

407636

P - 52.317

P3097.54

17



407636

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.: <u>C21c</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por 20 años

a nombre de UNITED STATES PIPE AND FOUNDRY COMPANY

entidad norteamericana

con domicilio en 3300 First Avenue, North, Birmingham,
Alabama, Estados Unidos de América

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA FABRICAR PIEZAS COLADAS DE
HIERRO DUCTIL"

(Clase Internacional C21c)

11.11.72

- 1 -

407 636

17



La invención pertenece al campo de la metalurgia, más específicamente, a la metalurgia del hierro colado, donde los productos finales son piezas coladas de hierro dúctil producidas por cualquiera de los procedimientos de coquilla o de colada en arena.

Durante muchos años, el método comercial principal para la producción de hierro dúctil ha consistido en la adición de magnesio en forma de aleaciones que contienen magnesio, o la adición del elemento puro, con lo cual el magnesio hace que el grafito solidifique en forma de esferoides. La formación de grafito en esta forma es responsable de las notables resistencia y ductilidad del material.

La utilización de magnesio o aleaciones que contienen magnesio presenta un gran número de desventajas perfectamente reconocidas, siendo la principal de entre ellas que la reacción ocasionada por la adición de magnesio al hierro fundido es en general muy violenta y va acompañada por la formación de nubes de humo blanco que contienen partículas de óxido de magnesio. La reacción va acompañada también por un fulgor blanco brillante que es perjudicial para la vista. Existen otras desventajas, en el sentido de que el alto grado de reactividad hace que sea difícil obtener una recuperación elevada del magnesio añadido, por lo que

11.11.72

407 636



17 NOV 1972

el procedimiento es ineficiente. Además de las recuperaciones más deficientes que se pueden obtener en general, el contenido del magnesio de la masa fundida disminuye con el tiempo debido a pérdida de magnesio en el baño por vaporización, por oxidación y por combinación con el azufre que pueda existir en el baño. A la pérdida de magnesio se hace referencia generalmente en la técnica como "debilitación".

Algunas de las desventajas anteriormente mencionadas se pueden contrarrestar parcialmente dependiendo del modo de la adición del magnesio o aleación de magnesio al baño de metal fundido. Por ejemplo, los destellos y el fulgor pueden ocultarse de la vista por medio de una cubierta de protección. Asimismo, se pueden conseguir eficiencias algo mayores cuando el magnesio se añade al baño bajo presión, en contraposición al procedimiento consistente en verter el metal fundido encima de la aleación que contiene magnesio. Estos métodos son generalmente indeseables desde un punto de vista económico y de procedimiento, en el sentido de que requieren equipo adicional bien sea para confinar el área en la que se están llevando a cabo las adiciones de magnesio o para poner bajo presión el recipiente en el que se llevan a cabo las adiciones. Tales métodos, en particular el método de puesta bajo presión,

11.11.72

407636



llevan consigo también tiempo y gastos adicionales para el procedimiento.

5 Por otra parte, es sabido en la técnica que el cerio es también un elemento de nodularización y es menos reactivo cuando se añade al hierro colado en estado de fusión, salvando así el problema del fulgor y del humo y proporcionando también mayores recuperaciones. A pesar de las mayores recuperaciones y de la escasa reactividad, el cerio exhibirá, sin embargo, una
10 velocidad de debilitación indeseablemente alta. Además de ello, el cerio es sólo efectivo en general en los hierros colados hipereutéticos, en un enérgico formador de carburo y, por la experiencia de los autores de la invención, produce partículas de grafito que no tienen
15 una forma tan perfecta como las producidas por el procedimiento del magnesio.

La naturaleza del trabajo de los autores de la invención ha consistido en poner a punto un procedimiento para la producción de hierro colado dúctil que
20 pudiera resolver algunos de los problemas no resueltos para la técnica anterior. Uno de los objetos de la presente invención es reducir la cantidad de nodularizador requerida para producir grafito nodular en las piezas coladas.

25 Otro objeto de la presente invención es

11.11.72

407 636



reducir los humos y el fulgor que acompañan a la adición del material de nodularización.

5 Un objeto adicional de la presente invención consiste en reducir la velocidad de "debilitación" del efecto de nodularización en el baño tratado.

Otro objeto adicional de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento para reducir al mínimo el contenido de escoria del hierro dúctil.

10 Es también un objeto de la presente invención proporcionar un procedimiento que permite una selección de cierto número de nodularizadores individuales y de las cantidades de los nodularizadores individuales.

15 Estos objetos se consiguen en la realización preferida de la presente invención, por adición a un baño de hierro colado de bajo contenido en azufre de dos o más nodularizadores en una aleación silicio-hierro o mezcla de aleaciones silicio-hierro, donde la aleación
20 o mezcla de aleaciones de silicio contiene no más de 3% de cualquier nodularizador determinado, y la combinación de todos los nodularizadores en la aleación o mezcla de aleaciones no es mayor del 6%, con las ventajas consiguientes, consistentes en:

25 a) una reducción drástica en humos y ful-

11.11.72

407 636



17

gor cuando se añade la aleación al baño;

b) una velocidad de debilitación notablemente reducida del efecto de nodularización;

5 c) una reducción en el nodularizador total requerido para una pieza colada dada;

d) una reducción en el contenido de escoria de las piezas coladas.

DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

10 La figura 1 es una representación esquemática de las etapas básicas en el procedimiento usual de fabricación de piezas coladas de hierro dúctil, y no forma parte de la presente invención.

15 La figura 2 es una representación gráfica que muestra la cantidad de elementos de nodularización efectivos que quedan en un baño de hierro fundido en función del tiempo de permanencia, y que compara las adiciones de un solo elemento de nodularización (tal como se conoce en la técnica anterior) con adiciones de más de un elemento de nodularización de acuerdo con la
20 presente invención.

La figura 3 es una fotomicrografía de la estructura de grafito de una pieza colada en forma de tubo después del mantenimiento prolongado de una masa fundida a la que se añadieron cinco elementos de nodu-
25 larización conforme a la presente invención.

La figura 4 es una representación gráfica que compara los porcentajes de las adiciones originales que quedan en un baño de hierro colado en función del tiempo de permanencia, y que compara las adiciones de

15.11.72

407 636

17



un solo elemento de nodularización (tal como se conoce en la técnica anterior) con adiciones de más de un elemento de nodularización de acuerdo con la presente invención.

5 La Figura 5 es una representación gráfica de la cantidad de dos elementos de nodularización que queda en una tubería fabricada en condiciones de producción en función del tiempo después de la adición de acuerdo con la presente invención.

10 DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

En la Figura 1, se representa esquemáticamente el procedimiento usual para la producción de piezas coladas de hierro dúctil. En dicha figura 1 = Fusión; 2 = Desulfuración; 3= Nodularización; 4 = colada. La presente invención se refiere a la etapa de nodularización, siendo bien conocidas las etapas anteriores para los expertos en la técnica. La relación existente entre los agentes de nodularización utilizados, el modo de utilización, y el efecto de nodularización, constituye la base de la presente invención.

20 La presente invención se basa en el descubrimiento de que la cantidad total de agentes de nodularización necesaria para la producción de hierro dúctil, se puede reducir si se añade en cantidades adecuadas 25 más de un elemento de nodularización. Esto permite una

11.11.72

407636



reducción en la concentración de los elementos de nodularización en el baño, lo cual hace que mejore, a su vez, la eficiencia, proporciona una vida efectiva más larga, esto es, aminora la debilitación, reduce al

5 mínimo el fulgor y el humo, y reduce también al mínimo la tendencia del hierro a formar escoria.

Los resultados que siguen, mostrados en las Tablas I y II, se obtuvieron por nodularización de caldos individuales de hierro colado en estado de fusión

10 con bajo contenido de azufre, como se indica:

TABLA I

Ensayo	Elementos añadidos	Cantidad total añadida	Cantidad Total que queda en la Mesa al cabo de				
			1	5	10	15 minutos	
A	Mg	0,05%	0,022	0,016	0,011	0,008	
B	Ce	0,05%	0,037	0,019	0,011	0,003	
C	Mg+Ce	0,05%	0,041	0,037	0,030	0,027	
		(0,025 Mg+0,025 Ce)	(0,020)(0,021)	(0,017)(0,020)	(0,015)(0,015)	(0,013)(0,014)	Mg-- \neq Ce
D	Mg	0,05%	0,034	0,029	0,025	0,022	
	+Ce	(0,01% de cada uno	(0,008	0,007	0,006	0,005)	Mg
	+La	de los 5	(0,008	0,006	0,005	0,004)	Ce
	+Nd	elementos)	(0,0085	0,006	0,0025	0,001	La
	+Y		(0,005	0,005	0,0065	0,010)	Nd
			(0,005	0,005	0,005	0,002)	Y

11.11.72



* - Los números entre paréntesis representan la cantidad de los elementos individuales.

TABLA II

5	Ensayo	Elemento(s) añadido(s)	Cantidad total añadida	%	de la Cantidad Total Original que Queda en la Masa Fundida			
					1	5	10	15 minutos
	A	Mg solamente	0,05	%	44	26,5	22	16
	B	Ce solamente	0,05	%	74	38	22	6
10	C	Mg + Ce	0,05	%	80	64	60	52
	D	Mg+Ce+La+Nd+Y	0,05	%	69	58	50	44

En cada ensayo A a D tal como se han enumerado en las Tablas anteriores, el baño fundido de hierro colado de bajo contenido de azufre, antes de la etapa de nodularización, estaba constituido por los elementos siguientes dentro de los intervalos que se indican:

	Carbono total	3,4-3,6 por ciento
	Silicio	1,9-2,1 por ciento
20	Manganeso	0,25-0,30 por ciento
	Azufre	0,005-0,012 por ciento
	Fósforo	0,04-0,06 por ciento

En el ensayo A, la adición de magnesio en proporción de 0,05 por ciento en peso referida al hierro se hizo en forma de un ferrosilicio de magnesio comercial, exento

407 636

17 NOV-1972



de cerio, que tenia un contenido de magnesio de
6,17 por ciento. En el ensayo B, se añadió al baño
0,05 por ciento en peso de virutas de cerio metálico
puro. En el ensayo C, las adiciones de magnesio y cerio
5 se efectuaron en forma de una aleación que contenía
3,0 por ciento de magnesio más 3,0 por ciento de cerio,
45 por ciento de silicio, y el resto de hierro. La
adición de nodularización total de 0,05 por ciento
en peso estaba constituida por 0,025 por ciento de
10 magnesio más 0,025 por ciento de cerio. En el ensa-
yo D, la adición de nodularización total ascendió
también a 0,05 por ciento en peso. En este caso, la adi-
ción de nodularización consistió en 0,01 por ciento de
cada uno de los cinco elementos siguientes: magnesio,
15 cerio, lantano, neodimio e itrio. El magnesio y el ce-
rio se añadieron en la forma de una aleación de fe-
rrosilicio que contenía 3% de magnesio y 3% de cerio.
El lantano y el neodimio se añadieron en forma metá-
lica; el neodimio contenía 74% de neodimio y 14% de
20 praseodimio. El itrio se añadió en la forma de un fe-
rrosilicio que contenía 20% de itrio.

Los resultados indicados en las Tablas
I y II se muestran también gráficamente en las figuras
2 y 4, en las que la cantidad de nodularizador que que-
25 da en un baño de hierro colado en estado de fusión para

11.11.72

407636



cada ensayo A a D se representa como función del tiempo, frente a la cantidad de nodularizador añadido originalmente al baño. Se puede ver, en la Figura 2, que los contenidos de magnesio y cerio " se debilitan" con el tiempo a niveles cada vez más bajos y, llegado un cierto momento, dicho contenido es insuficiente para producir una estructura satisfactoria de grafito esferoidal. En la colada centrífuga de tubos en moldes metálicos, los autores de la invención han encontrado que en los hierros colados que tienen contenidos de azufre del orden de 0,004 por ciento a 0,006 por ciento, el intervalo mínimo de contenido de magnesio necesario para asegurar una estructura de grafito en tubos de 15 cm de diámetro en los que aproximadamente el 90% del grafito esté constituido por esferoides bien formados, es de 0,012 a 0,014 por ciento de magnesio. En el caso del cerio, se ha encontrado que el contenido residual requerido es aproximadamente de 0,016%. Así, después de un tiempo de permanencia de 10 minutos, no están presentes magnesio ni cerio, cuando se añaden separadamente como se muestra en las curvas A y B de la Figura 2, en cantidades suficientes en la masa fundida para asegurar la estructura de grafito deseada; es decir, que ambas cantidades están por debajo del "nivel crítico".

407636



En contraste con el comportamiento de magnesio o cerio cuando se añaden individualmente en cantidades de 0,05 por ciento, la adición de cantidades menores (0,025 por ciento) de magnesio y cerio
5 juntamente, o de 0,01 por ciento de cada uno de cinco elementos de nodularización, da como resultado una utilización más efectiva de la adición de nodularización, tanto desde el punto de vista de mayores recuperaciones iniciales como de una vida efectiva más
10 larga. Así, se puede ver por las curvas "C" y "D" que el contenido de nodularización total de los baños es mayor de 0,02 por ciento incluso al cabo de 15 minutos después de la adición.

Los autores de la invención han descubierto adicionalmente que los diversos elementos de nodularización difieren en su poder de nodularización cuando se añaden individualmente a masas fundidas de hierro colado.

En cambio, parece ser que cuando se añaden en combinación, el total combinado de los porcentajes de los elementos de nodularización que quedan en la masa fundida se puede utilizar como estimación de su poder de nodularización en la masa fundida.

25 Como ilustración de este punto, la Ta-

12.11.72

407636



17-000-072

bla I muestra la concentración residual de cinco
elementos de nodularización en una masa fundida
de hierro colado en tiempos de hasta 15 minutos
después que se efectuó la adición de 0,01 por ciento
5 de cada elemento. Se fabricó por colada un tubo de 15
cm de diámetro a partir de esta masa fundida (ensayo
D) 18 minutos después de la adición de los cinco ele-
mentos. Este tubo tenía una estructura aceptable de
grafito nodular, como se muestra en la Figura 3. Como
10 las cantidades residuales de los elementos de nodula-
rización individuales en esta masa fundida son tan
pequeñas, como se muestra en la Tabla I; la estructura
de la Figura 3 únicamente podría haber resultado del
poder de nodularización combinado de todos los elemen-
15 tos de nodularización remanentes en el caldo requerida
para producir una estructura aceptable de grafito en el
tubo es del mismo orden de magnitud que (la cantidad re-
sidual de) magnesio por separado o cerio por separado
(que se requerirían para producir la misma estructura
20 aceptable de grafito, como se ha indicado anteriormen-
te).

Las curvas que se muestran en la Figura
2 se establecieron por adición de uno sólo de los ele-
mentos de nodularización o de combinaciones de los ele-
25 mentos de nodularización a baños de hierro colado en

12.11.72

407 636

17



estado de fusión que contenían los intervalos siguientes de los elementos que se indican en la composición final:

5	Carbono total	3,4-3,6 por ciento
	Silicio	2,7-2,9 por ciento
	Manganeso	0,25-0,30 por ciento
	Azufre	0,004-0,008 por ciento
	Fósforo	0,04-0,06 por ciento

10 El contenido de la Tabla II, que se dedujo de la Tabla I, se muestra gráficamente en la figura 4, en la que se demuestra también la mayor recuperación de los nodularizadores utilizados conforme a la presente invención en comparación con la de la técnica anterior.

15 En ensayos de producción, se efectuaron adiciones de magnesio más cerio a cargas de 6 toneladas de hierro en un caldero de colada. El hierro tenía el análisis siguiente, con anterioridad a las adiciones de magnesio más cerio.

20	Carbono total	3,4-3,6 por ciento
	Silicio	1,9-2,1 por ciento
	Manganeso	0,25-0,30 por ciento
	Azufre	0,005-0,012 por ciento
	Fósforo	0,04-0,06 por ciento

25 Los datos correspondientes a estos ensa-

12.11.72

407636



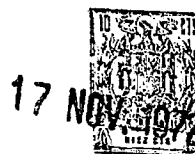
Los resultados de producción se presentan en la Tabla III.

TABLA III

DATOS CORRESPONDIENTES A LOS ENSAYOS DE PRODUCCION

Tiempo desde la Adición del dularizador hasta que se Coló el Tubo	Porcentaje que quedaba en el Tubo	Porcentaje que quedaba en el Tubo	Porcentaje que quedaba en el Tubo	Carga Unitaria de Rotura	Límite Elástico	% de Choque con talla Charpy	% de Choque con talla Charpy	% de Choque con talla Charpy
	Mg	Ce	Mg + Ce	Kg/cm ²	kg/cm ²	to	to	-40°C
9 1/2 minutos .	0,016	0,007	0,023	5.117	3.920	18,5	11,75	7,25
11 "	0,014	0,010	0,024	5.271	4.116	17,5	10,75	5,25
12 1/2 "	0,016	0,010	0,026	5.278	4.088	15,5	9,25	4,25
14 "	0,016	0,010	0,026	5.176	3.983	17,0	8,50	5,0
15 1/2 "	0,019	0,006	0,025	5.159	3.920	14,0	-	-
17 "	0,015	0,007	0,022	5.005	3.773	17,0	10,75	6,5
6 "	0,018	0,015	0,033	-	-	-	-	-
24 1/2 "	0,016	0,007	0,023	5.138	3.941	18,0	12,0	6,5
26 "	0,021	0,008	0,029	5.110	3.920	18,0	11,75	6,75
27 1/2 "	0,015	0,010	0,025	5.110	3.920	18,0	12,25	6,0
29 "	0,014	0,013	0,027					
31 "	0,013	0,011	0,024	5.131	3.892	18,0	11,5	6,5
32 1/2 "	0,015	0,012	0,027					
34 "	0,013	0,010	0,023	5.131	3.906	17,5	11,5	5,5

407636



Las adiciones consistieron en ferrosilicio de magnesio (que contenía 5% de magnesio) más una adición de ferrosilicio de cerio (que contenía 10% de cerio). Las cantidades añadidas fueron 0,025 por ciento de magnesio más 0,025 por ciento de cerio, para una adición total de nodularización de 0,05 por ciento. Los ensayos demostraron que podían producirse por colada tubos que tenían estructuras satisfactorias de grafito esferoidal transcurridos períodos de tiempo tan largos como 34 minutos después del momento en que se efectuaron las adiciones. Los datos ilustrados en la Tabla III se muestran gráficamente en la Figura 5. Las curvas de la Figura 5 indican que se encontró que tubos colados 34 minutos después de la adición de magnesio + cerio contenían 0,013 por ciento de magnesio + 0,010 por ciento de cerio. La característica más notable de estos datos es que ninguno de los elementos está presente en cantidad suficiente para asegurar la producción de estructuras satisfactorias de grafito esferoidal por sí mismo; no obstante, el contenido combinado total de elementos de nodularización (0,023 por ciento) es suficiente para producir la estructura de grafito deseada. Esto es ilustrativo también de la eficiencia y de la vida efectiva más larga obtenida por pequeñas adiciones de elementos de nodularización, ya

407 636

17



que el contenido residual de magnesio + cerio (0,023 por ciento) representa una recuperación del 46% de la adición de nodularización total original 34 minutos después de haberse efectuado la adición. Se incluyen
5 también en la Tabla III los resultados de ensayos mecánicos que son indicativos de las estructuras obtenidas en los tubos. Estos tubos satisfacen las exigencias rigurosas de las especificaciones comerciales para resistencia al choque con entalla, así como las
10 propiedades de tracción.

Se llevó a cabo otra serie de ensayos en condiciones de producción para determinar si los resultados obtenidos por la adición combinada de dos aleaciones separadas (ferrosilicio de magnesio más
15 ferrosilicio de cerio) podrían obtenerse o no por la adición de una sola aleación que contuviese juntamente magnesio y cerio. En estos ensayos, se trataron cargas de 6 toneladas de hierro colado con adiciones de una aleación que contenía 2,5 por ciento de magnesio más
20 2,4 por ciento de cerio. En uno de los ensayos se efectuó una adición de 0,83 por ciento en peso de esta aleación. Esto era equivalente a una adición de 0,021 por ciento de magnesio más 0,020 por ciento de cerio, para una adición de nodularización total de
25 0,041 por ciento. En este ensayo, un tubo de 20 cm

12.11.72

407636



de diámetro, colado 31 minutos después de un tratamiento de nodularización, contenía 0,011 por ciento de magnesio más 0,012 por ciento de cerio para un total de 0,023 por ciento (magnesio + cerio); siendo
5 el peso total de los elementos de nodularización en el baño fundido de hierro colado de aproximadamente 0,03 a 0,12 por ciento del peso del baño. Esto representa una recuperación del 56% de la cantidad original, y demuestra que las altas recuperaciones y la vida
10 efectiva más larga de los elementos de nodularización se pueden obtener por la adición simultánea de aleaciones separadas, cada una de las cuales contiene un nodularizador, o por la adición de una sola aleación que contenga más de un nodularizador. En estas pruebas
15 industriales utilizando la aleación que contenía 2,5 por ciento de magnesio + 2,4 por ciento de cerio, se eliminaron virtualmente el fulgor y el desprendimiento de humo asociado generalmente con la adición de aleaciones que contienen magnesio.

20 De lo que antecede, se deduce evidentemente que la adición de una aleación o mezcla de aleaciones que contengan no más de 3% de cada uno de dos o más nodularizadores en pequeñas cantidades asegurará que esté presente una cantidad suficiente de nodulari-
25 zador o nodularizadores por espacio de un período de

12.11.72

407 636

17



tiempo más largo que cuando se añade la misma cantidad total de un solo nodularizador, y eliminará cualquier reacción violenta que pueda acompañar a la adición. Este fenómeno es totalmente sorprendente, y
5 no se comprende plenamente.

En experimentos en los que se utilizó esta aleación de 2,5 por ciento de magnesio + 2,4 por ciento de cerio para la fabricación de piezas coladas en arena, se encontró que podían producirse
10 estructuras de grafito aceptables con adiciones de elementos de nodularización que eran 20% menores que las requeridas con un ferrosilicio convencional con 5% de magnesio. Con esta reducción, se requiere una menor adición de aleación, y esto reduce, a su vez,
15 la cantidad de escoria formada.

Aunque se ha descrito la realización de la presente invención, se entenderá que se intenta cubrir todos los cambios y modificaciones de la invención seleccionados aquí a fines de ilustración, que
20 no constituyan desviaciones del espíritu y alcance de la invención.

La presente solicitud, que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 15 de Octubre de 1971 bajo el N° 189.670, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre
25

12.11.72

407 636

17



Propiedad Industrial.

REIVINDICACIONES

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 siguientes:

1.- Un procedimiento para fabricar piezas coladas de hierro dúctil que comprende las etapas siguientes: a. formar un baño fundido de hierro colado, b. añadir al baño al menos dos elementos de nodularización, cada uno de ellos en una cantidad comprendida entre aproximadamente 0,01% y 0,03% en peso referida al baño, siendo la cantidad total de agentes de nodularización añadida suficiente para producir grafito esferoidal, c. verter las piezas coladas de dicho baño, y d. dejar que solidifiquen dichas piezas coladas.

2.- Un procedimiento indicado en la reivindicación 1, en el que dichos al menos dos elementos de nodularización se añaden al baño de manera sustan-

12.11.72

- 20 -

407 636

17



cialmente simultánea.

3.- Un procedimiento para fabricar piezas coladas de hierro dúctil que comprende las etapas siguientes: a. formar un baño fundido de hierro colado de bajo contenido en azufre, b. añadir al baño una aleación que comprende al menos dos elementos de nodularización seleccionados del grupo constituido por magnesio, cerio, itrio, lantano, neodimio y praseodimio, siendo el peso total de dichos al menos dos elementos de nodularización de 0,03 a 0,12% referido al peso de dicho baño, y siendo la cantidad de cada uno de dichos al menos dos elementos de nodularización por separado menor que la requerida para producir grafito esferoidal, c. verter las piezas coladas de dicho baño, y d. dejar que solidifiquen dichas piezas coladas.

4.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dicha aleación comprende hasta 3% en peso de cada uno de dichos al menos dos elementos de nodularización.

5.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que uno de dichos al menos dos elementos de nodularización es magnesio en una cantidad de hasta 3% en peso, y los elementos de nodularización restantes de dichos al menos dos elementos de nodularización incluyen hasta 3% en peso de cada uno de dichos elementos de nodularización restantes.

12.11.72

- 21 -

407 636



5 6.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que dichos al menos dos elementos de nodularización están constituidos por magnesio y cerio, estando presentes cada uno de dichos magnesio y cerio en cantidades de hasta 3% en peso de dicha aleación.

10 7.- Un procedimiento para fabricar piezas coladas de hierro dúctil que comprende las etapas siguientes: a. formar un baño fundido de hierro colado de bajo contenido en azufre, b. añadir a dicho baño una mezcla de aleaciones, comprendiendo cada una de las aleaciones de dicha mezcla al menos un elemento de nodularización seleccionado de un grupo constituido por magnesio, cerio, itrio, lantano, neodimio y praseodimio, siendo el peso total de elementos de nodularización en dicha mezcla de 0,03 a 0,12% referido al peso de dicho baño, estando cada elemento de nodularización comprendido en dicha mezcla, y siendo la cantidad de cada elemento de nodularización por separado menor que la requerida para producir grafito esferoidal, c. verter las piezas coladas de dicho baño, y d. dejar que solidifiquen dichas piezas coladas.

15

20

25 8.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que los elementos de nodularización en dicha mezcla de aleaciones constituyen hasta

12.11.72

407636

13



6% en peso de dicha mezcla de aleaciones.

9.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha mezcla está constituida por una primera aleación y una segunda
5 aleación, comprendiendo dicha primera aleación solamente un nodularizador, comprendiendo dicha segunda aleación al menos un nodularizador, comprendiendo dicha primera aleación magnesio en una cantidad de hasta 3% en peso y comprendiendo dicha segunda aleación hasta 3% en peso de cada uno de los elementos de
10 nodularización restantes.

10.- Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicha mezcla de aleaciones está constituida por una primera aleación
15 que comprende solamente un nodularizador y una segunda aleación que comprende solamente un nodularizador, y dicha primera aleación contiene hasta 3% en peso de magnesio referido a dicha primera aleación, y dicha segunda aleación contiene hasta 3% en peso
20 de cerio referido a dicha segunda aleación.

11.- Un procedimiento para fabricar piezas coladas de hierro dúctil.

6.7.73

- 23 -

407 636

73



Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de veinticuatro hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 13 JUL. 1973

P. A.

Alfonso de Sotomayor
Por Poder

6.7.73

- 24 -

BPD/



407 636

17 NOV 1953

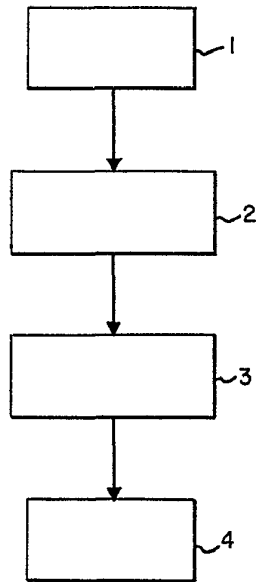
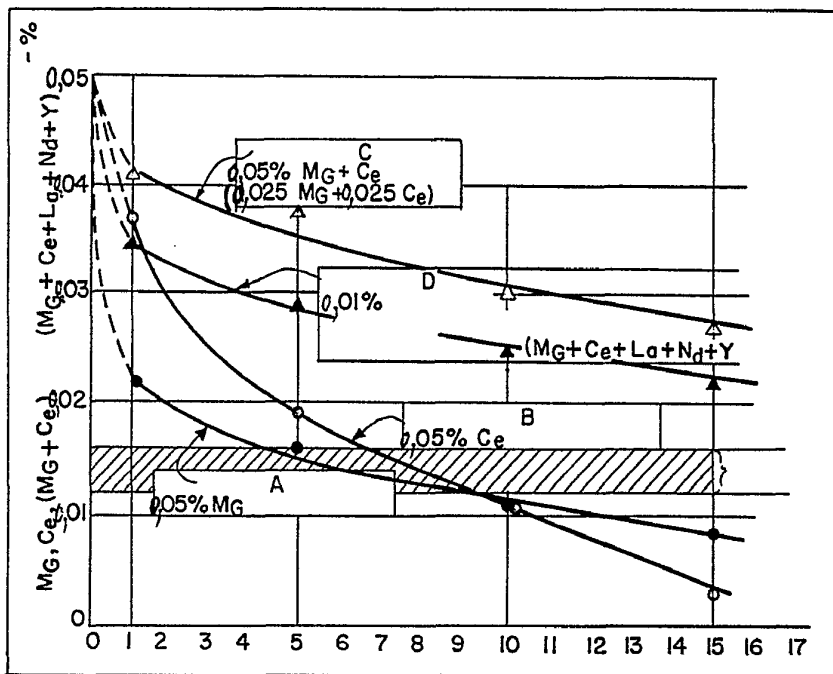


FIG. 1.

FIG. 2.



Alberto de Elzaburu
Per Poder

52317

407636

17 NOV



FIG. 3.

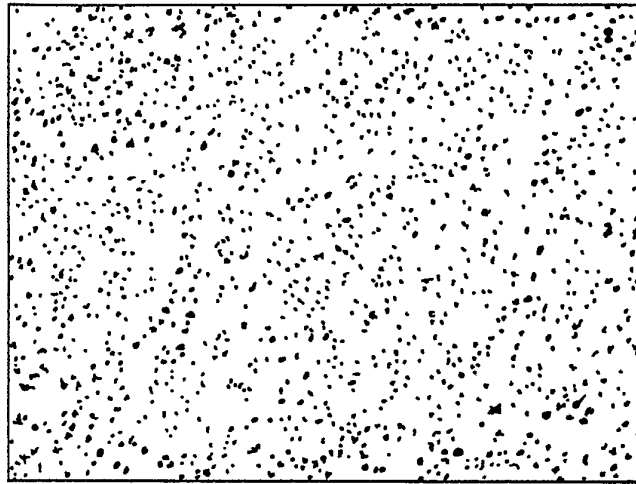
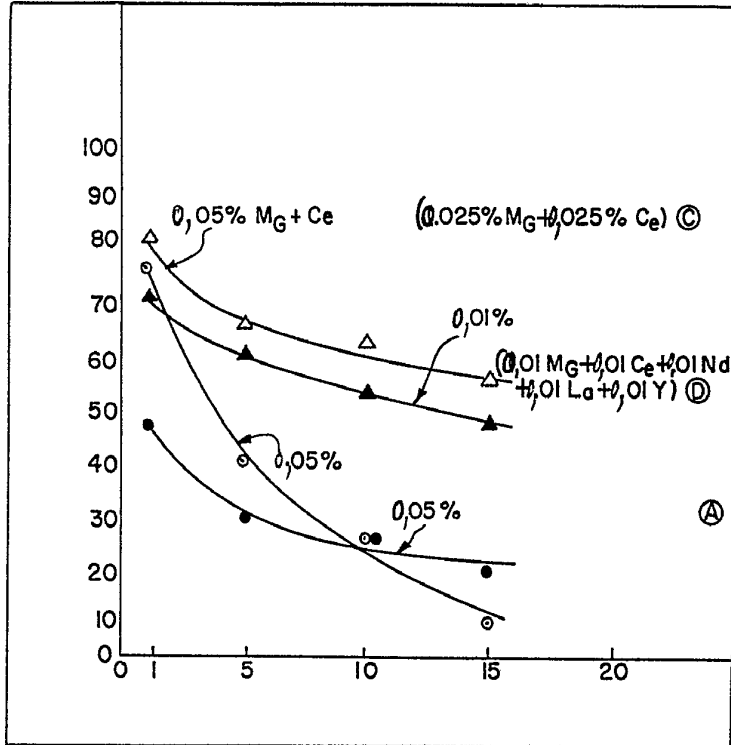


FIG. 4.



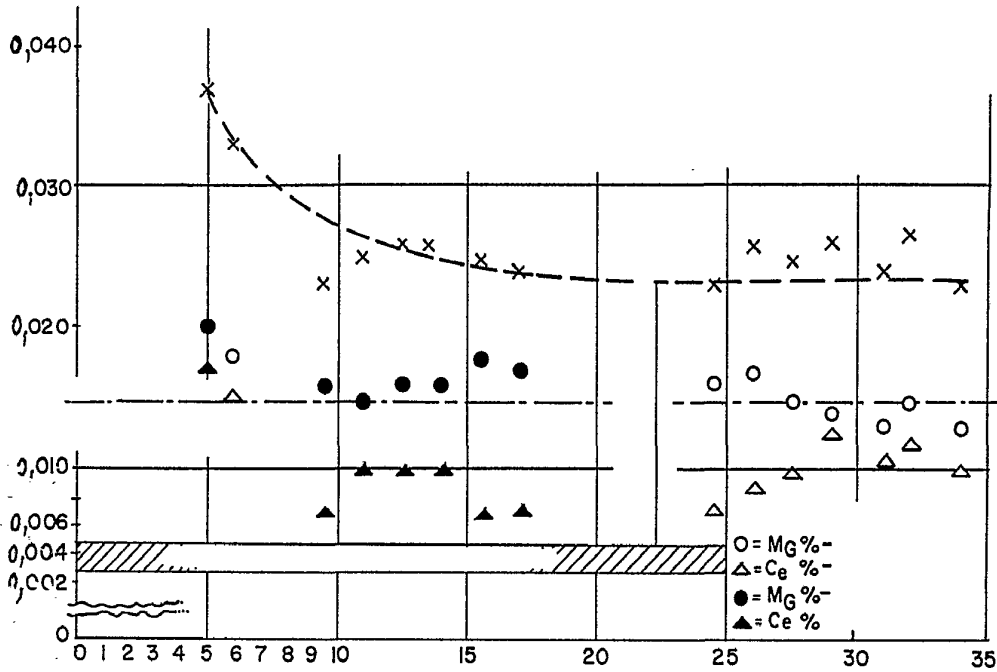
Alberto de Lizasoain
Per Poder

407 636

17



FIG. 5.



Alberto de Elizaburu
Per Poder