

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 934**

21 Número de solicitud: 201730116

51 Int. Cl.:

**C21C 1/10** (2006.01)

**C22C 33/08** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**01.02.2017**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**17.04.2017**

71 Solicitantes:

**FUNDINORTE, S.L. (100.0%)**

**Bº La Agüera, s/n**

**39409 SAN FELICES DE BUELNA (Cantabria) ES**

72 Inventor/es:

**VELA FERNANDEZ, Jesus y**

**VELA FERNANDEZ, Martin**

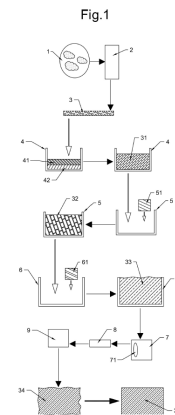
74 Agente/Representante:

**MATO ADROVER, Ángel Luís**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE FUNDICIÓN NODULAR**

57 Resumen:

Procedimiento de obtención de fundición nodular que difiere de una instalación eficiente que difiere de las convencionales de fundición gris dado que requiere de una única tipología de horno, en concreto un horno de fusión eléctrico por inducción, y requiere de una cuchara de tratamiento y de una cuchara de colar con una configuración que evita el contacto del caldo con el oxígeno, y en el que se definen una serie de etapas necesarias en las que el producto se trata desde una carga metálica inicial procedente de material convencional de fundición como la chatarra, lingotes y las ferroaleaciones, en el que en etapas intermedias se añaden al caldo fundido un esferoidizante y tres inoculantes diferentes, y en el que finalmente se obtiene el producto nodular acabado.



ES 2 608 934 A1

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de obtención de fundición nodular.

### OBJETO DE LA INVENCION

- 5 La presente memoria descriptiva detalla un procedimiento de obtención de fundición nodular, para lo cual se parte de una instalación eficiente que difiere de las convencionales de fundición gris dado que se requiere de una única tipología de horno fusor, y en el que en dicho procedimiento se definen una serie de etapas necesarias en las que el producto se trata desde una carga metálica inicial hasta obtener el producto nodular acabado, añadiéndose en etapas intermedias un esferoidizante y tres inoculantes diferentes.
- 10 Teniendo en cuenta este aspecto, el campo de aplicación de la presente invención es el del sector de la metalurgia, y en concreto todos aquellos procesos relacionados con la fundición.

### ANTECEDENTES

- 15 En el sector metalúrgico está en constante progreso y en él se combinan los procedimientos de fundición tradicional con las nuevas técnicas industriales. Entre los múltiples trabajos que se encuentran dentro campo industrial de la fundición se destacan los trabajos de obtención de fundición gris, fundición maleable y de fundición nodular. Por un lado, la fundición gris es un tipo de aleación con el que se obtiene uno de los materiales ferrosos más empleados, el conocido como hierro colado, siendo una de las características distintivas de este producto que el carbono se encuentra en general como grafito, adoptando formas irregulares conocidas como hojuelas. Al
- 20 contrario de la fundición gris, la cual contiene dichas hojuelas de grafito, la fundición nodular tiene una estructura de colada que contiene partículas de grafito en forma de pequeños nódulos esferoidales en una matriz metálica dúctil, de tal modo que con este producto se obtiene una resistencia mucho mayor que en la fundición gris y un considerable grado de ductilidad. Por otro
- 25 lado, la fundición nodular se diferencia de la fundición maleable en que normalmente se obtiene directamente en bruto, además de que los nódulos presentan una forma más esférica que los aglomerados de grafito, más o menos irregulares, que aparecen en la fundición maleable.

- Teniendo en cuenta estos aspectos iniciales, se puede decir que la fundición nodular es un producto que goza de unas excelentes características estructurales y mecánicas, siendo utilizados en aquellos usos requieren de resistencia y tenacidad en combinación con una buena
- 30 maquinabilidad y bajos costos, tiene una densidad menor que el acero, y dispone de un contenido de grafito que proporciona una enorme capacidad de lubricación en engranajes móviles debido a su bajo coeficiente de fricción.

- De esta manera se puede destacar que el proceso de producción de fundición nodular ha estado sujeto a una evolución técnica que ha hecho que los diferentes productos finales hayan ido
- 35 mejorando al igual que incluyendo diferentes elementos o aditivos que han mejorado las características finales del producto.

- A modo de ejemplo se define el documento EP1270747, que sin entrar en las diferentes etapas de su producción, divulga una aleación de fundición nodular en la que se añaden a la carga metálica inicial elementos del grupo IIB de la tabla periódica con lo que se obtiene un producto con una
- 40 mayor deformidad plástica.

- Se destacan también otros documentos que definen procedimientos de fabricación, como por ejemplo el EP1126037, en el que se describe el añadir un único inoculante particularizado diferente al de la presente invención como paso inicial; el documento FR2511044 que añade un inoculante con nombre comercial "spherix" con unas características diferentes a las del presente
- 45 invento; o el documento GB1527054 que define un procedimiento automático en el que se utiliza un único inoculante que se introduce a temperaturas muy elevadas del entorno de 1400°C y en un paso inexistente en la presente invención.

Hay otros tipos de documentos que entran en las características propias de las instalaciones requeridas para llevar a cabo la fundición, como la patente US2855336 que desarrolla un procedimiento basado en el uso de hornos de recocido; o la patente US4252559 que se centra únicamente en mejoras en un equipo fundidor para un proceso general y en el añadir agentes cementantes a los caldos que hacen que el nuevo equipo fundidor sea más eficiente.

Y por último cabe destacarse el documento EP2341154 que define un proceso de obtención de fundición nodular por medio de una instalación convencional de fundición gris. Este hecho de utilizar una instalación de fundición gris, algo que aparece en algunas de los anteriores registros también, hace que desde un punto de vista operativo pueda ser suficiente en una etapa de pruebas, pero es claramente ineficaz para la producción de fundición nodular de forma industrial, llevando al proceso a un camino no viable económicamente, requiriendo por ejemplo de diferentes hornos y trasvases entre ellos, y se puede decir del mismo modo que esta instalación de fundición gris sería inadecuada para la fundición de otros elementos como pudieran ser el acero, oro, bronce o plomo. Volviendo al documento EP2341154, otro aspecto a destacar es que no es económicamente factible realizar de forma simultánea fundición gris y nodular partiendo del mismo caldo, tal como se define en dicho registro, dado que la materia prima para la fabricación de fundición nodular es de mayor calidad y notablemente más cara, con lo que esto encarecería todo el proceso de fundición, y si se optara por utilizar materia prima adecuada para la fundición gris entre otras cosas se haría necesario disponer de una estación de desulfuración.

Teniendo en cuenta los antecedentes existentes en el sector relacionados con la presente invención, y sobre todo teniendo en cuenta el último antecedente señalado, surge la necesidad de desarrollar un nuevo proceso para la obtención de fundición nodular que sea eficiente, para lo cual se requiere de modificaciones en las instalaciones convencionales de fundición gris, y principalmente es necesario centrarse en desarrollar unas etapas nuevas en las que se añaden e incluyen una pluralidad de agentes particularizados para el correcto desarrollo del proceso.

Es por todo ello que se considera que la presente invención constituye una solución innovadora que se diferencia de las metodologías y procesos existentes en el estado de la técnica.

## **DESCRIPCIÓN DE LA INVECCIÓN**

En la presente memoria se detalla un procedimiento de obtención de fundición nodular, para lo cual se parte de una instalación particular diferenciada de las instalaciones convencionales de fundición gris.

La instalación requerida requiere de una única tipología de horno fusor, por tanto no se requiere de hornos de mantenimiento ajenos al horno fusor y no se requiere de las cucharas y etapas de trasvase entre ambos, al igual que la nueva instalación requiere de una cuchara de tratamiento y de una cuchara de colar con unas particularidades que se basan principalmente en evitar el contacto del caldo con el oxígeno, dado que el convencional contacto del caldo con el oxígeno deteriora rápidamente las características del caldo. Finalmente, las coquillas de colada tienen una particular geometría, principalmente en la zona de mazarotas, dado que se requiere de un correcto comportamiento de la mezcla en la solidificación.

Teniendo este aspecto inicial de la particularidad de las instalaciones necesarias, el procedimiento parte de la recepción de materias convencionales para la fundición y la alimentación del horno fusor de la carga de material convencional cuyo contenido de equivalente de carbono está en el orden del 3.8 a 5.2, siendo el horno fusor un horno de fusión eléctrico por inducción.

La carga convencional introducida en dicho horno es tratada en una cuchara de tratamiento, en la cual se añade esferoidizante y un inoculante de manera previa a la introducción del caldo fundido a tratar. El proceso concreto es que en el fondo de la cuchara de tratamiento se vierte el inoculante y el esferoidizante, y encima de ellos se vierte el caldo. El esferoidizante se añade en

una relación del 0,5 a 1,5% de la carga a tratar, mientras que el inoculante se añade en un relación del 0,1 a 0,15% del peso de la carga.

5 El esferoidizante, cuya función es la de transferir su contenido de magnesio al hierro que dispone la carga fundida para facilitar en la fase de solidificación la formación de carbono grafitico en forma esferoidal, es del tipo FeSiMg con una composición preferente dentro de unos rangos comprendidos entre, 42-46% de Si; 1,7-2,2% de Ca; 0,6-0,9% de Al; 5-8% de Mg; 0,5-1% de TR; y el % restante Fe, como en los siguientes componentes que se definirán posteriormente.

10 Por otro lado, el inoculante inicial, cuya función principal como inoculante es la de incrementar la cantidad de celdas eutécticas en las fases previas a la solidificación, tiene una composición del 60-67% de Si; 7-11% de Ba; 0,8-1,7% de Al; y 0,4-1,7% de Ca.

Una vez mezclado el caldo con estos dos agentes, se deja actuar la mezcla, obteniéndose un material fundido con una composición de 3,8-4,15% de C; 2,55-2,85% de Si; 0,001 a 0,2 % de Mn; 0,001 a 0,025% de S; y 0,001-0,1% de P.

15 El siguiente paso es que este material fundido se vierte de la cuchara de tratamiento directamente a una cuchara de colar, y en el momento del vertido se añade un segundo inoculante en vena, es decir, en el chorro de caldo que va de una cuchara a la otra, y que también se añade en un relación del 0,1 a 0,15% del peso de la carga fundida. Este segundo inoculante, con función análoga al anterior, tiene una composición del 68-75% de Si; 1,2-2% de Ca; 0,7-1,5% de Al; 0,3-0,8% de Bi; 0,1-0,6% de Ba; y 0,1-0,5% de TR o comúnmente denominadas como tierras raras.

20 Previo al colado en los moldes, en el momento del trasvase de la cuchara de colar al molde se vierte en vena un tercer inoculante, también en una relación del 0,1 al 0,15% del peso de la carga fundida. Este tercer y último inoculante tiene una composición del 62-69% de Si; 0,5-1,5% de Ca; y 3,2-4,5% de Al.

25 Durante la adición de este último inoculante, el caldo fundido resultante se cuela en los moldes, y como en cualquier tratamiento siderúrgico, una vez solidifican dicho producto se separa del molde o desmoldea, posteriormente se procede a la rotura de mazarotas y el tratamiento en tromel, un desmazarotado manual, seguido de un tratamiento térmico para alcanzar las características mecánicas de resistencia, dureza y tenacidad, tras el cual se obtienen las piezas en estado bruto, debiendo limpiarlas, eliminar posibles rebabas, clasificarlas y realizar las operaciones oportunas de acabado.

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña como parte integrante de la misma un dibujo, en el que con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

35 La Figura 1 es una representación que muestra esquemáticamente las diferentes etapas necesarias en el procedimiento de obtención de fundición nodular que se define en la presente invención.

### **Descripción de una realización preferente**

Cara a realizar la descripción de una realización preferente del presente invento se tiene en cuenta la Figura 1 que muestra esquemáticamente las diferentes etapas necesarias:

- 40 a) La etapa inicial consiste en la recepción de los materias convencionales (1) para la fundición, como puedan ser por ejemplo lingotes, ferroaleaciones, chatarras, retornos o piezas de hierros, y la alimentación del horno fusor (2) con dicho material, en el que el contenido de equivalente de carbono está en el orden del 3.8 a 5.2, obteniéndose un caldo (3) de material fundido inicial; teniendo en cuenta que el horno fusor (2) es un horno de fusión eléctrico por inducción.
- 45

b) Vertido del caldo (3) en una cuchara de tratamiento (4), en el que en el fondo de la cuchara se dispone previamente de un inoculante (41) y un esferoidizante (42), es decir, el caldo se vierte sobre estos dos agentes, en el que la relación con respecto a la carga del caldo vertido de inoculante (41) es del 0,15% y de esferoidizante (42) del 1%. A su vez, el inoculante (41) tiene una composición del 65% de Si; 9% de Ba; 1,5% de Al; y 1% de Ca; mientras que el esferoidizante (42) es del tipo FeSiMg con una composición de 44% de Si; 2% de Ca; 0,75% de Al; 6,5% de Mg; 0,9% de TR.

Como resultado se obtiene un caldo tratado (31) con una composición del entorno de 3,8-4,15% de C; 2,55-2,85% de Si; 0,001 a 0,2 % de Mn; 0,001 a 0,025% de S; y 0,001-0,1% de P.

c) Vertido del caldo tratado (31) de la cuchara de tratamiento (4) a una cuchara de colar (5), añadiéndose un segundo inoculante (51) en vena, en una relación del 0,15% del peso de la carga fundida; teniendo este segundo inoculante (51) tiene una composición del 70% de Si; 2% de Ca; 1,25% de Al; 0,6% de Bi; 0,5% de Ba; y 0,4 de TR o comúnmente denominadas como tierras raras, generándose tras esta mezcla un caldo intermedio (32) fundido;

d) Vertido del caldo intermedio (32) fundido al mole (6) añadiéndose un tercer inoculante (61) en vena, en una relación del 0,15% del peso de la carga fundida; teniendo este tercer inoculante (61) una composición 66% de Si; 1% de Ca; y 4% de Al; y generándose tras esta mezcla un producto final (33) fundido;

e) una vez se solidifica dicho producto final (33), se separa del molde o desmoldea;

f) seguidamente se procede a la rotura de mazarotas (7) y el tratamiento en tromel (71);

g) un desmazarotado manual (8);

h) seguido de un tratamiento térmico (9); y finalmente

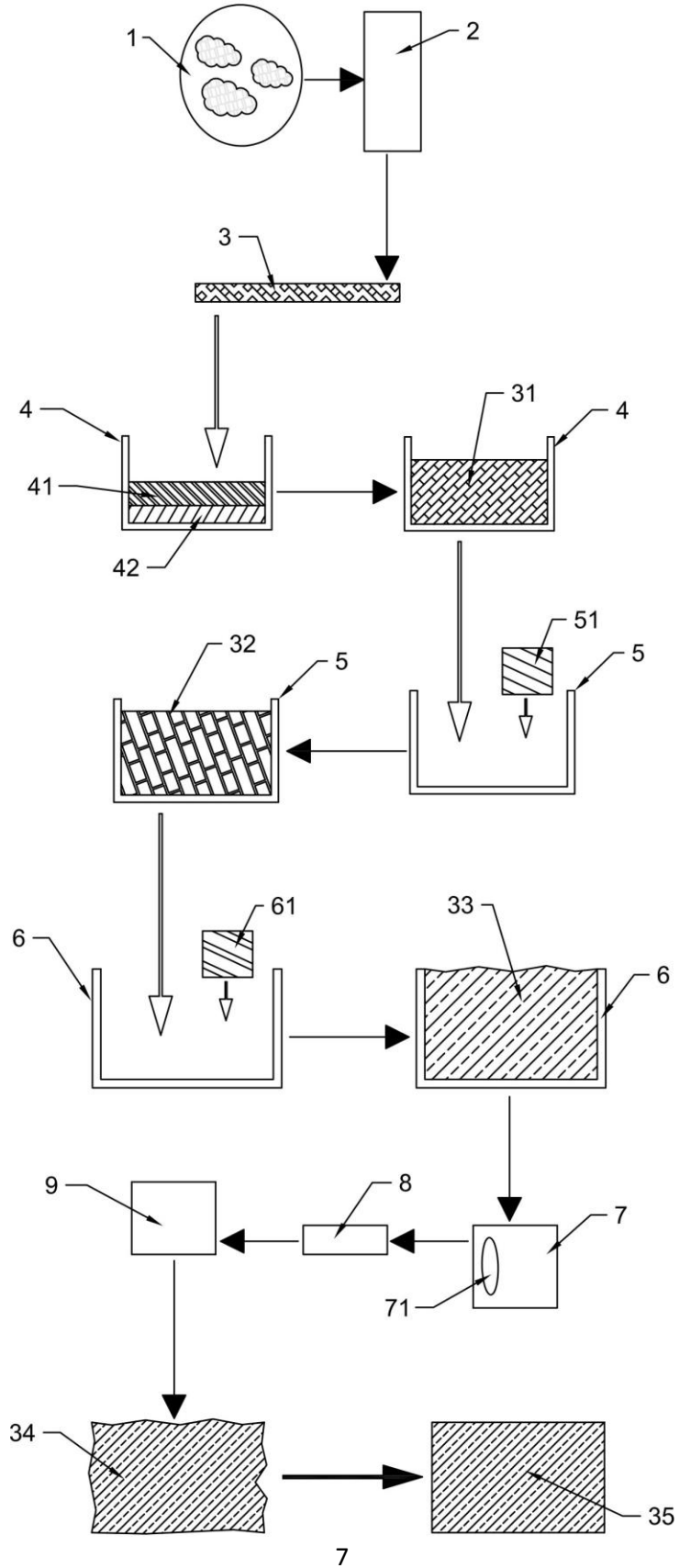
i) se obtienen las piezas en estado bruto (34), debiendo limpiarlas, eliminar posibles rebabas, clasificarlas y realizar las operaciones oportunas para la obtención del material fundido nodular acabado (35).

Descrita suficientemente en lo que precede la naturaleza del invento, los términos que se han redactado en esta memoria descriptiva deben ser tomados en sentido amplio y no limitativo, así como la descripción del modo de llevarlo a la práctica, y se debe tener en cuenta que la esencia del referido invento es lo que a continuación se especifica en las siguientes reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento de obtención de fundición nodular, en el que se requiere de una instalación con un horno fusor (2) del tipo eléctrico por inducción, con una cuchara de tratamiento (4) y con una cuchara de colar (5) con una configuración que evita el contacto del caldo con el oxígeno; y en el que partiendo de materias primas convencionales de fundición el procedimiento se caracteriza porque se compone de las siguientes etapas:
- 5 a) recepción de los materias convencionales (1) para la fundición y alimentación del horno fusor (2) con dichos materiales, obteniéndose un caldo (3) de material fundido inicial;
- 10 b) vertido del caldo (3) inicial en una cuchara de tratamiento (4), en el que en el fondo de la cuchara se dispone previamente de un inoculante inicial (41) y un esferoidizante (42), con una relación respecto a la carga del caldo vertido de inoculante (41) de 0,1 a 0,15% y de esferoidizante (42) de 0,5 a 1,5%; obteniéndose un caldo (31) tratado con una composición de 3,8-4,15% de C; 2,55-2,85% de Si; 0,001 a 0,2 % de Mn; 0,001 a 0,025% de S; y 0,001-0,1% de P;
- 15 c) vertido del caldo (31) de la cuchara de tratamiento (4) a una cuchara de colar (5) añadiéndose un segundo inoculante (51) en vena, en una relación del 0,1 a 0,15% del peso de la carga fundida; generándose tras esta mezcla un caldo intermedio (32) fundido;
- 20 d) Vertido del caldo intermedio (32) fundido al mole (6) añadiéndose un tercer inoculante (61) en vena, en una relación del 0,1 a 0,15% del peso de la carga fundida; generándose tras esta mezcla un producto final (33) fundido;
- e) desmoldeo de dicho producto final (33) una vez se solidifica;
- f) rotura de mazarotas (7) y un tratamiento en tromel (71);
- g) desmazarotado manual (8);
- h) seguido de un tratamiento térmico (9); y finalmente
- 25 i) se obtienen las piezas en estado bruto (34), debiendo limpiarlas eliminando posibles rebabas y realizando las operaciones de obtención del material fundido nodular acabado (35).
- 2.- Procedimiento de obtención de fundición nodular, según las características de la reivindicación 1, que se caracteriza porque el inoculante inicial (41) tiene una composición del 60-67% de Si; 7-11% de Ba; 0,8-1,7% de Al; y 0,4-1,7% de Ca.
- 30 3.- Procedimiento de obtención de fundición nodular, según las características de la reivindicación 1, que se caracteriza porque el esferoidizante (42) es del tipo FeSiMg con una composición de 42-46% de Si; 1,7-2,2% de Ca; 0,6-0,9% de Al; 5-8% de Mg; y 0,5-1% de TR.
- 4.- Procedimiento de obtención de fundición nodular, según las características de la reivindicación 1, que se caracteriza porque el segundo inoculante (51) tiene una composición del 68-75% de Si; 1,2-2% de Ca; 0,7-1,5% de Al; 0,3-0,8% de Bi; 0,1-0,6% de Ba; y 0,1-0,5% de TR.
- 35 5.- Procedimiento de obtención de fundición nodular, según las características de la reivindicación 1, que se caracteriza porque el tercer inoculante (51) tiene una composición del 62-69% de Si; 0,5-1,5% de Ca; y 3,2-4,5% de Al.

Fig.1





- ②1 N.º solicitud: 201730116  
 ②2 Fecha de presentación de la solicitud: 01.02.2017  
 ③2 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤1 Int. Cl.: **C21C1/10** (2006.01)  
**C22C33/08** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤6 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 2006068487 A1 (ELKEM MATERIALS et al.) 29/06/2006, página 3, línea 20 - página 4, línea 9; página 6, línea 21 - página 7, línea 29.	1-5
A	CN 103934422 A (DAFENG FENGTENG FOUNDRY MACHINERY CO LTD) 23/07/2014, (resumen) Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE [en línea] [recuperado el 22.03.2017]	1-5
A	CN 103556040 A (QINGDAO LIANGLI PREC CASTING CO LTD) 05/02/2014, (resumen) Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE [en línea] [recuperado el 22.03.2017]	1-5
A	CN 104164607 A (CSR QISHUYAN INST CO LTD) 26/11/2014, (resumen) Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE [en línea] [recuperado el 22.03.2017]	1-5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
 Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
 A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
 P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
 E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
28.03.2017

Examinador  
B. Aragón Urueña

Página  
1/4



Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C21C, C22C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 28.03.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-5	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-5	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2006068487 A1 (ELKEM MATERIALS et al.)	29.06.2006
D02	CN 103934422 A (DAFENG FENGTENG FOUNDRY MACHINERY CO LTD)	23.07.2014

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 es el documento del estado de la técnica más próximo al objeto de la invención.

El documento D01 divulga un procedimiento de obtención de una fundición de acero mediante el control de los inoculantes añadidos para obtener la microestructura deseada. Uno de los procedimientos realizados se basa en la fundición de los materiales, a continuación, vertido del caldo en una cuchara de tratamiento en la que se dispone de un esferoidizante y posterior vertido del caldo de la cuchara de tratamiento a una cuchara de colar. Finalmente tiene lugar el vertido del caldo fundido al molde añadiéndose un inoculante (ver figura 2).

El documento D02 divulga un procedimiento de obtención de fundición nodular basado en una primera etapa de fundición en un horno eléctrico de los materiales de partida, en la adición de un esferoidizante y doble adición de inoculante (ver resumen)

Una vez analizados los documentos D01 y D02 se considera que, pese a existir en ellos características técnicas comunes con la invención objeto de la reivindicación 1, no parece existir ninguna indicación en el documento D02 que hubiera podido conducir al experto en la materia a combinarlo para modificar lo descrito en D01 y así llegar a la invención objeto de la reivindicación 1. En conclusión, se considera que la reivindicación 1 es nueva y tiene actividad inventiva. Las reivindicaciones 2-5 dependen de forma directa de la reivindicación 1, que cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva. Por lo tanto, las reivindicaciones 2-5 cumplen a su vez dichos requisitos (art 6.1 y 8 de la Ley 11/1986)