE ACERO".

Tal y como se ha descrito en la Memoria que ante-
cede y con los fines que se han especificado.

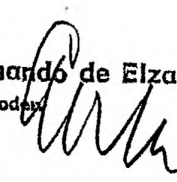
Esta Memoria consta de dieciseis hojas escritas
a máquina por una sola cara.

10

Madrid, 05. NOV. 1977

P.A.

Fernando de Elizaburu
Por Poderes



15

20

25

30

MSA
27107

