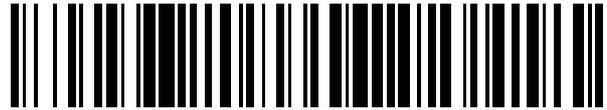


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 435**

51 Int. Cl.:

C21C 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.01.2010 E 10382002 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.02.2015 EP 2341154**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de fundición nodular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.06.2015

73 Titular/es:

FERNÁNDEZ TERÁN, PEDRO (100.0%)
Brasil, 66
08400 Granollers, Barcelona, ES

72 Inventor/es:

FERNÁNDEZ TERÁN, PEDRO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 537 435 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de fabricación de fundición nodular

Campo técnico de la invención

5 La invención parte del empleo de una instalación de fundición en coquilla metálica, con tratamiento térmico posterior de recocido, que produce fundición gris de grafito laminar ferrítica.

El objeto de la presente invención es un procedimiento que permite obtener fundición gris nodular ferrítico-perlítica en estado bruto de colada en coquilla metálica (sin tratamiento térmico) en una y la misma instalación de fundición que produce fundición gris de grafito laminar ferrítica.

10 En una variante de realización se prevé la obtención en paralelo de fundición gris de grafito laminar y fundición gris nodular en coquilla metálica, partiendo de una carga común en el horno fusor.

Antecedentes de la invención

15 Normalmente, las fundidoras son especialistas en fundición del tipo grafito laminar, o bien del tipo nodular. De esta manera, cuando por circunstancias, se les requiere producir las dos calidades de fundición es necesario separar tanto los materiales, así como los elementos de colada y de trasvase de material, entre otras modificaciones de la fundidora.

20 Desde otro punto de vista, por los riesgos de contaminación de unos materiales con los otros, es necesario realizar la fundición de un tipo de material antes que el otro y que los retornos (bebederos, mazarotas, piezas defectuosas, etc.) no se mezclen con el otro tipo de material, en palabras concretas, no es posible fundir los dos tipos de materiales a la vez o simultáneamente. Como consecuencia de todo ello, los parques de materia prima son extensos y requieren llevar controles muy rigurosos.

La patente de EE. UU. 2 855 336 da a conocer un procedimiento de obtención de un tubo de centrifugación en moldes de acero de fundición blanca (cementita), por lo tanto el tubo debería tratarse en un horno de recocido a fin de producir una estructura nodular en el producto.

25 La patente de EE. UU. 4 252 559 da a conocer el uso de un horno de arco eléctrico a fin de obtener una fundición base. El contenido de carbono de la fundición se puede llevar hasta el valor deseado añadiendo agentes cementantes en el horno. En este sentido, es importante mencionar que el objetivo principal de la fundidora es obtener productos de fundición; este documento de la técnica anterior solo realiza mejoras en solo un equipo de la fundidora. No se da a conocer el problema de la producción de ambas calidades de fundición usando los mismos equipos de una fundidora.

30 La patente de GB 1 527 054 da a conocer un sistema de tratamiento automático en el que la inoculación se lleva a cabo con Fe-Si-Mg e inoculantes en el material fundido a fin de obtener una fundición nodular, la inoculación se lleva a cabo a temperaturas de 1380 °C a 1430 °C. La etapa de inoculación se realiza durante el vertido y no por la adición de inoculantes en la cuchara.

35 El procedimiento de fundición nodular actualmente más común y utilizado, es el denominado *disamatic*®, en el que se usan moldes de arena en verde sin cajas metálicas, y el moldeado se lleva a cabo a alta presión. Hay otros como los de moldeo con fraguado químico, pero para la industria de la automoción y más concretamente para fabricar diversos componentes de los sistemas de freno de vehículos, se emplea preferentemente el sistema *disamatic*®.

40 Este procedimiento de fundición nodular produce piezas de muy buena calidad para muchos sectores de la industria en general y particularmente para el sector de automoción, por ejemplo, la fundición nodular permite obtener piezas para frenos de disco (actuadores) cuyos componentes son pinzas y horquillas. Asimismo, las piezas de frenos como los mandos (cilindros maestros, cilindros de rueda, compensadores y mandos de embrague) siempre se han fundido en coquilla metálica principalmente.

45 Las piezas de fundición para los sistemas de frenado y, por tanto, de seguridad necesitan tener una serie de características que deben cumplir para dar las garantías que exigen los fabricantes de automóviles y que van desde el servicio, calidad y precio hasta la rapidez en el desarrollo de nuevos productos a los menores costos. Evidentemente, los fabricantes de frenos exigen lo mismo a las fundidoras que fabrican estas piezas.

50 Las principales características en las piezas que los fabricantes de frenos exigen a las fundidoras, además de las características mecánicas, como resistencia a la tracción, límite elástico, alargamiento, dureza, resiliencia y tipo de estructura, son: las piezas deben ser de fácil mecanización, tener un buen acabado superficial de mecanizado, menor desgaste de las herramientas al mecanizar, el material deber ser muy compacto y tener muy buena

estanqueidad, estabilidad dimensional antes y después del mecanizado, las piezas deben tener una alta capacidad de evacuación térmica, y el material a mecanizar deber ser la cantidad mínima debido a tolerancias reducidas.

5 Por lo que respecta al procedimiento de fundición, los fabricantes de frenos requieren: que tenga una buena calidad interna controlando el procedimiento por variables, que tenga una alta productividad, sin stocks intermedios, que el lead time sea el menor posible, que los costos sean muy competitivos y que el lanzamiento de nuevos productos sea muy rápido.

10 Las fundidoras especializadas en producir fundición gris de grafito laminar en coquilla metálica ven cada vez más limitado su campo en sectores industriales como el de automoción y eólico, donde se requieren piezas de ambas calidades es decir, de calidad de fundición gris de grafito laminar y de fundición gris nodular. Es por ello que el titular de la presente solicitud, conocedor del problema y con una amplia experiencia en el campo de la fundición, aplica el conocimiento, la investigación y la innovación para desarrollar un procedimiento que permite utilizar sin necesidad de cambios estructurales, ampliaciones y/o adaptaciones, una instalación convencional de fundición gris de grafito laminar en coquilla metálica para obtener también fundición gris nodular e incluso ambas calidades en paralelo.

15 Una instalación de fundición gris de grafito laminar en coquilla metálica cuenta, al menos, con un horno fusor, y su correspondiente cargador; al menos un horno de mantenimiento; una cuchara de trasvase para trasvasar la carga fundida del horno fusor al horno de mantenimiento; una cuchara de distribución para alimentar la cuchara de colada; un carrusel con una pluralidad de moldes metálicos (coquillas) en los que se cuele el caldo; cintas de alimentación y de clasificación y un horno de tratamiento térmico de recocado.

20 El procedimiento de producción de fundición gris de grafito laminar en coquilla metálica, cuando solamente se produce este tipo de calidad, es el siguiente:

Un cargador alimenta la carga, metálica y no metálica al horno fusor y cuando el metal está fundido, con un contenido de carbón equivalente de 4,40 a 4,60 %, se trasvasa, mediante la cuchara de trasvase, al horno de mantenimiento.

25 En el horno de mantenimiento se afina la composición y la temperatura. Del horno de mantenimiento se pasa la carga fundida a la cuchara de distribución y de esta a la cuchara de colada.

La cuchara de colada cuele la fundición en los moldes y cuando las piezas de han solidificado se desmoldean.

Las piezas desmoldeadas se transportan al horno de tratamiento térmico y de este a las diferentes fases del procedimiento de clasificación, control unitario y acabado.

Objeto de la invención

30 La invención que constituye el objeto de la presente solicitud se basa en una instalación convencional, como la descrita anteriormente.

Descripción de la invención

El procedimiento objeto de la presente solicitud, es decir, el procedimiento para obtener fundición gris nodular en estado bruto de colada en coquilla metálica, comprende las siguientes etapas:

35 Alimentar el horno fusor con una carga metálica y no metálica, para obtener un contenido de carbono equivalente de 4,70 a 4,90 y trasvasar, mediante la cuchara de trasvase, la carga al horno de mantenimiento.

40 En el horno de mantenimiento, la base de metal está completamente afinada en cuanto a composición y temperatura. Cuando el metal base está correcto, se trata con Fe-Si-Mg e inoculante en la propia cuchara de distribución y después se añade una cantidad adicional de inoculante en el chorro de colada en la cuchara de colada.

El Fe-Si-Mg es el nodulizante y se añade del 7 a 10 % en peso de la carga a tratar. El inoculante que se añade junto con el Fe-Si-Mg es para disminuir la formación de carburos metálicos (cementita) de este y aumentar el poder de nucleación (nodularización) en el momento del tratamiento. La cantidad de inoculante que se añade en la cuchara de distribución es de 0,15 a 0,22 % del peso de la carga.

45 El inoculante que se añade en el chorro de colada en la cuchara de colada es para reforzar la no precipitación de cementita debido a la rápida solidificación del metal en la coquilla. Esta adición de inoculante en el chorro de colada, en la cuchara de colada, es del 0,07 al 0,15 %.

De la cuchara de colada se cuela a los moldes metálicos y cuando las piezas han solidificado se desmoldean y pasan a contenedores para, cuando estén frías, limpiarlas, clasificarlas, efectuar los controles unitarios y realizar las operaciones de acabado.

5 En algunos casos, las piezas con características muy especiales se pasan por el horno de tratamiento térmico (ferritización) para mejorar sus valores de resistencia y alargamiento. Además, el tratamiento térmico posterior da una característica muy especial a las piezas producidas en coquilla metálica en cuanto a la absorción de ruidos producidos por el roce o contacto con otras piezas (vibraciones por rozamiento).

10 Una variante de la invención proporciona un procedimiento que permite obtener en paralelo fundición gris nodular y fundición de grafito laminar en coquilla metálica, para lo que inicialmente se alimenta una carga metálica y no metálica a un horno fusor.

Del horno fusor se trasvasa el material del fundido debido al rozamiento.

Una variante de la invención proporciona un procedimiento que permite obtener en paralelo fundición gris nodular y fundición de grafito laminar en coquilla metálica, para lo que inicialmente se alimenta una carga metálica y no metálica a un horno fusor.

15 Del horno fusor se trasvasa, mediante una cuchara de trasvase, el material del horno fusor tanto a un primer horno de mantenimiento (para la fundición de grafito laminar) y a un segundo horno de mantenimiento (para la fundición nodular).

Ahora bien, en caso de producir fundición de grafito laminar, en la cuchara de trasvase se añade FeP y FeMn y el material se vierte hacia el primer horno de mantenimiento.

20 Y en caso de producir fundición nodular, en la cuchara de trasvase se añade grafito, FeSi y FeMn y el material se vierte hacia el segundo horno de mantenimiento.

25 Posteriormente, desde el primer horno de mantenimiento y del segundo horno de mantenimiento, el material se vierte a al menos una cuchara de distribución; en la que, en caso de producir fundición nodular se añade en la cuchara de distribución un nodulizante y un inoculante. Y para el caso de fundición de grafito laminar no se añade componente alguno.

Desde la cuchara de distribución, el material se alimenta a al menos una cuchara de colada, en la que en caso de producir fundición nodular se añade una cantidad adicional de inoculante en la cuchara de colada. Para el caso de fundición de grafito laminar no se añade componente alguno.

Finalmente, el material de la cuchara de colada se vierte en al menos un molde metálico.

30 Para el procedimiento de obtención simultánea de fundición de grafito laminar y nodular, el contenido de carbono equivalente en el horno fusor es de 4,4 a 4,60, a fin de permitir producir ambos tipos de fundiciones.

En una realización adicional, tras añadir el grafito, el FeSi y FeMn en la cuchara de trasvase para la fundición nodular, se obtiene un material fundido con la siguiente composición:

35 3,90-4,00 % de C;
2,60-2,80 % de Si;
0,65-0,70 % de Mn;
0,010-0,015 % de S y
0,10- 0,15 % de P.

40 Asimismo, para la fundición de grafito laminar, tras añadir el FeP y el FeMn, se obtiene un material fundido con la siguiente composición:

45 3,57-3,62 % de C;
2,40- 2,50 % de Si;
0,60-0,70 % de Mn;
0,010-0,015 % de S y
0,30-0,35 % de P.

50 En la variante de procedimiento para la obtención de los dos tipos de fundiciones, al objeto de evitar tiempos muertos y optimizar el flujo de materiales, es preferible trabajar con dos hornos de mantenimiento y dos carruseles de moldes metálicos. El horno fusor puede ser el mismo pero es más operativo emplear uno de los hornos fusores para el flujo de materiales de la fundición gris de grafito laminar y un segundo horno de mantenimiento para el flujo de materiales de la fundición gris nodular.

Breve descripción de los dibujos

5 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con ciertas realizaciones prácticas preferentes de la misma, se acompaña como parte integrante de la presente descripción, un juego de dibujos, en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

La figura 1 representa esquemáticamente una instalación de tipo convencional para la producción de fundición de grafito laminar, en la que se ha señalado mediante flechas el flujo de materiales.

La figura 2 representa el mismo esquema de la figura anterior, en el que se ha señalado con flechas el flujo de materiales y con un círculo los puntos en los que se añaden los aditivos (nodulizante e inoculante).

10 La figura 3 representa el mismo esquema anterior en el que se ha señalado con flecha continua el flujo de materiales para la fundición nodular y, con flecha discontinua, el flujo de materiales para la fundición de grafito laminar, y con un círculo los puntos donde añaden los aditivos.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes de la invención

15 Tal como se ha mencionado, en la presente invención, se provee un procedimiento de producción de fundición nodular utilizando una instalación de la técnica anterior que tradicionalmente se destina para fundición de grafito laminar, que se describe a continuación.

Fundición de grafito laminar

20 Para contextualizar lo anterior, se hace referencia a la figura 1 que muestra una instalación de fundición tradicional 10 compuesta por un horno fusor 20 donde se funde una carga de fundición introducida por una cinta de alimentación 11. En esta instalación 10 también existe una cuchara de trasvase 30 que recibe el material del horno fusor 20. Otra parte de esta instalación es un horno de mantenimiento 40 que es alimentado por la cuchara de trasvase 30. En la instalación 10, una cuchara de distribución 50 recibe el material del horno de mantenimiento 40 y lo alimenta a al menos una cuchara de colada 60; desde la cual el material fundido se vacía en al menos un molde metálico 70 montado en un carrusel 80.

25 Una vez que las piezas han solidificado, se desmoldan y se transportan mediante una cinta de transportadora 12 y una cinta de clasificación 13 hacia un horno de tratamiento térmico 90 y de este a las diferentes fases del procedimiento de clasificación, control unitario y acabado. Los retornos se recuperan en la salida 95.

30 Mas particularmente, para realizar la fundición de grafito laminar se alimenta la carga de fundición (metálica y no metálica) al horno fusor 20, cuando el metal está fundido, y se ha logrado un contenido de carbono equivalente "Ce" de 4,40 a 4,60, el material fundido se trasvasa, mediante la cuchara de trasvase 30, al horno de mantenimiento 40 y ahí se afina la composición y la temperatura del material fundido en caso de haber alguna desviación.

En un ejemplo típico de este tipo de fundición de grafito laminar, la carga de fundición comprende como materiales metálicos: lingote de hierro, chatarras de primera calidad, retornos propios, grafito, FeSi, FeP y FeMn, logrando una composición de:

35 3,57-3,62 % de C;
 2,40-2,50 % de Si;
 0,60-0,70 % de Mn;
 0,010-0,015 % de S y
 0,30-0,35 % de P.

40 Por su parte, cuando el material fundido llega al horno de mantenimiento 40 su composición es la misma que aquella presente en el horno fusor 20, con algunos pequeños ajustes si hay desviación. Asimismo, en la cuchara de distribución 50 y cuchara de colada 60, también existe la misma composición que la del horno de mantenimiento 40.

Una vez descrita esta instalación, se ha concebido la manera en la que se usa con ayuda de la figura 2.

45 En el procedimiento, se alimenta mediante una cinta transportadora 11 una carga de fundición a un horno fusor 20; luego esta carga de fundición se trasvasa, mediante una cuchara de trasvase 30, a un horno de mantenimiento 40.

Del horno de mantenimiento 40, el material fundido se vierte en una cuchara de distribución 50, añadiendo en la misma un nodulizante y un inoculante. En la figura 2 se marca mediante un círculo con línea discontinua la cuchara de distribución 50 para indicar que es ahí donde se realiza la adición del nodulizante y del inoculante estableciendo una gran diferencia con la técnica anterior.

50 La cuchara de distribución 50 alimenta el material fundido a al menos una cuchara de colada 60, en la cual se añade una cantidad adicional de inoculante; y, finalmente, el material fundido se cuele desde la cuchara de colada 60 en

moldes metálicos 70 montados en un carrusel. De nuevo, se utiliza un círculo con línea discontinua para señalar que en la cuchara de colada 60 se añade una cantidad adicional de inoculante.

En una realización preferente de este procedimiento, se prefiere que el contenido de carbono equivalente en el horno fusor 20 sea de 4,7 a 4,90 para poder obtener la fundición nodular en la instalación 10.

- 5 La carga de fundición utilizada para este procedimiento comprende: lingote de hierro, chatarras de primera calidad, retornos propios, grafito, FeSi y FeMn. En el horno de mantenimiento 40 este material fundido se acaba afina completamente, en cuanto a composición y temperatura.

10 Cuando el material fundido tiene composición y temperatura correctas se trata con el nodulizante y el inoculante en la cuchara de distribución 50. El nodulizante utilizando es preferiblemente Fe-Si-Mg y se añade en un porcentaje del 7 al 10 % con respecto al material fundido a tratar. El inoculante que se añade junto con el nodulizante es para reducir el poder de formación y precipitación de carburos metálicos (cementita) debido a la rápida solidificación del metal en la coquilla y aumentar el poder de nucleación (nodulación) en el momento del tratamiento. El inoculante empleado preferiblemente es del tipo Germalloy con una composición de 71,50 % de Si, 0,88 % de Ca y 3,78 % de Al y se añade en un porcentaje del 0,15 al 0,22 con respecto al material fundido a tratar.

- 15 En la cuchara de distribución 50, después del tratamiento con el nodulizante y el inoculante en el material fundido a tratar, se produce una reacción oxidante y a la vez un aumento del Si debido al contenido de FeSi en la aleación.

En la cuchara de distribución 50, después del tratamiento con el nodulizante y el inoculante, se produce una reacción oxidante y a la vez un aumento del Si debido al contenido de FeSi en la aleación.

- 20 Después del tratamiento con el nodulizante y el inoculante, el material fundido tiene la siguiente composición en la cuchara de distribución 50:

25 3,60-3,80 % de C;
2,80-3,00 % de Si;
0,65-0,75 % de Mn,
0,008-0,013 % de S; y,
0,10-0,15 % de P.

La composición del material fundido en la cuchara de distribución 50 también contiene Mg residual, Ti y Cu.

Como se ha mencionado, en la cuchara de colada 60 se añade un inoculante que es preferiblemente del tipo SMW con la siguiente composición 62,80 % de Si; 2,35 % de Ca; 0,97 % de Al; 0,81 % de Bi y 0,99 % de TR.

- 30 El inoculante que se añade en el chorro de colada de cuchara de colada es para reforzar la no precipitación de cementita debido a la rápida solidificación del metal en la coquilla. Esta adición de inoculante en vena se realiza en una proporción del 0,07 al 0,15 % en peso de la carga tratada

Como se observa en la figura 3, los moldes 70 se encuentran montados en un carrusel 80, de modo que en el momento en que las piezas han solidificado se desmolden y pasen a contenedores y cuando enfrían las piezas, se procede a limpiarlas, clasificarlas, controlarlas unitariamente y realizar las operaciones de acabado.

- 35 Como se observa, en el procedimiento de la presente invención se caracteriza por la manera en la cual se obtiene fundición gris nodular ferrítico-perlítica en estado bruto de colada (sin tratamiento térmico), utilizando la misma instalación con la que se produce la fundición gris de grafito laminar ferrítica con tratamiento térmico posterior de recocido.

- 40 En una realización del procedimiento, cuando se requieren de piezas con características muy especiales, las piezas se pasan por el horno de tratamiento 90 (ferretización) para mejorar los valores de resistencia y alargamiento.

Es muy importante mencionar que la fundición nodular en molde metálico permite que las piezas producidas tengan ventajas con respecto a las realizadas conforme a la técnica anterior (arena en verde tipo disamatic, resina furánica o fraguado químico del molde, cerámica, arena prerrevestida, etc.), entre dichas ventajas se pueden mencionar las siguientes:

- 45
- Mejor mecanización gracias a los nódulos de grafito mucho más finos y mejor distribuidos que hacen disminuir los esfuerzos de corte y esto se pone mucho mas de manifiesto cuando es tratado.
 - La fineza y distribución de los nódulos de grafito tienen también otra ventaja sobre la calidad del estado superficial de acabado en mecanizado: tales como: fresado, escariado, rectificado, bruñido, laminado, taladrado y roscado.

- Su calidad de acabado superficial permite, a menudo, la eliminación de una operación de laminado obligatoria en otro tipo de fundición.
- Permite trabajar a mayores velocidades de corte y el desgaste de herramientas es mucho menor, por lo que se reducen los tiempos de mecanizado y las paradas por cambio de herramientas, lo que permite incrementos de productividad importantes (en algunos casos se puede llegar a aumentos de productividad del 50 %).
- Mayor estanqueidad ya que su composición hipereutéctica provoca una expansión granítica durante la solidificación que, debido a la rigidez del molde, solo permite hacerlo hacia el interior, lo que provoca una fundición más compacta. La fineza de los nódulos de grafito disminuye el efecto de entallas mejorando así la resistencia a la presión y también a la fatiga.
- Además el molde metálico permite una reproducibilidad mucho mayor.

Otras propiedades también muy importantes que se obtienen mediante la fundición en coquilla metálica son: la capacidad de evacuación térmica gracias a la estructura granítica fina y bien distribuida, la reducción de las tolerancias dimensionales debido a la resistencia del molde metálico durante la solidificación, la posibilidad de reducción de creces o sobre espesores para mecanizado debido a su alta estabilidad y reproducibilidad de los moldes, así como la capacidad de producir pequeñas piezas.

Además de todo lo mencionado anteriormente, este tipo de piezas obtenidas mediante fundición en molde metálico permite, con un tratamiento posterior, la absorción acústica o no amplificación de ruidos al igual que el grafito compacto pero con unas características mecánicas muy superiores.

A continuación se describe otro aspecto de la presente invención.

20 **Fundición de grafito laminar y nodular paralela**

En una variante de realización el procedimiento permite obtener paralelamente fundición de grafito laminar y nodular, para ello se hace referencia a la figura 3, que muestra una instalación de fundición 110, similar a la descrita para obtener grafito laminar de manera convencional pero en la que para hacerla más operativa y rentable, aprovechando mejor los tiempos, se emplean dos hornos fusores, dos hornos de mantenimiento y dos carruseles de moldes metálicos. Para un mejor entendimiento de la instalación 110, sus elementos comunes con respecto a la instalación de las figuras 1 y 2 tienen las mismas referencias numéricas. En la figura 3 el flujo de materiales para la fundición nodular se marca con línea continua y para la fundición de grafito laminar se marca con línea discontinua.

En esta instalación de fundición 110 existe un horno fusor 20 para fundir una carga de fundición, se observa también un horno fusor paralelo 20' para darle versatilidad al procedimiento. En la instalación de fundición existe también una cuchara de trasvase 30 que recibe el material de cualquiera de los hornos fusores 20 o 20'. También se aprecia que existe un primer horno de mantenimiento 40 y un segundo horno de mantenimiento paralelo 40', ambos alimentados por la cuchara de trasvase 30, el objetivo de cada uno de estos hornos fusores se explicará un poco más adelante. Asimismo, en la instalación se aprecia un cuchara de distribución 50 que recibe el material del primer horno de mantenimiento 40 o del segundo horno de mantenimiento paralelo 40'.

En la instalación también existen cucharas de colada 60 y 60' que son alimentadas por la cuchara de distribución 50; y, finalmente se aprecia por lo menos moldes metálicos 70 montados en carruseles 80 y 80' donde se vacía el material de la cuchara de colada 60 o 60'. La instalación 110 también cuenta con horno de tratamiento térmico 90.

Ahora bien, para el procedimiento de la presente invención, se alimenta una carga de fundición al horno fusor 20 o 20'; luego se trasvasa, mediante una cuchara de trasvase 30, el material del horno fusor 20 a un primer horno de mantenimiento 40 (para la fundición de grafito laminar) y a un segundo horno de mantenimiento 40' (para la fundición nodular), en donde, en caso de producir fundición de grafito laminar, en la cuchara de trasvase 30, se añade FeP y FeMn y se vierte hacia el horno de mantenimiento 40; y, en caso de producir fundición nodular, se añade, en la cuchara de trasvase, grafito, FeSi y FeMn y el material se vierte hacia el horno de mantenimiento paralelo 40'. La cuchara de trasvase 30 se marca con un círculo para señalar que en ella se realiza dicha adición dependiendo del tipo de fundición que se quiere obtener.

Posteriormente, se vierte el material del primer horno de mantenimiento 40 o del segundo horno de mantenimiento 40' a al menos una cuchara de distribución 50; en donde en caso de producir fundición nodular se añade a la cuchara de distribución 50 un nodulizante y un inoculante. Para el caso de la fundición de grafito laminar no se añade componente alguno.

A continuación, en la cuchara de colada 60', en caso de producir fundición nodular se añade una cantidad adicional de inoculante mientras que en la cuchara de colada 60 para la fundición de grafito laminar no se añade componente alguno.

Ahora bien, en este procedimiento simultáneo para obtener ambos tipos de fundiciones, la carga de fundición comprende: lingote de hierro, chatarras de primera calidad, retornos propios, grafito y FeSi, logrando un contenido

de carbono equivalente en el horno fusor 20 o 20' de 4,4 a 4,60. Es decir, se utiliza una y la misma carga ya sea que se quiera producir un tipo u otro de fundición.

Tal como se ha descrito, los cambios necesarios para conseguir un tipo u otro de fundición se realizan más adelante. Para el caso de la fundición nodular, tras añadir grafito, Fe-Si y Fe-Mn en la cuchara de trasvase 30, se obtiene un material fundido con la siguiente composición:

- 5
- 3,90-4,00 % de C;
 - 2,60-2,80 % de Si;
 - 0,65-0,70 % de Mn;
 - 0,010-0,015 % de S y
 - 10 0,10- 0,15 % de P.

en la cuchara de distribución, se añade Fe-Si-Mg como nodulizante y el inoculante es del tipo Germalloy con una composición de 71,50 % de Si, 0,88 % de Ca y 3,78 % de Al y se añade en un porcentaje del 0,15 al 0,22 con respecto al material fundido a tratar.

La composición del material fundido en la cuchara de distribución 50 para la fundición nodular es:

- 15
- 3,60-3,80 % de C;
 - 2,80-3,00 % de Si;
 - 0,65-0,75 % de Mn,
 - 0,008-0,013 % de S y
 - 0,10-0,15 % de P.

20 El material fundido también contiene Mg residual, Ti y Cu en la cuchara de distribución 50.

Con respecto a la fundición de grafito laminar, tras añadir el FeP y FeMn en la cuchara de trasvase 30, se obtiene un material fundido con la siguiente composición:

- 25
- 3,57-3,62 % de C;
 - 2,40- 2,50 % de Si;
 - 0,60-0,70 % de Mn;
 - 0,010-0,015 % de S y
 - 0,30-0,35 % de P.

30 La composición lograda en la cuchara de trasvase 30 con un contenido del 0,30- 0,35 % de fósforo permite aumentar la colabilidad y el contenido de manganeso neutraliza la acción del azufre. A partir de ahí el procedimiento es el mismo que aquel ilustrado en la figura 1, es decir, el material fundido del horno de mantenimiento 40 se pasa a la cuchara de distribución 50 y de ahí a la cuchara de colada 60 para verter el material fundido en el molde 70.

35 Un aspecto muy importante en la presente invención se refiere a los moldes metálicos utilizados en comparación con la fundición en cualquiera de los tipos conocidos (arena en verde tipo disamatic, resina furánica o fraguado químico del molde, cerámica, arena prerrevestida, etc.), puesto que sus propiedades específicas están directamente ligadas a su estructura metalúrgica y a su modo de elaboración.

El procedimiento de obtención de fundición nodular en estado bruto de colada y en molde metálico (coquilla) tiene una serie de ventajas frente al procedimiento tradicional de arena en disamatic, incluyendo las siguientes:

- El lead time pasa de un día a dos horas y media.
- Evidentemente al reducir el lead time, el control del proceso es mucho más fácil y rápido y por tanto producirá 40 piezas de mejor calidad.
- El procedimiento de fabricación de prototipos para nuevos productos pasa de un mes a una semana.
- No hay stocks intermedios.
- Menor porcentaje de piezas rechazadas debido al lead time reducido y además sin stocks intermedios.
- Capacidad de producir lotes más pequeños.
- 45 • Capacidad de fundir simultáneamente 36 piezas diferentes.
- Mejor servicio debido a: menor lead time, sin stocks intermedios, mejor control del procedimiento, menor rechazo interno, capacidad para lotes pequeños, fabricación de diferentes referencias simultáneamente y mayor rapidez en el lanzamiento de nuevos productos.

50 Asimismo de manera global con esta instalación que permite fundición simultánea de ambas calidades de fundición tiene las siguientes ventajas:

- la misma calidad de carga metálica;

- las mismas ferroaleaciones;
- los mismos hornos fusores;
- los mismos hornos de mantenimiento;
- las mismas cucharas de distribución;
- 5 • las mismas cucharas de colada;
- los mismos carruseles de colada;
- las mismas coquillas de colada, con distintas referencias;
- las mismas cintas de evacuación de piezas que se han fundido completamente.

10 A la vista de esta descripción y juego de figuras, el experto en la técnica entenderá que las realizaciones de la invención que se han descrito pueden ser combinadas de múltiples maneras dentro del objeto de la invención.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento de obtención de fundición gris nodular como colada en coquilla metálica en una y la misma instalación de fundición que produce fundición gris de grafito laminar ferrítica, la instalación consiste en:

- 5 - al menos un horno fusor (20)
- al menos un horno de mantenimiento (40)
- al menos una cuchara de trasvase (30) para trasvasar la carga fundida del horno fusor (20) al horno de mantenimiento (40)
- al menos una cuchara de distribución (50) para pasar las cargas de los hornos fusores a la cuchara de colada.
- al menos una cuchara de colada (60) alimentada por la cuchara de distribución (50)
- 10 - al menos un carrusel (80) con al menos una coquilla metálica (70) en la que se vacía el material de la cuchara de colada (60), **caracterizado porque** comprende las etapas de:
 - a) alimentar una carga de fundición al horno fusor (20); en el que el contenido de carbono equivalente en el horno fusor es de 4,7 a 4,90;
 - 15 b) trasvasar, mediante una cuchara de trasvase (30), el material fundido del horno fusor (20) al horno de mantenimiento (40);
 - c) verter el material del horno de mantenimiento en la cuchara de distribución (50) añadiendo en la misma un agente nodulizante y un inoculante; de modo que después del tratamiento con el inoculante y el agente nodulizante, el material fundido en la cuchara de distribución (50), tiene la siguiente composición:
 - 20 3,60-3,80 % de C;
 - 2,80-3,00 % de Si;
 - 0,65-0,75 % de Mn,
 - 0,008-0,013 % de S y
 - 0,10-0,15 % de P.
 - d) alimentar dicha al menos una cuchara de colada (60) con el material de la cuchara de distribución (50), en el que en la cuchara de colada (60) se añade una cantidad adicional de inoculante;
 - 25 e) colar el material de la cuchara de colada (60) en dicha al menos una coquilla metálica (70) por gravedad; y
 - f) enfriar y desmoldear la pieza una vez solidificada.

2.- Procedimiento de obtención de fundición gris nodular en coquilla metálica, según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la carga de fundición comprende:

lingote de hierro, chatarras de primera calidad, retornos propios, grafito, FeSi y FeMn.

3.- Procedimiento de obtención de fundición gris nodular en coquilla metálica, según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** el agente nodulizante es Fe-Si-Mg y se añade en un porcentaje del 7 al 10 % con respecto al peso del material fundido a tratar.

35 4.- Procedimiento de obtención de fundición gris nodular en coquilla metálica, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el inoculante añadido en la cuchara de distribución (50) es del tipo Germalloy con una composición del 71,50 % de Si; 0,88 % de Ca y 3,78 % de Al y se añade en un porcentaje del 0,15 al 0,22 con respecto al material fundido a tratar.

40 5.- Procedimiento de obtención de fundición gris nodular en coquilla metálica, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el inoculante que se añade en el chorro de colada en la cuchara de colada (60) es del tipo SMW con la siguiente composición 62,80 % de Si; 2,35 % de Ca; 0,97 % de Al; 0,81 % de Bi y 0,99 % de TR y se añade en la cantidad de 0,07 a 0,15 % en peso de la carga.

45 6.- Procedimiento de obtención de fundición gris nodular en coquilla metálica, según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado porque** la pieza producida es alimentada a un horno de tratamiento (90) a fin de mejorar la resistencia y el alargamiento.

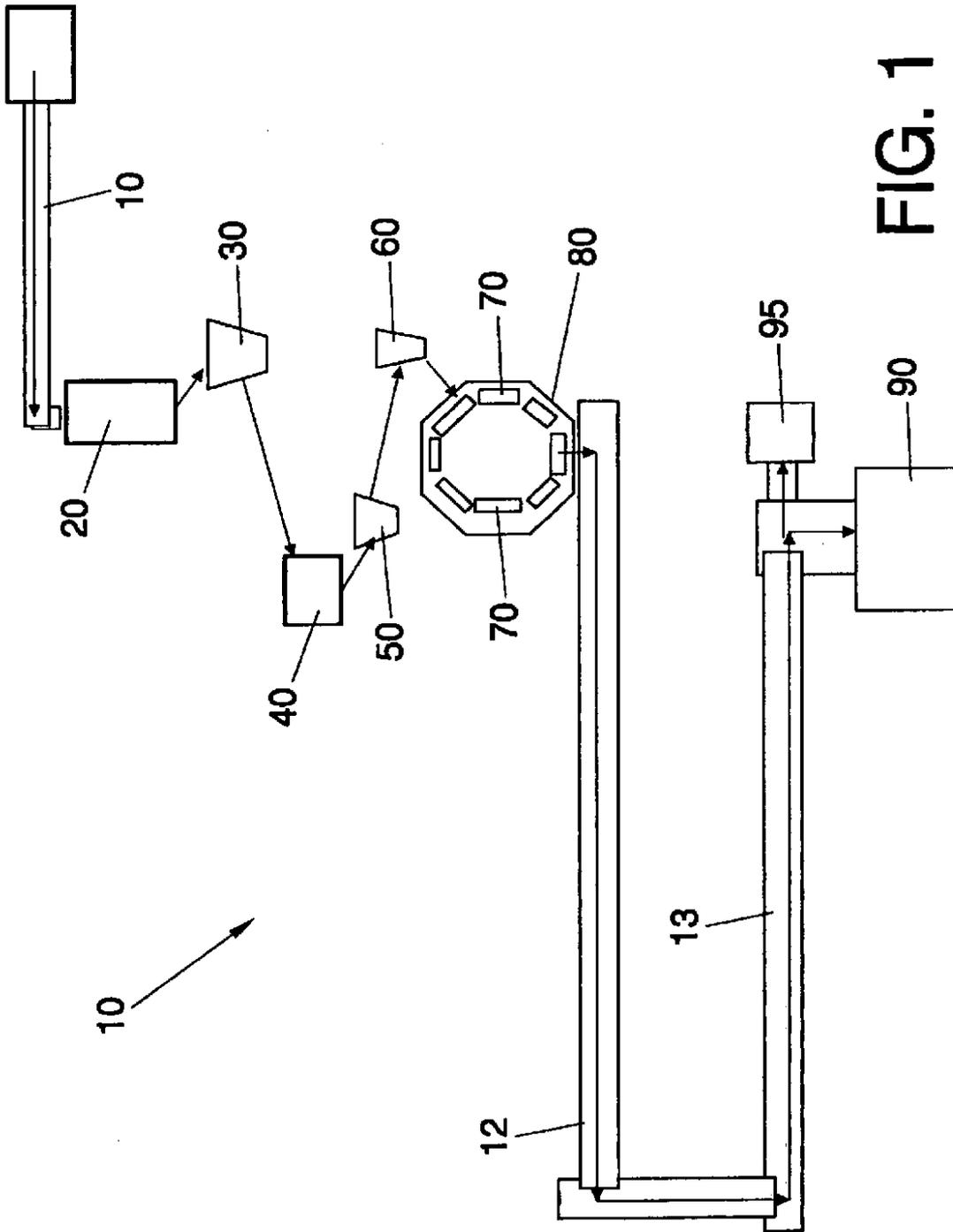


FIG. 1

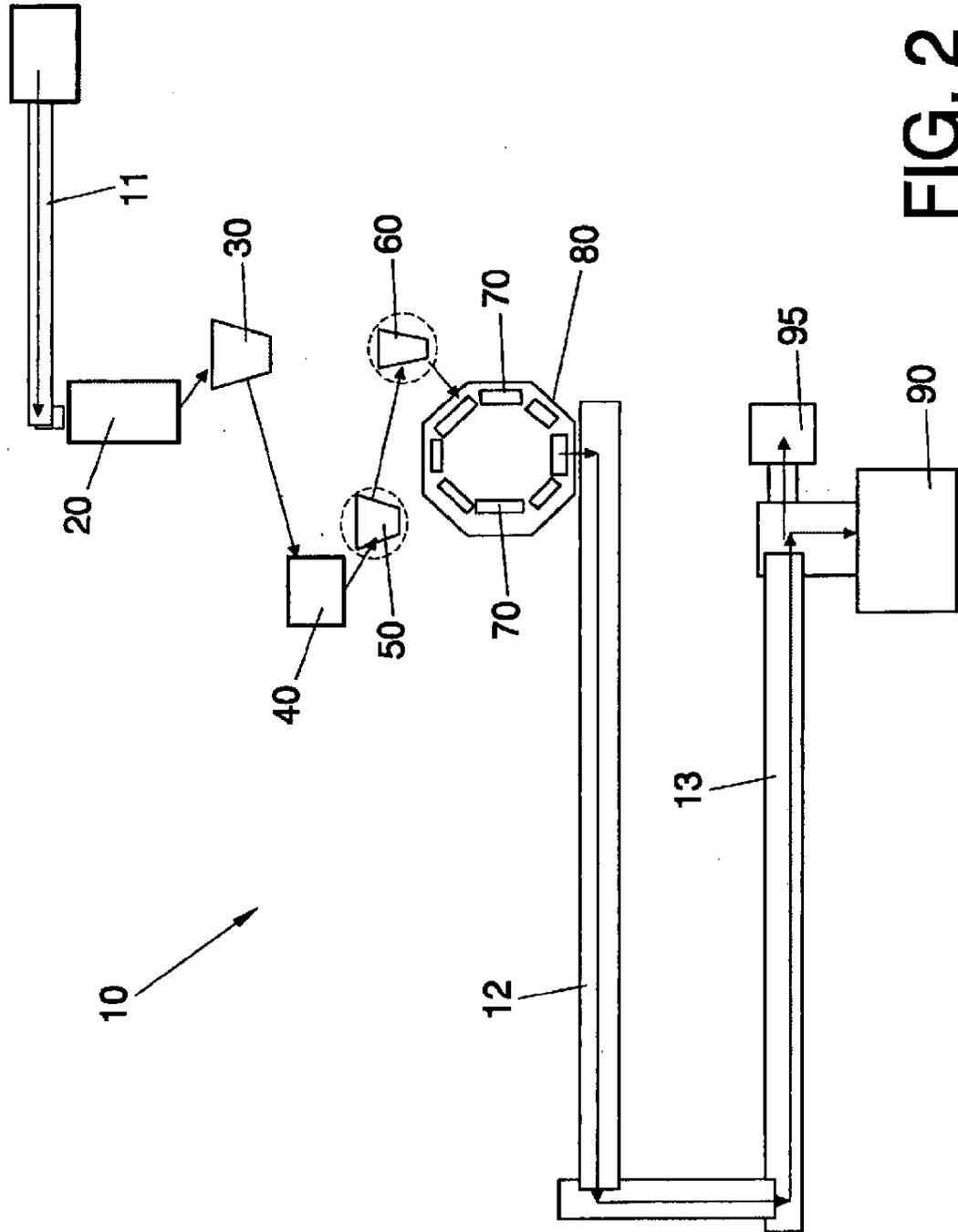


FIG. 2

