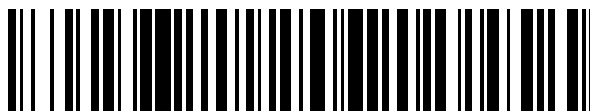


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 852**

51 Int. Cl.:

C22C 37/00 (2006.01)

C22C 37/10 (2006.01)

C22C 37/06 (2006.01)

C21D 5/00 (2006.01)

C22C 33/08 (2006.01)

C21D 9/00 (2006.01)

F01C 21/08 (2006.01)

F04C 18/356 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2012** **PCT/KR2012/009576**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013** **WO2013073821**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2012** **E 12850028 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2780487**

54 Título: **Hierro colado de aleación y método de fabricación de pistón oscilante usando el mismo**

30 Prioridad:

14.11.2011 KR 20110118384

09.02.2012 KR 20120013480

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

26.05.2017

73 Titular/es:

LG ELECTRONICS INC. (100.0%)
20, Yeouido-don, Yeongdeungpo-gu
Seoul 150-721, KR

72 Inventor/es:

PARK, JAE BONG

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 613 852 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

Hierro colado de aleación y método de fabricación de pistón oscilante usando el mismo

La presente invención se refiere a un pistón oscilante de hierro colado de aleación para un compresor rotatorio y un método de fabricación de dicho pistón oscilante para un compresor rotatorio.

- 5 Generalmente, un compresor incluye un motor de impulsión para generar una fuerza de impulsión en un espacio interno de una cubierta, y una unidad de compresión acoplada al motor de impulsión y comprimir un refrigerante. El compresor se puede clasificar en diversos tipos de acuerdo con un método de compresión de refrigerante. Por ejemplo, en el caso de un compresor rotatorio, la unidad de compresión incluye un cilindro para formar un espacio de compresión, un álabe para impulsar la fuerza de compresión del cilindro al interior de una cámara de succión y una cámara de descarga, una pluralidad de miembros de cojinete para soportar el álabe y formar el espacio de compresión junto con el cilindro, y un pistón oscilante montado de forma rotatoria en el cilindro.

- 10 El álabe se inserta en una rendija de álabe del cilindro, y el espacio de compresión está dividido en dos partes a medida que el final del álabe se fija a la circunferencia externa del pistón oscilante. Durante el proceso de compresión, el álabe se desliza de forma continua en la rendija del álabe. En este caso, el álabe debería presentar una resistencia elevada y elevada resistencia a la abrasión, ya que debería entrar en contacto de forma continua con un refrigerante de alta temperatura y alta presión, y mantener un estado unido al pistón oscilante y el cojinete para evitar la fuga de refrigerante.

- 15 Igual que el álabe, también se requiere que el pistón oscilante tenga elevada resistencia a la abrasión, ya que desarrolla un movimiento de deslizamiento por medio de contacto lineal del álabe al tiempo que está en contacto con la superficie circunferencial interna del cilindro.

El documento EP 1 688 506 A1 divulga una guía de álabe de fundición gris sometido a aleación.

El documento JP 2006-206986 divulga hierro colado que tiene excelente resistencia a la corrosión y resistencia al desgaste.

- 20 El documento JP 10-081934 describe un material de guía deslizante para partes de alta temperatura capaz de soportar temperatura elevada sin deterioro de la trabajabilidad.

El documento JP 57-194241 describe hierro colado que tiene una resistencia al desgaste mejorada por medio de adición de cantidades específicas de Cu y Ca a hierro colado fundido que contiene P para aumentar el número de células eutécticas durante la solidificación y para distribuir esteadita de forma fina y uniforme.

- 30 No obstante, el pistón oscilante convencional tiene los siguientes problemas. En primer lugar, a medida que se forma el pistón oscilante convencional por medio de hierro colado que tiene la dureza (HRC) de 30~40, puede experimentar abrasión cuando se somete el compresor a impulsión durante un largo período de tiempo. Esto puede provocar fuga de refrigerante. Especialmente, un lubricante nuevo tal como HFC que sustituye CFC, cuyo uso se ha interrumpido debido a la destrucción de la capa de ozono, tiene una función de lubricación menor que CFC. Además, a medida que el compresor tiene una velocidad de impulsión mayor o mayor presión de impulsión por parte de un inversor para reducir el consumo energético, se requiere que el pistón oscilante tenga una mayor resistencia a la abrasión que el convencional.

- 35 Con el fin de mejorar la resistencia a la abrasión, el pistón oscilante convencional se fabrica a partir de hierro colado de aleación obtenido por medio de adición de diversos tipos de elementos sobre fundición gris. Más específicamente, se añaden Mo, Ni, Cr, etc. a fundición gris para mejorar la resistencia a la abrasión o la dureza. No obstante, el elevado coste de Mo, Ni, Cr, etc., que corresponde a un 40 % del coste de material del hierro colado de aleación, puede provocar un aumento del coste de fabricación.

Solución al problema

Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un hierro colado de aleación para fabricación de un pistón oscilante que tenga un coste menor que la técnica convencional.

- 40 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de fabricación de un pistón oscilante con menor coste que la técnica convencional.

- 50 Para lograr estas y otras ventajas y, de acuerdo con la finalidad de la presente invención, tal y como se viene realizando y se describe ampliamente en la presente memoria, se proporciona un pistón oscilante de hierro colado para un compresor rotatorio de acuerdo con la reivindicación 1 que consiste, en peso, en un 3,0~3,5 % de carbono (C), 2,2~2,4 % de silicio (Si), 0,5~1,0 % de manganeso (Mn), 0,1~0,3 % de fósforo (P), 0,06~0,08 % de azufre (S), 0,7~1,0 % de cromo (Cr), 0,6~1,0 % de cobre (Cu) y un equilibrio formado por Fe e impurezas inevitables, en el que un 3~8 % de la estructura de esteadita está formado en volumen.

El pistón oscilante de hierro colado de aleación experimenta un procesado térmico que incluye templado y atemperado. El templado se lleva a cabo manteniendo el pistón oscilante de hierro colado de aleación a 900 ± 10 °C durante 90~150 minutos, después enfriando en aceite el pistón oscilante de hierro colado de aleación hasta 50~90 °C, y después manteniendo el hierro colado de aleación a 50~90 °C durante 5~7 horas.

- 5 El atemperado se puede llevar a cabo manteniendo el pistón oscilante de hierro colado de aleación a 250 ± 10 °C durante 150-210 minutos, y después enfriando el pistón oscilante de hierro colado de aleación a temperatura ambiente al aire.

El pistón de hierro colado de aleación atemperado tiene una dureza de Rockwell de 45-55.

- 10 Para lograr estas y otras ventajas y de acuerdo con la finalidad de la presente invención, tal y como viene realizado y ampliamente descrito en la presente memoria, también se proporciona un método de fabricación de un pistón oscilante para un compresor rotatorio de acuerdo con la reivindicación 2, comprendiendo el método: una etapa de fusión para preparar un metal fundido que comprende de 3,0-3,5 % de carbono (C), 2,2~2,4 % de silicio (Si), 0,5~1,0 % de manganeso (Mn), 0,1~0,3 % de fósforo (P), 0,06~0,08 % de azufre (S), 0,7~1,0 % de cromo (Cr), 0,6~1,0 % de cobre (Cu) y un equilibrio formado por Fe e impurezas inevitables; una etapa de colada para verter el
- 15 metal fundido en un molde y enfriar por medio de preparación de un semi-producto en el que se forma un 3~8 % de estructura de esteadita en volumen; una etapa de molienda para moler el semi-producto enfriado hasta obtener una forma prescrita; y una etapa de procesado térmico para procesar térmicamente el semi-producto molido para obtener una dureza de 45~55.

- 20 La etapa de procesado térmico incluye templado y atemperado. El templado se lleva a cabo manteniendo el hierro colado de aleación a 900 ± 10 °C durante 90~150 minutos, después enfriando en aceite el hierro colado de aleación hasta 50-90 °C, y después manteniendo el hierro colado de aleación a 50~90 °C durante 5~7 horas. Y, el atemperado se lleva a cabo manteniendo el hierro colado de aleación a 250 ± 10 °C durante 150-210 minutos, y después enfriando el hierro colado de aleación a temperatura ambiente al aire.

Efectos ventajosos de la invención

- 25 La presente invención puede tener las siguientes ventajas.

El pistón oscilante de la presente invención se puede fabricar de forma barata minimizando la cantidad de Cr costoso, o mediante la exclusión de Ni y Mo, y puede tener una propiedad mecánica suficiente.

Especialmente, a medida que se añade la cantidad apropiada de Cu al hierro colado, se puede mejorar la función de corte, y se pueden mejorar más la resistencia a la tracción y la resistencia a la abrasión.

- 30 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista en sección de un compresor rotatorio que tiene un pistón oscilante formado por hierro colado de aleación de acuerdo con una realización de la presente invención,

La Figura 2 es una vista en corte transversal de una parte de compresión del compresor rotatorio de la Figura 1;

- 35 Las Figuras 3A a 3C son fotografías que muestran la estructura de matriz del hierro colado de aleación de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

Las Figuras 4A a 4C son fotografías que muestran la estructura de matriz de hierro colado de aleación de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

Las Figuras 5A a 5C son fotografías que muestran la estructura de matriz de hierro colado de aleación de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

- 40 Las Figuras 6A a 6C son fotografías que muestran la estructura de matriz de hierro colado de aleación de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención;

Las Figuras 7A a 7C son fotografías que muestran la estructura de matriz de hierro colado de aleación de acuerdo con una quinta realización de la presente invención; y

- 45 Las Figuras 8A a 8C son fotografías que muestran la estructura de matriz de hierro colado de aleación de acuerdo con una sexta realización de la presente invención.

Modo de la invención

Ahora se hace referencia con detalle a las realizaciones preferidas de la presente invención, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Se pretende que la presente invención abarque modificaciones, y variaciones de la presente invención con la condición de que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes.

Ahora se proporciona una descripción con detalle de un dispositivo de drenaje y un refrigerador que tienen lo mismo de acuerdo con una realización, con referencia a los dibujos adjuntos.

A continuación, se explican las realizaciones preferidas del pistón oscilante de hierro colado de aleación de acuerdo con la presente invención con más detalle. En primer lugar, se explica esquemáticamente un compresor rotatorio que tiene un pistón oscilante formado por el hierro colado de aleación con referencia a las Figuras 1 y 2.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, el compresor rotatorio comprende una parte de motor 20 y una parte de compresión 30 instalada en un recipiente hermético 30. La parte de compresión 30 incluye un cilindro 31, un cojinete superior 32, un cojinete inferior 33, un pistón oscilante 34, un álabe 35, etc. El número de referencia 21 indica un estator, 22 indica un rotor, 23 indica un eje de rotación, SP indica tubería de succión y DP indica una tubería de descarga.

El pistón oscilante 34 adicionalmente incluye cromo (Cr) y cobre (Cu), así como también elementos fundición gris generales formado por (C), silicio (Si), manganeso (Mn), fósforo (P), azufre (S) y hierro (Fe), de manera que su dureza (HRC) pueda estar aproximadamente dentro del intervalo de 45 ~ 55. A continuación, se explica cada elemento.

(1) Carbono (C): 3,0 ~ 3,5 %

El carbono del hierro colado existe en forma de grafito (plombagina), o carburo expresado como Fe_3C . La mayoría del carbono existe en forma de carburo. Generalmente, se implementa una pequeña cantidad de carbono en forma de carburo, lo que provoca la dificultad en la implementación de una estructura de grafito en forma de escamas. Por tanto, la cantidad de carbono se ajusta para que sea igual a no más de un 3,0 % para obtener una estructura uniforme de grafito en forma de escamas. Como la cantidad de carbono es grande, el punto de solidificación disminuye. Esto resulta ventajoso a la hora de mejorar la aptitud de colada, pero provoca elevada fragilidad y afecta de manera negativa a la resistencia a la tracción debido a una cantidad excesiva de precipitación de grafito. Es decir, cuando la saturación de carbono (Sc) es de aproximadamente 0,8 ~ 0,9, el valor de resistencia a la tracción es el más elevado. Por tanto, se puede obtener un gran resistencia a la tracción ajustando la cantidad máxima de carbono (C) en un 3,5 %.

(2) Silicio (Si): 2,2 ~ 2,4 %

Silicio es un elemento para acelerar la formación de grafito, que sirve para precipitar carburo como plombagina de forma de descomposición. Es decir, la adición de silicio proporciona el mismo efecto de aumento de la cantidad de carbono. Además, el silicio contribuye a una estructura fina de grafito que existe en el hierro colado, provocando el desarrollo de la estructura de grafito en forma de escamas. La estructura de grafito en forma de escamas desarrollada se genera como grafito esferoidal por medio de magnesio o un agente de formación de esferoides, etc. No obstante, silicio también sirve para mejorar la resistencia a la tracción mejorando la estructura de matriz de hierro colado cuando se añade al hierro colado en grandes cantidades. Es decir, si aumenta Si/C, disminuye la cantidad de grafito. Y, se mejora la resistencia a la tracción a medida que la estructura de la matriz se ve reforzada por alto contenido de silicio, lo cual se muestra de forma más clara cuando se coloca un agente de inoculación en el metal fundido. Desde este punto de vista, se determinó que la cantidad de silicio estaba dentro del intervalo un 2,2 ~ 2,4 %.

(3) Manganeso (Mn): 0,5 ~ 1,0 %

Manganeso es un elemento para la aceleración de la fundición blanca lo cual evita la formación de grafito del carbono, y sirve para estabilizar el carbono combinado (es decir, cementita). Además, el manganeso es eficaz cuando se implementa una estructura de matriz de tipo perlita de hierro colado, ya que evita la precipitación de ferrita e implementa una perlita fina. Especialmente, manganeso se combina con azufre incluido en el hierro colado, formando de este modo sulfuro de mangano. El sulfuro de mangano flota hasta la superficie del metal fundido, y se retira en forma de escoria o se solidifica. Entonces, el sulfuro de mangano permanece en el hierro colado como inclusión no metálica, evitando de este modo la generación de sulfuro de hierro. Es decir, el manganeso también sirve para neutralizar el daño de azufre. La cantidad de manganeso viene determinada dentro del intervalo de 0,5 ~ 1,0 %, para aceleración en hierro colado de tipo perlita y para la retirada de azufre.

(4) Cromo (Cr): 0,7 ~ 1,0 %

Cromo es un elemento que evita la formación de grafito, y provoca hierro blanco cuando se añade al hierro colado de aleación en grandes cantidades. Y, el cromo reduce la trabajabilidad mejorando en exceso la dureza. Por otra parte, el cromo estabiliza el carburo, y mejora la resistencia térmica. Por consiguiente, se añadió un 0,7 ~ 1,0 % de cromo al hierro colado para mejorar el rendimiento mecánico y la resistencia térmica. Además, el cromo mejora la propiedad de templado, y estabiliza el hierro colado de perlita durante la transformación eutéctica. Especialmente, dado que cromo tiene una característica similar a molibdeno en cuanto a densidad, etc, se puede utilizar como agente de sustitución de molibdeno. Por consiguiente, el coste de material se puede reducir al tiempo que se puede obtener una propiedad física similar, sustituyendo molibdeno costoso por cromo barato.

(5) Cobre (Cu): 0,6 ~ 1,0 %

Cobre es un elemento capaz de hacer que el grafito tenga una forma gruesa y corta, capaz de reducir el grafito enfriado de tipo D y E y capaz de producir la aceleración de un grafito en forma de escamas de tipo A. Además, el cobre mejora la uniformidad de la estructura por medio de implementación de perlita fina, acelerando la formación de perlititas y acortando la distancia entre las perlititas, y reduce la diferencia de calidad de un producto. El cobre mejora la aptitud de colada aumentando la fluidez del metal fundido, y reduce la tensión restante.

El cobre hace que la estructura sea compacta, y mejora la resistencia a la tracción, la dureza, etc. del hierro colado. El cobre mejora el efecto de templado, y mejora la función de corte. Dichos efectos se muestran significativamente cuando el hierro colado contiene aproximadamente un 3,0 % de carbono. Cuando se añade de forma conjunta con el cromo al hierro colado, se pueden obtener efectos más excelentes. Es decir, la características del cobre para acelerar la formación de grafito y la características de estabilización de cromo se neutralizan, lo cual aumenta la resistencia a la tracción y la dureza, y permite la inoculación más eficaz de una colada fina.

(6) Fósforo (P): 0,1 ~ 0,3 %

Fósforo forma un compuesto de Fe_3P , y existe como esteadita eutéctica terciaria junto con ferrita y cementita (carburo de hierro). El Fe_3P se sobreenfría de forma sencilla y provoca la denominada formación de lascas en el molde. Por tanto, a medida que aumenta la cantidad de fósforo, aumenta la fragilidad y la resistencia a la tracción disminuye de forma drástica. Especialmente, si la cantidad de fósforo supera un 0,3 %, Fe_3P se distribuye en forma de una red continua. Esto puede provocar que la estructura intercristalina no sea uniforme, y degrade la función mecánica. Por consiguiente, la cantidad de fósforo se ajusta en 0,1 ~ 0,3 %, de forma que Fe_3P se distribuye en forma de una red discontinua o isla. Bajo esta configuración, se evita la degradación del rendimiento mecánico.

(7) Azufre (S): 0,06 ~ 0,08 %

A medida que se añade azufre al hierro colado de aleación en grandes cantidades, se reduce la fluidez del metal fundido, se aumenta la cantidad de contracción y puede aparecer un orificio de contracción o una fisura. Por tanto, es preferible que el hierro colado de aleación contenga una cantidad pequeña de azufre. No obstante, cuando la cantidad de azufre es de un 0,1 % o menos, no se provocan dichos problemas. Por tanto, la cantidad de azufre se controla para que esté dentro del intervalo de 0,06 ~ 0,08 %.

Los elementos anteriormente mencionados se mezclan unos con otros para producir de este modo un hierro colado de aleación. El hierro colado de aleación se usa para fabricar un pistón oscilante de un compresor. A continuación, se explican procesos de fabricación de un pistón oscilante para un compresor, estando formado el pistón oscilante por el hierro colado de aleación.

(1) Fundición

Los elementos anteriormente mencionados están seleccionados en una relación apropiada para producir, de este modo, una materia prima. A continuación, la materia prima se coloca en un horno de inducción de media frecuencia, y se calienta hasta provocar la fusión completa. Posteriormente, se funde la materia prima.

(2) Inoculación

Se introduce un agente de inoculación en el metal fundido en la etapa de fundición. El inoculo sirve para acelerar la formación de grafito generando tantos núcleos de grafito como resulte posible, y para aumentar la resistencia por medio de una distribución uniforme de grafito. Como material de inoculación, se usa una aleación de bario-silicio (FeSi72Ba2). En este caso, la cantidad añadida de FeSi72Ba2 es de un 0,4 ~ 1,0 % de la masa del metal fundido.

(3) Colada

El metal fundido inoculado en la etapa de inoculación se coloca en un molde pre-fabricado para que tenga la cavidad deseada. En este caso, se lleva a cabo la colada por medio de un proceso de moldeo de cubierta o un proceso de moldeo de revestimiento usando una arena revestida con resina. El semi-producto de pistón oscilante enfriado contiene grafito y carburo que tiene una estructura de escamas y la cantidad de esteadita se fija en un 3 ~ 8 % en volumen. La esteadita tiene una estructura muy dura, que resulta ventajosa para mejorar la dureza y la resistencia a la abrasión. No obstante, si está presente una cantidad excesiva de esteadita en el hierro colado de aleación, la trabajabilidad se reduce en gran medida y aumenta la fragilidad. Por tanto, el contenido de cada elemento se controla para que la relación en volumen de esteadita pueda estar dentro del intervalo anterior.

(4) Molienda

El semi-producto de pistón oscilante obtenido en la etapa de colada se muele para, de este modo, procesarlo con la forma deseada.

(5) Procesado térmico

Un proceso térmico incluye templado y atemperado.

- 5 Templado: se mantiene el semi-producto de pistón oscilante molido a 900 ± 10 °C durante 90 ~ 150 minutos, usando un horno de resistencia eléctrica capaz de controlar la temperatura del aire. Entonces, se enfría en aceite el semi-producto de pistón oscilante molido hasta 50 ~ 90 °C y después se mantiene a 50 ~ 90 °C durante 5 ~ 7 horas.

- Atemperado

Se mantiene el semi-producto que se ha templado por completo, a 250 ± 10 °C durante 150 ~ 210 minutos, y después se enfría hasta temperatura ambiente al aire.

- 10 Cuando se compara con un caso en el que molibdeno y níquel están presentes en el hierro colado de aleación, la esteadita no se distribuye de manera uniforme en el hierro colado de aleación de la presente invención. Con el fin de distribuir uniformemente esteadita, la temperatura para el templado y el atemperado aumenta.

(6) Molienda fina y pulido

El pistón oscilante templado y atemperado en el procesado térmico experimenta procesos de molienda fina y pulido, presentando de este modo una forma final y una calidad de superficie deseadas.

- 15 (7) Sulfuración

El pistón oscilante obtenido por medio de los procesos de molienda fina y pulido experimenta un proceso de sulfuración, presentando de este modo una capa sulfurada sobre su superficie con un espesor de 0,005 ~ 0,015 mm. La capa sulfurada sirve para mejorar la propiedad lubricante y la resistencia a la abrasión del pistón oscilante, junto con el grafito en forma de escama que existe en el pistón oscilante.

- 20 Se fabricaron los elementos anteriores en forma de 6 muestras, que tenían contenidos diferentes dentro del intervalo anteriormente mencionado, que se muestra en la siguiente tabla 1.

Tabla 1

N.º	C	Si	Mn	P	S	Cr	Cu
1	3,0	2,25	0,5	0,1	0,06	0,7	0,6
2	3,1	2,4	0,6	0,15	0,06	0,7	0,7
3	3,2	2,3	0,7	0,2	0,07	0,8	0,8
4	3,3	2,4	0,8	0,25	0,07	0,8	0,9
5	3,4	2,2	0,9	0,25	0,08	0,9	0,9
6	3,5	2,35	1,0	0,3	0,08	1,0	1,0

- 25 En la tabla 1, cada contenido se expresa en peso (%). La propiedad física medida con respecto a cada muestra fabricada para incluir dichos elementos se explica a continuación.

Realización 1

- 30 La dureza del pistón oscilante tras colada fue tan elevada como 98HRB. No obstante, la dureza tras el procesado térmico fue de 49HRC y la resistencia a la tracción fue de 293 MPa. Haciendo referencia a la Figura 3A, el grafito precipitado en la estructura de la Realización 1 es de aproximadamente un 85 % de grafito tipo A en el que el grafito en forma de escamas está suavemente curvado y está distribuido de manera uniforme. Generalmente, el grafito en forma de escamas de tipo A es el más excelente entre el grafito de tipo A-E. Por tanto, puede apreciarse que el pistón oscilante tiene una excelente propiedad física en la Realización 1.

Haciendo referencia a la Figura 3B, puede apreciarse que el contenido de esteadita es de aproximadamente un 3 %. Haciendo referencia a la Figura 3C, puede apreciarse que la estructura de matriz de la Realización 1 es martensita.

- 35 A partir de los resultados, puede apreciarse que el pistón oscilante de la Realización 1 tiene la dureza y resistencia a la abrasión más excelentes que las del pistón oscilante convencional formado por hierro colado de aleación y tiene una dureza de 30 ~ 40. Además, el pistón oscilante de la presente invención tiene una función similar a un pistón oscilante que contiene Ni, Mo y Cr y que tiene la dureza de aproximadamente un 46 ~ 56.

Realización 2

La dureza tras la colada fue tan elevada como 99HRB. No obstante, la dureza tras el procesado térmico fue de 50HRC y la resistencia a la tracción fue de 298MPa. Haciendo referencia a la Figura 4A, el grafito precipitado en la estructura de la Realización 2 es de aproximadamente un 90 % de grafito de tipo-A en el que el grafito en forma de escamas está suavemente curvado y está distribuido de manera uniforme. Por tanto, puede apreciarse que el pistón oscilante también tiene una propiedad física excelente en la Realización 2.

Haciendo referencia a la Figura 4B, puede apreciarse que el contenido de esteadita es de aproximadamente un 3,5 %. Haciendo referencia a la Figura 4C, puede apreciarse que la estructura de matriz de la Realización 2 es martensita.

También puede apreciarse que el pistón oscilante de la Realización 2 tiene la dureza y resistencia a la abrasión más excelentes que el pistón oscilante convencional formado por hierro colado de aleación. Además, el pistón oscilante de la presente invención tiene una función similar al pistón oscilante que contiene Ni, Mo y Cr.

Realización 3

La dureza tras la colada fue tan elevada como 100HRB. No obstante, la dureza tras el procesado térmico fue de 51HRC y la resistencia a la tracción fue de 300MPa. Haciendo referencia a la Figura 5A, el grafito precipitado en la estructura de la Realización 3 es de aproximadamente un 95 % de grafito de tipo-A en el que el grafito en forma de escamas está suavemente curvado y está distribuido de manera uniforme. Por tanto, puede apreciarse que el pistón oscilante también tiene una propiedad física excelente en la Realización 3.

Haciendo referencia a la Figura 5B, puede apreciarse que el contenido de esteadita es de aproximadamente un 4 %. Haciendo referencia a la Figura 5C, puede apreciarse que la estructura de matriz de la Realización 3 es martensita.

También puede apreciarse que el pistón oscilante de la Realización 3 tiene la dureza y resistencia a la abrasión más excelentes que el pistón oscilante convencional formado por hierro colado de aleación. Además, el pistón oscilante de la presente invención tiene una función similar al pistón oscilante que contiene Ni, Mo y Cr.

Realización 4

La dureza tras la colada fue tan elevada como 101HRB. No obstante, la dureza tras el procesado térmico fue de 52HRC y la resistencia a la tracción fue de 305MPa. Haciendo referencia a la Figura 6A, el grafito precipitado en la estructura de la Realización 4 es de aproximadamente un 85 % de grafito de tipo-A en el que el grafito en forma de escamas está suavemente curvado y está distribuido de manera uniforme. Por tanto, puede apreciarse que el pistón oscilante también tiene una propiedad física excelente en la Realización 4.

Haciendo referencia a la Figura 6B, puede apreciarse que el contenido de esteadita es de aproximadamente un 4,5 %. Haciendo referencia a la Figura 6C, puede apreciarse que la estructura de matriz de la Realización 4 es martensita.

También puede apreciarse que el pistón oscilante de la Realización 4 tiene la dureza y resistencia a la abrasión más excelentes que el pistón oscilante convencional formado por hierro colado de aleación. Además, el pistón oscilante de la presente invención tiene una función similar al pistón oscilante que contiene Ni, Mo y Cr.

Realización 5

La dureza tras la colada fue tan elevada como 102HRB. No obstante, la dureza tras el procesado térmico fue de 52HRC y la resistencia a la tracción fue de 310MPa. Haciendo referencia a la Figura 7A, el grafito precipitado en la estructura de la Realización 5 es de aproximadamente un 90 % de grafito de tipo-A en el que el grafito en forma de escamas está suavemente curvado y está distribuido de manera uniforme. Por tanto, puede apreciarse que el pistón oscilante también tiene una propiedad física excelente en la Realización 5.

Haciendo referencia a la Figura 7B, puede apreciarse que el contenido de esteadita es de aproximadamente un 5 %. Haciendo referencia a la Figura 7C, puede apreciarse que la estructura de matriz de la Realización 5 es martensita.

También puede apreciarse que el pistón oscilante de la Realización 5 tiene la dureza y resistencia a la abrasión más excelentes que el pistón oscilante convencional formado por hierro colado de aleación. Además, el pistón oscilante de la presente invención tiene una función similar al pistón oscilante que contiene Ni, Mo y Cr.

Realización 6

La dureza tras la colada fue tan elevada como 103HRB. No obstante, la dureza tras el procesado térmico fue de 53HRC y la resistencia a la tracción fue de 308MPa. Haciendo referencia a la Figura 8A, el grafito precipitado en la estructura de la Realización 6 es de aproximadamente un 95 % de grafito de tipo-A en el que el grafito en forma de escamas está suavemente curvado y está distribuido de manera uniforme. Por tanto, puede apreciarse que el pistón oscilante también tiene una propiedad física excelente en la Realización 6.

Haciendo referencia a la Figura 8B, puede apreciarse que el contenido de esteadita es de aproximadamente un 6 %. Haciendo referencia a la Figura 8C, puede apreciarse que la estructura de matriz de la Realización 6 es martensita.

- 5 También puede apreciarse que el pistón oscilante de la Realización 6 tiene la dureza y resistencia a la abrasión más excelentes que el pistón oscilante convencional formado por hierro colado de aleación. Además, el pistón oscilante de la presente invención tiene una función similar al pistón oscilante que contiene Ni, Mo y Cr.

Los resultados anteriores se muestra en la tabla 2 siguiente.

Tabla 2

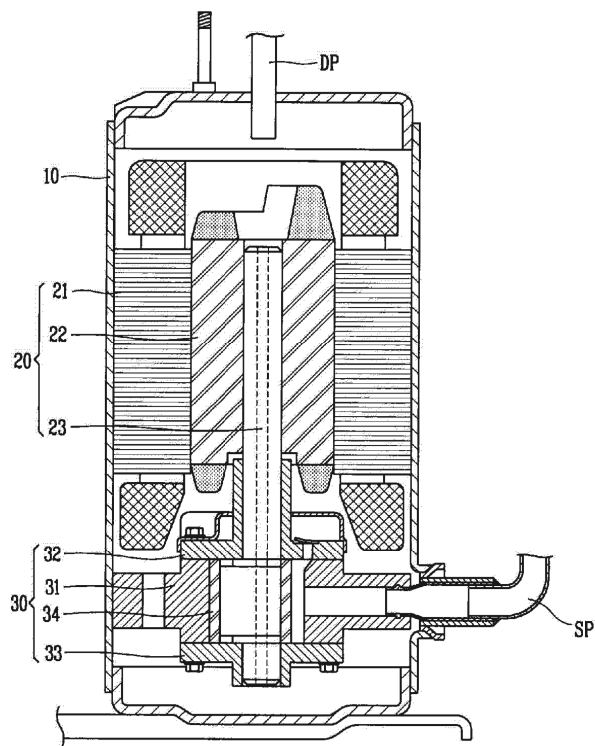
N.º	1	2	3	4	5	6
Dureza tras colada (HRB)	98	99	100	101	102	103
Dureza tras procesado térmico (HRC)	49	50	51	52	52	53
Resistencia a la tracción (MPa)	293	298	300	305	310	308
Estructura de matriz	Martensita	Martensita	Martensita	Martensita	Martensita	Martensita
Contenido de Esteadita (%)	3	3,5	4	4,5	5	6
Tipo de Grafito (tipo-A) (%)	85	90	95	85	90	95

- 10 Como se ha mencionado anteriormente, el pistón oscilante de acuerdo con cada una de las realizaciones tiene la dureza y resistencia a la abrasión más excelentes que el pistón oscilante convencional formado por hierro colado de aleación, y tiene una resistencia a la tracción mejorada. Además, el pistón oscilante de acuerdo con cada realización tiene una función similar a un pistón oscilante que contiene Ni, Mo y Cr costosos. Por tanto, el pistón oscilante de la presente invención se puede fabricar de forma barata.

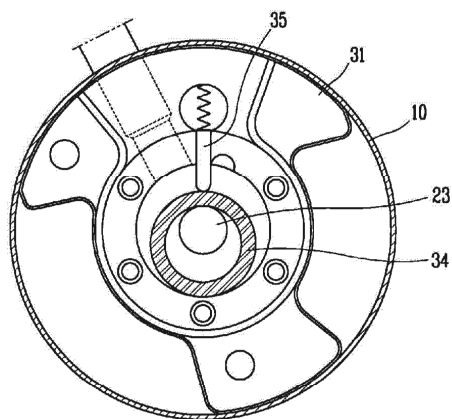
REIVINDICACIONES

- 1.- Un pistón oscilante de hierro colado de aleación para un compresor rotatorio que consiste en, en peso:
- 3,0 ~ 3,5 % de carbono (C);
- 2,2 ~ 2,4 % de silicio (Si);
- 5 0,5 ~ 1,0 % de manganeso (Mn);
- 0,1 ~ 0,3 % de fósforo (P);
- 0,06 ~ 0,08 % de azufre (S);
- 0,7 ~ 1,0 % de cromo (Cr);
- 0,6 ~ 1,0 % de cobre (Cu); y
- 10 equilibrio de Fe e impurezas inevitables,
- en el que el pistón oscilante de hierro colado de aleación tiene una estructura de matriz de martensita y un 3 ~ 8 % en volumen de estructura de esteadita.
- en el que el grafito precipitado en la estructura de matriz de martensita es un 85 % o más de grafito de tipo A en forma de escamas, y
- 15 en el que el pistón oscilante de hierro colado de aleación tiene una dureza de Rockwell de 45 ~ 55 HRC.
2. Un método de fabricación de un pistón oscilante para un compresor rotatorio de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el método:
- una etapa de fusión de preparación de un metal fundido que consiste en, en peso, 3,0 ~ 3,5 % de carbono (C), 2,2 ~ 2,4 % de silicio (Si), 0,5 ~ 1,0 % de manganeso (Mn), 0,1 ~ 0,3 % de fósforo (P), 0,06 ~ 0,08 % de azufre (S), 0,7 ~ 1,0 % de cromo (Cr), 0,6 ~ 1,0 % de cobre (Cu) y equilibrio de Fe e impurezas inevitables;
- 20 una etapa de colada para verter el metal fundido en un molde y enfriamiento preparando de este modo un semi-producto en el que se forma un 3 ~ 8 % en volumen de estructura de esteadita;
- una etapa de molienda para moler el semi-producto enfriado hasta obtener una forma prescrita;
- una etapa de procesamiento térmico para procesar térmicamente el semi-producto molido;
- 25 una etapa de molienda fina y pulido; y
- una etapa de sulfuración opcional para la formación de una capa sulfurada que tiene un espesor de 0,005 - 0,015 mm sobre la superficie del pistón oscilante;
- en el que la etapa de procesamiento térmico incluye templado y atemperado,
- en el que el templado se lleva a cabo manteniendo el hierro colado de aleación a 900 ± 10 °C durante 90 ~ 150 minutos, enfriando posteriormente en aceite el hierro colado de aleación hasta 50 ~ 90 °C y manteniendo después el hierro colado de aleación a 50 ~ 90 °C durante 5 ~ 7 horas.
- 30 en el que el atemperado se lleva a cabo manteniendo el hierro colado de aleación a 250 ± 10 °C durante 150 ~ 210 minutos, y después enfriando el hierro colado de aleación a temperatura ambiente al aire.

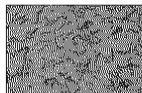
[Fig. 1]



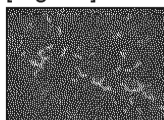
[Fig. 2]



[Fig. 3a]



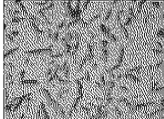
[Fig. 3b]



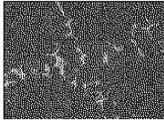
[Fig. 3c]



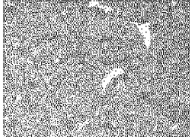
[Fig. 4a]



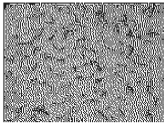
[Fig. 4b]



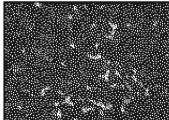
[Fig. 4c]



[Fig. 5a]



[Fig. 5b]



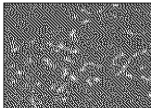
[Fig. 5c]



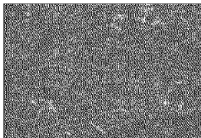
[Fig. 6a]



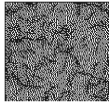
[Fig. 6b]



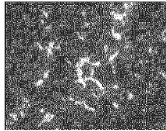
[Fig. 6c]



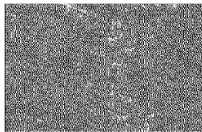
[Fig. 7a]



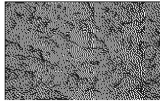
[Fig. 7b]



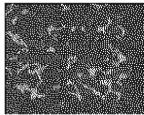
[Fig. 7c]



[Fig. 8a]



[Fig. 8b]



[Fig. 8c]

