

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 100**

51 Int. Cl.:

B22D 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2013 PCT/IB2013/001904**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014 WO14041409**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2013 E 13785597 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 2916978**

54 Título: **Método para la fabricación de coladas de acero**

30 Prioridad:

14.09.2012 IT UD20120159

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

23.04.2019

73 Titular/es:

**F.A.R. - FONDERIE ACCIAIERIE ROIALE - SPA
(100.0%)**

**Via Leonardo da Vinci, 11
33010 Reana del Rojale, IT**

72 Inventor/es:

**ANDREUSSI, ALBERTO;
ANDREUSSI, PRIMO;
PONTELLI, EDDY y
VENEROSO, ENRICO**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 710 100 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

Método para la fabricación de coladas de acero

5 Campo de la invención

la presente invención se refiere a un método para la fabricación de coladas de acero, ventajosamente pero no exclusivamente de acero de manganeso, usadas para obtener elementos de desgastes y coladas fabricadas de este modo.

10 Los elementos de desgaste son útiles en todas las aplicaciones en las que se requiere una alta resistencia al desgaste, incluso bajo cargas impulsivas, tales como trituradores, molinos, miembros de trituración, componentes de turbomáquinas o máquinas de movimiento de tierras.

15 Antecedentes de la invención

Se conoce la fabricación, mediante colada, de coladas de acero para obtener elementos de desgaste, usados en una pluralidad de aplicaciones que requieren una gran resistencia tanto a la abrasión como a los golpes. Por ejemplo, tales aceros se usan para fabricar componentes para molinos, trituradoras o cajas fuertes, componentes para excavadoras o medios con oruga o turbomáquinas, etc.

20 En una formulación preferencial los aceros en cuestión contienen hasta el 1,5 % de carbono y hasta el 20 % de manganeso y tienen una estructura austenítica que permite combinar una gran dureza con una considerable resiliencia. Estos aceros también tienen una buena tendencia para el endurecimiento mecánico y una gran ductilidad.

Se conoce la adición de elementos que forman carburos complejos en estos aceros, para formar aleaciones de acero de manganeso que sean más resistentes al desgaste. Entre estos componentes el más comúnmente usado en el cromo que, aparte de aumentar el punto de fluencia, induce la formación de carburo de cromo en la matriz austenítica.

30 Sin embargo, los carburos de cromo tienen la tendencia de precipitarse en el borde de las vetas, haciendo que la estructura sea frágil y reduciendo la resiliencia del acero. Por lo tanto, es necesario un tratamiento térmico, normalmente un recocido por solubilización seguido por enfriamiento con agua, que se lleva a cabo después de que se haya completado el enfriamiento del acero. El recocido y el posterior rápido enfriamiento hace que los carburos migren desde el borde de los granos hacia la matriz austenítica.

40 Para un contenido alto de cromo, el recocido no permite obtener una completa solubilización de los carburos y, por lo tanto, se prevé modificar la forma de estos últimos, para hacerlos globulares y, de este modo, menos inclinados a formar fisuras. Asimismo, otra función del recocido y el enfriamiento es distribuir los carburos presentes en el borde de los granos uniformemente alrededor del grano austenítico.

45 Aunque estos aceros conocidos son los mejores por su resistencia al desgaste con respecto a materiales a triturar que tienen una resiliencia y abrasividad considerables, también tienen el inconveniente que tienen una muy baja conductividad. De hecho, esto ha limitado su uso a grosores de no más de aproximadamente 100 mm, puesto que en productor de grosores superiores el proceso de enfriamiento con agua conlleva la creación de tensiones internas que provocan fisuras. De esta forma, si se obtienen tales grosores con aceros que contienen manganeso comprendido entre el 12 % y el 20 %, las propiedades de resiliencia que son típicas de tales aceros se ven comprometidas.

50 También se sabe que esta limitación en el grosor puede superarse introduciendo elementos, tales como, por ejemplo, titanio, que es capaz de dar origen a compuestos duros ya en la fase líquida de la aleación. Los compuestos duros se emplazan raramente en el borde del grano, sino que permanecen distribuidos de forma uniforme en la matriz austenítica, incluso después del tratamiento de solubilización. Las aleaciones de acero que se obtienen son, por lo tanto, más resistentes a la abrasión y al desgaste en comparación con aceros que contienen cromo y sin titanio, especialmente en el caso de grosores considerables y, particularmente, condiciones onerosas de uso.

60 Un inconveniente de aceros que contienen titanio es que confieren una resistencia superior al desgaste sobre la sección completa de un artículo, incluso aunque sea necesario tener una resistencia particular solo en aquellas partes que están sometidas a mayor tensión. Esto hace que el artículo sea menos trabajable y provoque un aumento considerable en los costes de trabajo, debido a la retracción de virutas.

65 Otro inconveniente conectado con el uso de titanio y la fabricación de un artículo que tiene características uniformemente ópticas reside en el coste de dicho artículo, que resulta muy alto.

Se conocen método, a partir de los documentos GB-A-2098112 y GB-A-2003932, para fabricar elementos de desgaste reforzador mediante insertos de alta resistencia que tienen una estructura heterogénea definida mediante partículas sinterizadas en una matriz de metal. Los anteriores métodos proporcionan la fabricación de insertos mediante carburos unificadores, por ejemplo, carburos de tungsteno o titanio, en forma de polvos o gránulos, a las matrices de metal que contienen aleaciones de hierro o cobalto que usan técnicas de sinterización que se llevan a cabo a temperaturas por encima de la temperatura de fusión de las aleaciones.

La fusión de las aleaciones hace que los carburos se incorporen en las matrices de metal y reduzca posiblemente los tamaños de los carburos. Posteriormente, los insertos fabricados de este modo se introducen en un molde y se incorporan en la aleación de metal que se cola sobre estos.

El documento EP-B1-0554682 describe un método de fabricación de un elemento sometido a desgaste en el que se obtiene uno o más insertos planos, conformados como placas, láminas o discos, incorporando polvos de materiales con una alta resistencia al desgaste, en particular, carburos, por ejemplo, carburos de tungsteno, en una matriz de metal. Los insertos de refuerzo descritos en el documento EP-B1-0554682 también pueden incluir aglutinantes orgánicos, plastificantes y agentes de endurecimiento. El inserto planos e somete a sinterización al vacío a alta temperatura y, a continuación, se une a un molde de arena mediante pasadores u otros elementos de anclaje fabricados con el mismo material.

En los tres documentos citados anteriormente, la sinterización se lleva a cabo esencialmente a temperatura que se encuentra dentro del intervalo de la temperatura de fusión de la matriz de metal e inferior a las temperaturas de fusión de los carburos. En estos documentos, el objetivo de la sinterización es esencialmente determinar una interfaz de contacto o, uniformemente distribuida, entre los carburos y la matriz, para obtener insertos de refuerzo que consisten en un conglomerado de carburos sumergidos en la matriz de metal.

Los carburos originales permanecen sustancialmente sin cambios, excepto por posibles variaciones de tamaño.

El documento DE-A1-4214524 describe un método de fabricación de una colada resistencia al desgaste que proporciona al inserto en el molde, antes de su colada, un inserto de refuerzo fabricado con bolas de material duro, en particular, carburos, alojados en los asentamientos realizados en láminas agujereadas de acero y mantenido en posición mediante las mismas láminas agujereadas de acero.

El documento WO-A1-2012/004654 describe un método de fabricación de elementos sometidos a desgaste que proporciona la fabricación de insertos de refuerzo que se incorporen en coladas de acero fundido. Los insertos de refuerzo comprenden un soporte poroso, como una esponja, impregnados con una mezcla de líquido que consiste en un aglutinante y polvos de metal que contienen elementos duros, en particular, carburos.

El uso de técnicas de sinterización tal como se describe en los documentos GB-A-2098112, GB-A-2003932 y EP-B1-0554682 tiene el inconveniente de que necesitan tiempos más largos de trabajo, un consumo de energía enorme y un consiguiente aumento en los costes de fabricación de la colada final. Esto se debe al hecho de que, para fabricar estos insertos con estas técnicas conocidas, se necesitan operaciones preliminares para preparar una mezcla, o "verde", a sinterizar y moldes, en los que la mezcla se somete a sinterización.

Otro inconveniente de estos conocidos métodos que se no son muy flexibles en términos de posibles formas de los insertos obtenibles, puesto que las formas se limitan a objetos planos o con una conformación simple, también debido a los moldes tal como se ha descrito anteriormente.

Un inconveniente de todos los conocidos métodos indicados anteriormente está conectado con la heterogeneidad microestructural de los insertos de refuerzo y consiste en la consiguiente discontinuidad de las propiedades físicas y mecánicas, la distribución de los cuales no es uniforme.

El objetivo de la presente invención es perfeccionar un método que permita obtener, mediante colada, coladas de aleaciones de acero, ventajosamente pero no exclusivamente de acero de manganeso, que tengan por todas ellas la resiliencia del acero de manganeso y, en zona localizadas, la dureza necesaria para resistir la tensión del desgaste y la abrasión. En particular, la invención obtiene coladas de acero que, por todas las zonas localizadas, tienen una microestructura homogénea y una distribución uniforme de las características mecánicas.

El solicitante ha ideado, probado y materializado la presente invención para superior los inconvenientes del estado de la técnica y para obtener este y otros objetivos y ventajas.

Sumario de la invención

La presente invención se expone y caracteriza en las reivindicaciones independientes a continuación, mientras que las reivindicaciones dependientes describen otras características de la invención o variantes a la idea inventiva principal.

De acuerdo con el objetivo anterior, un método de acuerdo con la presente invención se usa para fabricar coladas de acero, en particular, pero no exclusivamente, para la fabricación de coladas de acero de manganeso previstas para obtener elementos de desgaste.

- 5 El método comprende al menos una etapa de fabricación de al menos un inserto de refuerzo, una etapa de preparación de un molde para la colada a fabricar y una etapa posterior de colada del acero dentro del molde.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el inserto de refuerzo se fabrica mediante compactación de una masa amorfa de polvo de endurecimiento en una forma geométrica deseada. La compactación se obtiene mediante técnicas de sinterización con una fusión selectiva y localizada que comprende una u otra de las técnicas identificadas como EBM (fusión por haz de electrones), SLM (fusión selectiva por láser) u otras técnicas similares o comparables. La masa amorfa del polvo de endurecimiento se obtiene mezclando polvos de elementos puros o de compuestos que forman carburos y/o microestructuras de gran dureza, que debido al efecto de la fusión generan carburos y/o microestructuras de gran dureza.

15 Estas técnicas tienen la ventaja de que permiten formar casi cualquier forma geométrica, desarrollada en tres dimensiones de acuerdo con requisitos específicos.

20 Las técnicas descritas anteriormente permiten obtener formas complejas con geometrías variables, empezando directamente desde la masa amorfa de polvo, puesto que son técnicas de tipo adaptativo y obtienen una fusión localizada del polvo solo en las zonas afectadas por un fuerte haz de energía.

25 Gracias a la elevada intensidad de energía y la compactación a la que se somete el polvo de endurecimiento, también permiten la obtención de insertos de refuerzo que están sustancialmente libres de porosidad y tensiones residuales.

30 La fabricación de insertos de refuerzo con técnicas de EBM o SLM o similares también tiene la otra ventaja de obtener un proceso rápido y preciso, y también permite obtener insertos de refuerzo que empiezan a partir de polvos o materiales de alta fusión, por ejemplo, tungsteno, titanio, molibdeno, ventajosamente útiles en forma pura o aleaciones en aleaciones de hierro, que, después de las reacciones químicas que se desencadenan debido al efecto del tipo de fusión, provocan los carburos u otras microestructuras duras.

35 El método de acuerdo con la presente invención proporciona que la etapa de preparación del molde comprende una sub-etapa de posicionamiento en al menos un inserto de refuerzo dentro del molde. Para permitir un posicionamiento estable deseado del inserto de refuerzo dentro del molde, cuando se fabrica el inserto de refuerzo, se fabrica al menos un apéndice también en una pieza junto a este, con la función de anclaje del inserto de refuerzo al molde.

40 De acuerdo con una variante de la presente invención, durante la fabricación del inserto de refuerzo, se fabrican canales de intersección recíproca o pasantes o ciegos, para potenciar el anclaje del inserto de refuerzo a la colada de acero durante la etapa de colada.

45 De acuerdo con otro rasgo de la invención, las técnicas de sinterización funden los polvos de elementos puros o compuestos que forman carburos y/o microestructuras de gran dureza, desencadenando reacciones químicas para generar carburos y/o microestructuras de gran dureza, uniforme y homogéneamente distribuidas dentro del inserto de refuerzo y que definen una microestructura homogénea de este último.

Los carburos hacen que el inserto de refuerzo sea uniformemente duro y resistente al desgaste, y sea adecuado para conferir estas propiedades por todo el volumen de las zonas de la colada en el que se inserta.

50 La presente invención también se refiere a una colada de acero, para obtener un elemento de desgaste, fabricado de acuerdo con el método descrito anteriormente. La colada tiene en su totalidad una microestructura y dureza heterogéneas, definida por al menos un inserto de refuerzo integrado en la colada de acero durante la colada del acero en un molde.

55 De acuerdo con un rasgo característico de la colada, el inserto de refuerzo tiene una microestructura homogénea que comprende carburos y/o estructuras de gran dureza y se obtiene mediante técnicas de sinterización con una fusión selectiva y localizada que comprende una u otras de las siguientes técnicas: EBM (moldeo por haz de electrones), SLM (fusión selectiva por láser) u otras técnicas similares o comparables.

60 La colada puede comprender carburos simples o mezclados, o agregaciones complejas de carburos. Los carburos confieren, uniformemente en las zonas donde se aplica el inserto, una dureza y resistencia al desgaste sobre la colada a la que se aplican y, consiguientemente, sobre el elemento de desgaste que se ha fabricado a partir de estos.

65 Durante la etapa de colada, el inserto de refuerzo se funde parcialmente, lo que permite ventajosamente una soldadura íntima con el acero de colada, para conferir sobre la colada obtenida una macroestructura homogénea.

Breve descripción de los dibujos

5 Estas y otras características de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción de una forma preferencial de realización, proporcionada como

un ejemplo no restrictivo con referencia a los dibujos adjuntos en donde:

- 10
- la fig. 1 es una representación esquemática de una forma de realización de un método de acuerdo con la presente invención;
 - la fig. 2 es una variante de un detalle de la fig. 1;
 - la fig. 3 muestra esquemáticamente una colada de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de una forma de realización

15 Haciendo referencia a la figura 1, un método 10 para la fabricación de coladas de acero 110, ventajosamente pero no exclusivamente de acero de manganeso, de acuerdo con la presente invención, que permite obtener coladas 110 que tienen una microestructura heterogénea.

20 El método 10 proporciona que en una etapa de preparación 11 se fabrica un molde 11 para cada colada 110, que en una etapa de colada 12 posterior se cola acero de manganeso fundido dentro del molde 111 y que en una etapa en reposa la colada 110 se solidifica.

25 Durante la etapa de preparación 11, se fabrican una pluralidad de paredes perimetrales 112, en este caso, por ejemplo, con arena de olivina y aditivos aglutinantes, que delimitan una cavidad interna 113. Una abertura superior 114 pone la cavidad interna 113 en comunicación con la parte exterior del molde 111 y permite que el acero fundido entre en la cavidad interna 113 durante la etapa de colada 12.

30 La etapa de preparación 11 comprende una sub-etapa 14 de posicionamiento de al menos un inserto de refuerzo 115 dentro de la cavidad interna 113 del molde 111.

35 Una etapa 15 se fabricación del inserto de refuerzo 115 (fig. 1) se lleva a cabo antes de la etapa 11 de preparación del molde 111 y proporciona que el inserto de refuerzo 115 se fabrique mediante sinterización de un polvo de endurecimiento 118.

La sinterización proporciona una compactación inicial del polvo de endurecimiento 118, que, a continuación, se funde parcialmente usando energía de alta densidad y, posteriormente, se resolidifica.

40 El polvo de endurecimiento 118 es, por ejemplo, a base de hierro y también contiene compuestos que contienen cromo y/o titanio u otros elementos similares al carbono, que, la fusión debida a la alta energía, puede obtener aleaciones de carburos simples o mezclados o agregaciones complejas de carburos y/o microestructuras de gran dureza.

45 El polvo de endurecimiento 118 puede definirse, por ejemplo, mediante una mezcla de polvos de elementos puros, tales como, por ejemplo, carbono, wolframio, cromo, hierro o polvos de aleaciones de hierro que contienen dichos elementos y otros, tales como, por ejemplo, titanio, molibdeno, boro y vanadio.

50 Una primera formulación de la presente invención proporciona que, así como el polvo a base de hierro, el polvo de endurecimiento 118 comprende los siguientes componentes:

- carbono en un porcentaje comprendido entre el 2,5 % y el 3,5 %;
- cromo en un porcentaje comprendido entre el 20 % y el 30 %;

55 al cual puede añadirse, dependiendo de otras características a obtener, lo siguientes componentes opcionales:

- molibdeno en un porcentaje comprendido entre el 0,1 % y el 1 %;
- tungsteno en un porcentaje comprendido entre el 0,1 % y el 0,5 %.

60 Una segunda formulación de la presente invención proporciona que, así como el polvo a base de hierro, el polvo de endurecimiento 118 comprende los siguientes componentes:

- carbono en un porcentaje comprendido entre el 0,5 % y el 1,0 %;
- cromo en un porcentaje comprendido entre el 10 % y el 15 %;

65 al cual pueden añadirse los siguientes componentes opcionales:

- molibdeno en un porcentaje comprendido entre el 0,1 % y el 1 %;
- vanadio en un porcentaje comprendido entre el 0,2 % y el 1,5 %;
- boro en un porcentaje comprendido entre el 0,001 % y el 0,015 %.

5 De acuerdo con una tercera formulación de la presente invención, así como el polvo a base de hierro, el polvo de endurecimiento 118 comprende los siguientes componentes:

- carbono en un porcentaje comprendido entre el 0,3 % y el 0,5 %;
- cromo en un porcentaje comprendido entre el 4 % y el 5 %;
- 10 - molibdeno en un porcentaje comprendido entre el 0,5 % y el 1,5 %.

Otras formulaciones de las mezclas se pueden obtener como simples aplicaciones de las líneas de base indicadas anteriormente.

15 La formulación del polvo de endurecimiento 118 puede establecerse, de acuerdo con requisitos específicos, seleccionando en cada ocasión los polvos de elementos y/o compuestos a usar, basándose en los carburos y/o microestructuras de gran dureza que se deben obtener para el inserto de refuerzo 115.

20 El polvo de endurecimiento 118 se trata en una máquina de sinterización, en la cual se define la estructura y la forma geométrica del inserto de refuerzo 115, empezando a partir del polvo de endurecimiento 118.

Para este fin, se pueden usar técnicas de sinterización con una fusión selectiva y localizada, tal como, por ejemplo, EBM (fusión por haz de electrones) o SLM (fusión selectiva por láser), pero también se pueden usar otras técnicas del tipo de aditivo u otras técnicas similares o comparables a estas.

25 A continuación, en la descripción, a modo de ejemplo, nos referiremos a técnicas de EBM y SLM, sin embargo, también serán de aplicación las siguientes consideraciones con respecto a otras técnicas similares.

30 Las técnicas de EBM y SLM permiten obtener el inserto de refuerzo deseado 115 con polvo de endurecimiento 118, mediante la fusión localizada de áreas específicas de este último, que se encuentra inicialmente en la forma de una masa de polvo amorfo.

35 La densidad de alta energía alcanzada con las técnicas de EBM y SLM permite fundir y, a continuación, sinterizar polvos de materiales de alta fusión, tales como, por ejemplo, titanio, tungsteno y molibdeno como anteriormente.

Después de la fusión, los elementos o compuestos que componen el polvo de endurecimiento 118 se unen para crear aleaciones. Los compuestos fabricados debido a la fusión son el resultado de reacciones químicas desencadenadas por la alta energía administrada localmente y que sigue las leyes de la agregación de acuerdo con la energía libre de Gibbs. Estos compuestos son esencialmente duros y están compuestos de agregaciones de carburos, simples o mezclados, y/o microestructuras de gran dureza, por ejemplo, martensítico.

40 Puesto que las técnicas de EBM o SLM permiten obtener carburos como se ha indicado anteriormente, no es necesario - y de hecho puede incluso resultar un inconveniente - usar un polvo de endurecimiento 118 que contiene carburos ya formados.

45 La función principal de la sinterización mediante EBM o SLM es, por lo tanto, determinar la microestructura del inserto de refuerzo 115, que desencadena reacciones químicas que empiezan desde los componentes base.

50 Este permite ventajosamente obtener una microestructura dura y, al mismo tiempo, homogénea dentro del inserto de refuerzo completo 115.

La obtención del inserto de refuerzo 115 se controla y gestiona mediante una unidad de control que coopera con un dispositivo de fusión para obtener las formas geométricas deseadas.

55 Las técnicas de sinterización descritas anteriormente permiten ventajosamente realizar insertos de refuerzo 115 de cualquier forma geométrica, desarrollados en las tres dimensiones espaciales de acuerdo con los requisitos específicos de la colada 110 a obtener. De hecho, puesto que son técnicas de aditivo, permiten obtener, rápida y precisamente, desarrollos bastante complejos y complicados de formas geométricas en tres dimensiones que son incluso imposibles de obtener usando operaciones de retirada de virutas o mediante moldeo, o usando técnicas de sinterización tradicionales.

60 De hecho, de acuerdo con la invención, los insertos de refuerzo 115 pueden tener canales internos, de intersección o no, en los que el acero fundido puede penetrar durante la etapa de colada 12, para crear una conexión mejor y más estable entre el inserto de refuerzo 115 y el acero fundido.

65 La figura 2 muestra, a modo de ejemplo, una variante del inserto de refuerzo 115, en este caso conformado como

una espiral plana.

Se pueden fabricar otras formas espaciales o inserto de refuerzo 115, de acuerdo con los requisitos punto por punto del producto final.

5 Durante la sub-etapa de posicionamiento 14 del inserto de refuerzo 115, también se lleva a cabo una operación de anclaje, durante la cual se ancla al menos una de las paredes perimetrales 112 del molde 111. Para este fin, el inserto de refuerzo 115 comprende, en sus extremos, uno o más apéndices 120, que funcionan como medios de anclaje y que se insertan dentro de las paredes perimetrales 112 correspondientes.

10 Esta estrategia permite que el inserto de refuerzo 115 permanezca en la posición correcta también durante la posterior etapa de colada 12, durante la cual se incorpora completamente en la matriz de acero de manganeso que se cola en el molde 111.

15 La Fig. 3 muestra un ejemplo de una colada 110 que muestra la posición incorporada del inserto de refuerzo 115.

Mediante el control del proceso de sinterización, el uso de las técnicas de EBM o SLM permite obtener insertos de refuerzo 115 que no son solo microestructuralmente homogéneos, sino que también no tienen sustancialmente porosidad residual y tensiones y, por lo tanto, son ventajosamente compactos y resistentes.

20 Asimismo, los insertos de refuerzo 115 obtenidos de este modo no necesitan tratamientos térmicos después de que se hayan fabricado y, por lo tanto, pueden colocarse en el molde 111 inmediatamente después de la sinterización.

25 Durante la etapa de colada 12, dependiendo de los componentes, cada inserto de refuerzo 115 puede someterse a fusión parcial que, durante la posterior solidificación, permite obtener una colada 110 que se macroestructuralmente homogénea, debido a la soldadura del acero de colada y la parte fundida del inserto de refuerzo 115.

30 La colada 110 obtenida mantiene una microestructura heterogénea en general, que tiene una dureza superior en correspondencia con las zonas implicadas con el inserto de refuerzo 115, que se distribuye uniformemente en ellas y es constante, es decir, sin variaciones punto por punto.

El inserto de refuerzo 115 puede analizarse usando análisis microscópico, sea óptico o, mejor, electrónico, mediante escaneo o transmisión.

35 Una vez se ha finalizado la solidificación de la colada 110, después de la etapa en reposo 13, los posteriores tratamientos térmicos permiten, por ejemplo, induciendo transformaciones martensíticas dentro de la colada 110, para conferir más dureza sobre las zonas que tienen los insertos de refuerzo 115.

40 Resulta claro que se pueden realizar modificaciones y/o adiciones de partes al método 10 y a la colada 110 tal como se ha descrito en el presente documento, sin alejarse del campo y alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para la fabricación de coladas de acero (110), en particular pero no exclusivamente de acero de manganeso, previsto para obtener un elemento de desgaste, que comprende al menos una etapa (15) de fabricación de al menos un inserto de refuerzo (115), una etapa (11) de preparación de un molde (111) para la colada (110) que hay que fabricar, en el que está situado el inserto de refuerzo (115), y una etapa posterior (12) de colada del acero dentro de dicho molde, **caracterizado por que** dicho al menos un inserto de refuerzo (115) se fabrica mediante compactación en una forma geométrica deseada, por medio técnicas de sinterización con una fusión selectiva y localizada del tipo EBM - fusión por haz de electrones - o SLM - fusión selectiva por láser -, una masa amorfa de polvo de endurecimiento (118) obtenida mediante la mezcla de polvos de elementos puros o de compuestos que forman carburos y/o microestructuras de gran dureza que debido al efecto de la fusión generan carburos y/o microestructuras de gran dureza.
2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha etapa (11) de preparación del molde (111) proporciona una sub-etapa (14) de posicionamiento preciso, dentro de dicho molde (111), de al menos un inserto de refuerzo (115) que tiene medios de anclaje (120) obtenidos en una única pieza con el inserto de refuerzo (115) durante dicha etapa de fabricación (15), siendo capaces dichos medios de anclaje (120) de permitir un posicionamiento estable deseado de dicho inserto de refuerzo (115) dentro de dicho molde (111).
3. Método de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado por que** durante la etapa (15) de fabricación del inserto de refuerzo (115), se fabrican canales de intersección recíproca o pasantes o ciegos, para potenciar el anclaje de dicho inserto de refuerzo (115) a la colada de acero durante dicha etapa de colada (12).
4. Método de acuerdo con cualquier reivindicación de 1 a 3, caracterizado por que dichas técnicas de sinterización con una fusión selectiva y localizada funden dichos polvos de elementos puros o de compuestos que forman carburos y/o microestructuras de gran dureza presentes dentro de dicho polvo de endurecimiento (118), desencadenando dicha fusión reacciones químicas para generar carburos y/o microestructuras de gran dureza uniforme y homogéneamente distribuidos dentro de dicho inserto de refuerzo (115) y definiendo una microestructura homogénea de dicho inserto de refuerzo (115).
5. Colada de acero, para obtener un elemento de desgaste, que tiene en su totalidad una microestructura y una dureza heterogéneas, estando definidas dicha microestructura y dicha dureza por al menos un inserto de refuerzo (115) integrados en dicha colada de acero durante la colada del acero en un molde (111), caracterizada por que dicho inserto de refuerzo (115) se obtiene con técnicas de sinterización con una fusión selectiva y localizada de acuerdo con una u otra de las técnicas de EBM - moldeo por haz de electrones - o SLM - fusión selectiva por láser -, de una masa amorfa de polvo de endurecimiento (118) obtenida mediante la mezcla de polvos de elementos puros o de compuestos que forman carburos y/o microestructuras de gran dureza y que tiene una microestructura homogénea que comprende carburos y/o estructuras de gran dureza.

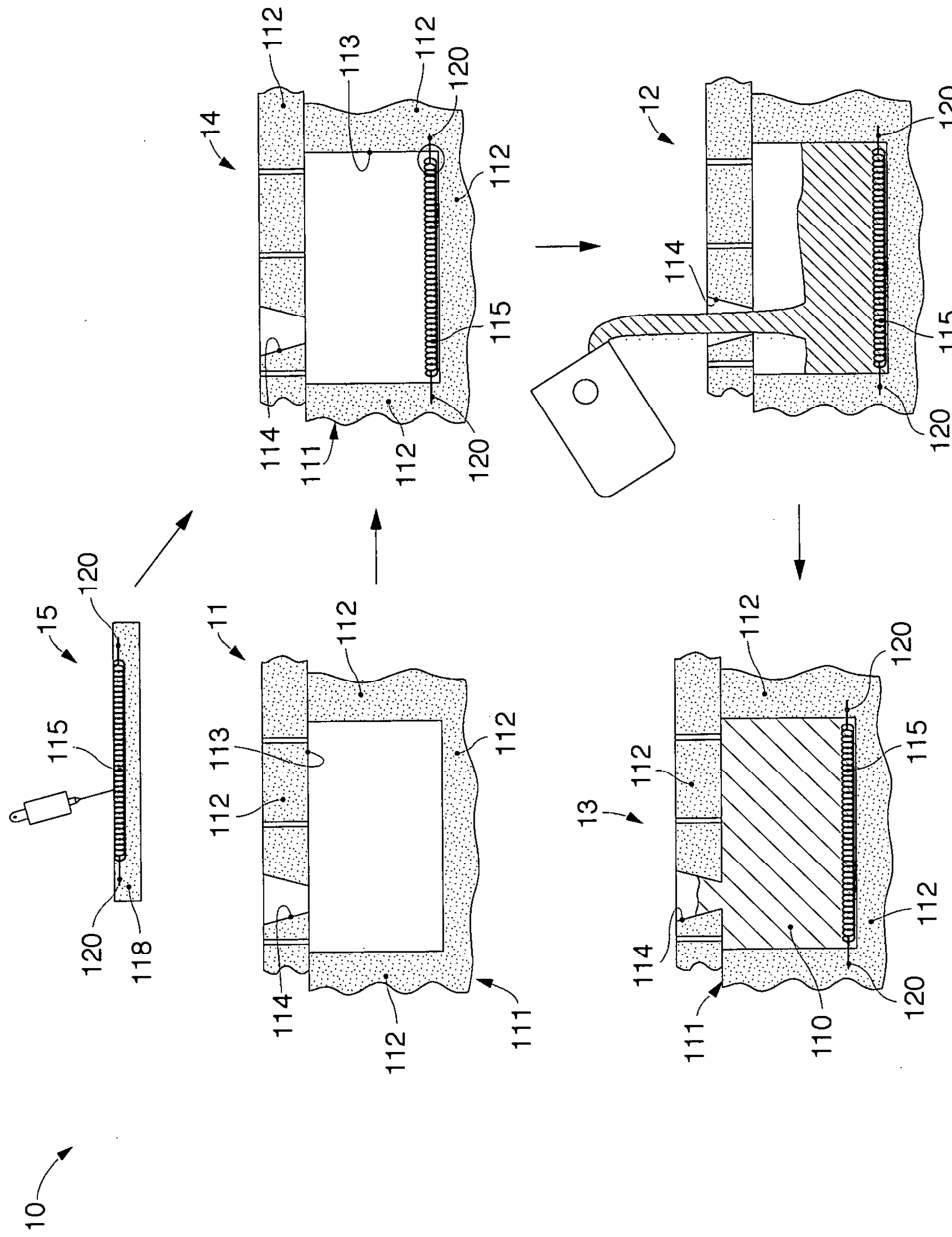


fig. 1

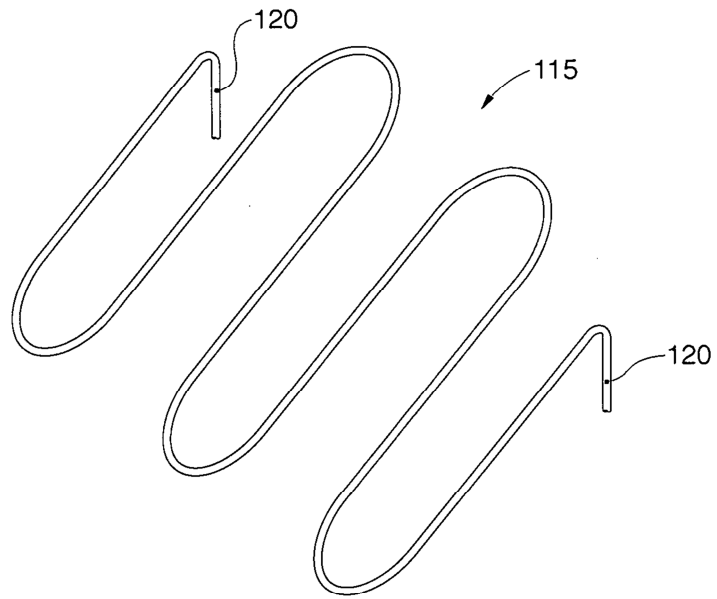


fig. 2

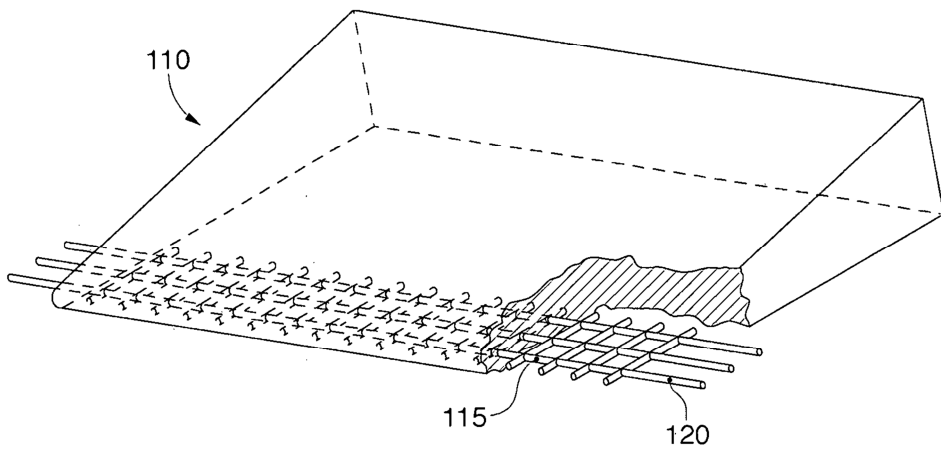


fig. 3