

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 875**

51 Int. Cl.:

<b>C22C 38/58</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/44</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/46</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/48</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/50</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/52</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/54</b>	(2006.01)
<b>C21C 7/00</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2017 E 17187909 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3287540**

54 Título: **Acero austenítico resistente al calor cr-mn-n y un procedimiento de fabricación del mismo**

30 Prioridad:

**26.08.2016 CN 201610740208**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**15.02.2021**

73 Titular/es:

**TIANJIN NEW WEI SAN INDUSTRIAL CO., LTD.  
(100.0%)  
No. 2 Jin Fa Rd., Shang Ma Tai Industrial Area,  
Wu Qing District  
Tianjin, CN**

72 Inventor/es:

**CHEN, YOUSAN;  
CHEN, CHANGBIN;  
LIN, ZHENGDE;  
GUO, ZHIXIONG;  
MILLER, MICHELLE;  
XIE, CHENGXING;  
WANG, JINHUI;  
WEN, XUEWEN;  
TAN, MINGMING;  
ZONG, LINTAO y  
TIAN, HENGLIN**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

**ES 2 805 875 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

Acero austenítico resistente al calor cr-mn-n y un procedimiento de fabricación del mismo

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere al campo del acero para automóviles y, en particular, a un acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N y a un procedimiento de fabricación del mismo.

**Antecedentes**

10 Con la mayor función y ligereza de los automóviles, la temperatura de los gases de escape del automóvil aumenta debido al incremento de la velocidad del motor, y la temperatura de trabajo más alta del colector de escape y del turbocompresor, conectado al motor, puede llegar a 1050 °C o incluso más. Por consiguiente, esto requiere que los materiales utilizados para la carcasa de la turbina y el colector de escape no sólo tengan suficiente resistencia a altas temperaturas y resistencia al calor, sino también una buena estabilidad dimensional y una gran ductilidad, así como una buena capacidad de conducción del calor durante su largo período de servicio a temperatura elevada.

15 Actualmente, los materiales de la carcasa del turbocompresor y del colector de escape son principalmente hierro dúctil hi-sil-moly y hierro dúctil Ni-resist (véase los documentos CN 103898398A y CN 103898397A). La temperatura de trabajo más alta de los materiales es inferior a 1000 °C, y no pueden trabajar normalmente a temperaturas más altas. Además, cuando se trabaja a temperaturas superiores a 1000 °C, los materiales tienen problemas como una baja conductividad térmica, una reducción de la resistencia a altas temperaturas y un alto coeficiente de expansión térmica asociado con la oxidación y el límite de fatiga térmica. Además, los materiales también tienen una desventaja de alto costo debido a la adición de una gran cantidad de elemento de níquel. Por lo tanto, estos  
20 materiales no pueden cumplir los requisitos de los motores de alto rendimiento.

El documento US 5 019 332 A revela aleaciones de acero inoxidable austenítico resistentes al calor, la corrosión y el desgaste.

**Sumario**

25 En vista de lo mencionado, un objetivo de la presente invención es proporcionar un acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N con una alta resistencia a altas temperaturas, una alta conductividad térmica y un bajo coeficiente de expansión térmica, así como características de alta estabilidad de la estructura metalográfica, buena estabilidad dimensional, alta ductilidad, resistencia al calor, resistencia al impacto y bajo costo de fabricación, con lo que se cumplirán los requisitos de los motores de alto rendimiento.

Para lograr el objetivo anterior, la presente invención proporciona los siguientes esquemas técnicos.

30 La presente invención proporciona un acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N como se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 Preferentemente, el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N comprende, en porcentaje en peso, carbono 0,30% a 0,45%, silicio 0,80% a 1,50%, manganeso 3,00% a 4,80%, fósforo menos de 0,02%, azufre menos de 0,02%, cromo 23,00% a 26,00%, níquel 6,50% a 7,00%, molibdeno menos de 0,20%, niobio menos de 0,30%, tungsteno menos de 0,40%, vanadio menos de 0,12%, nitrógeno 0,40% a 0,50%, circonio menos de 0,08%, cobalto menos de 0,08%, itrio menos de 0,08%, boro menos de 0,10%, con el resto hierro.

40 En la presente invención, tanto el elemento manganeso como el elemento nitrógeno pueden facilitar la formación de austenita, y el elemento nitrógeno tiene 30 veces más capacidad para facilitar la formación de austenita que el elemento níquel. El elemento níquel es reemplazado por los elementos de manganeso y nitrógeno para facilitar la formación de la austenita. El costo de los elementos manganeso y nitrógeno es sólo del 20% al 30% del costo del elemento de níquel. Así, el acero austenítico resistente al calor puede ser producido con un menor costo de producción. Además, el elemento de nitrógeno también tiene la capacidad de estabilizar la microestructura a temperaturas elevadas, aumentar la resistencia a temperaturas elevadas, mejorar la resistencia a las picaduras y resistir el agrietamiento por corrosión bajo tensión. El elemento de manganeso puede actuar como un buen agente  
45 desulfurador y un buen desoxidante, y así hacer que el contenido de azufre y oxígeno que contiene el acero líquido se mantenga a un nivel más bajo, mejorar la resistencia instantánea a temperaturas elevadas y mejorar la resistencia a la ruptura y el rendimiento de fluencia del material. El acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N que proporciona la presente invención tiene características de resistencia a altas temperaturas, alta conductividad térmica, excelente rendimiento de fatiga a altas temperaturas, menor coeficiente de expansión térmica, mayor  
50 estabilidad de la estructura metalográfica, buena estabilidad dimensional, mayor ductilidad, resistencia al calor, resistencia al impacto, bajos costos de producción, etc., con lo que se cumplen los requisitos de los motores de alto rendimiento. Por lo tanto, el acero de la presente invención puede ser ampliamente utilizado como material de la carcasa de la turbina del automóvil y el colector de escape.

La presente invención proporciona además un procedimiento de fabricación del acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Preferentemente, después de un tiempo de permanencia del material fundido en el paso b) como se define en las reivindicaciones adjuntas, se realiza un proceso de eliminación de escorias.

- 5 El procedimiento de fabricación del acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N que proporciona la presente invención es simple. El acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N fabricado por este procedimiento tiene características de resistencia a altas temperaturas, alta conductividad térmica, excelente rendimiento de fatiga a altas temperaturas, menor coeficiente de expansión térmica, mayor estabilidad de la estructura metalográfica, buena estabilidad dimensional, mayor ductilidad, resistencia al calor, resistencia al impacto, bajos costos de producción, etc., para cumplir así con los requisitos de los motores de alto rendimiento.
- 10

### Descripción detallada

- En la presente invención, la fuente de los materiales de aleación en bruto de los elementos no está particularmente limitada, se dispone de cualquier producto básico en el mercado de los materiales de aleación en bruto bien conocido por los expertos en la materia. En las realizaciones de la presente invención, los materiales de aleación en bruto de los elementos son preferentemente silicio-hierro, manganeso, ferrocromo de carbono ultra bajo, ferroniobio, ferrotungsteno, ferrovanadio, chapa de níquel, aleación de ferrocromo nitrurado, metal de circonio, metal de itrio, metal de cobalto y ferroboro.
- 15

En la presente invención, la temperatura para la fundición en el paso (a) es de 1580 a 1700 °C, más preferentemente de 1600 a 1680 °C, y más preferentemente de 1630 a 1650 °C.

- 20 En la presente invención, el tiempo para la fundición en el paso (a) es preferentemente de 0,5 a 3,0 h, más preferentemente de 0,6 a 2,0 h, y más preferentemente de 0,8 a 1,5 h.

- En la presente invención, los modos de calentamiento para fundir los materiales de aleación en bruto no están particularmente limitados, cualquier modo de calentamiento bien conocido por los expertos en la materia está disponible. Los dispositivos para fundir los materiales de aleación en bruto no están particularmente limitados, cualquier dispositivo de fundición bien conocido por los expertos en la materia puede estar disponible. En las realizaciones de la invención presente, el proceso de fundición es preferentemente llevado a cabo en un horno de inducción de frecuencia media.
- 25

- Después de obtener el material fundido, el material fundido se deja un tiempo de permanencia de unos minutos, y luego se moldea para obtener el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N. El tiempo de permanencia es de 3 a 20 minutos, más preferentemente de 5 a 15 minutos, y más preferentemente de 8 a 12 minutos.
- 30

- Después del tiempo de permanencia, preferentemente se realiza un proceso de remoción de la escoria del material fundido para remover la escoria de la superficie del material fundido. El proceso de remoción de escoria no está particularmente limitado, cualquier proceso de remoción de la escoria bien conocido por los expertos en la técnica puede ser apropiado. En la invención presente, un proceso mecánico de remoción de la escoria se considera preferente.
- 35

Según la presente invención, el material fundido, una vez transcurrido el tiempo de permanencia, se moldea. La temperatura del acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N que se moldea en estado fundido es de 1550 a 1650 °C, más preferentemente de 1560 a 1630 °C, y más preferentemente de 1580 a 1620 °C.

- 40 En la presente invención, el dispositivo para el cual el material fundido que se va a colar para ser moldeado una vez transcurrido el tiempo de permanencia no está particularmente limitado, cualquier dispositivo bien conocido por los expertos en la materia disponibles apropiado. En las realizaciones de la invención presente, el proceso por medio del cual el material fundido que se va a colar para ser moldeado es preferentemente realizado en un balde de colada.

- 45 En la presente invención, después de que el material fundido se moldea, se realizan preferentemente procesos de limpieza con chorro de arena, rectificado, desbarbado e inspección. Los procesos de limpieza por chorro de arena, rectificado, desbarbado e inspección no están particularmente limitados, cualquier proceso bien conocido por los expertos en la técnica está disponible.

- 50 El procedimiento de fabricación del acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N que proporciona la presente invención es simple. El acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N fabricado por este procedimiento tiene características de resistencia a altas temperaturas, alta conductividad térmica, excelente rendimiento de fatiga a altas temperaturas, resistencia a la oxidación a altas temperaturas, menor coeficiente de expansión térmica, mayor estabilidad de la estructura metalográfica, buena estabilidad dimensional, mayor ductilidad, resistencia al calor, resistencia al impacto, bajos costos de producción, etc., con lo que se cumplen los requisitos de los motores de alto rendimiento.

El acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N y el procedimiento para fabricarlo del mismo de la presente invención se describirán en detalle más adelante en combinación con ejemplos, pero estos ejemplos no deben interpretarse como una limitación del ámbito de la invención.

**Ejemplo 1**

5 I. Ingredientes: materias primas principales en porcentaje en peso: carburante 0,32%, chatarra de acero 43,39%, nitruro de cromo 8,58%, ferrocromo ultra bajo en carbono 34,31%, manganeso electrolítico 5,15%, ferrosilicio 1,25% y chapa de níquel 7,0%.

10 II. Fundición: para la fundición se utilizó un horno de inducción de frecuencia media. La capacidad del horno de inducción puede variar entre 0,5 y 3 toneladas. Las materias primas pesadas se introdujeron secuencialmente en el horno de inducción de frecuencia media, que luego se energizó y calentó. Después de que los materiales se derritieran completamente, la temperatura dentro del horno de inducción de frecuencia media se elevó a 1580 °C. Se realizó un análisis espectroscópico del material fundido dentro del horno de inducción de frecuencia media utilizando una tira de prueba para el análisis espectroscópico. El resultado del análisis se muestra en la siguiente tabla.

15

Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb
(%) en peso	0,43	1,20	4,72	0,010	0,008	25,64	6,72	0,013	0,0076
Elemento	W	V	N	Zr	Y	B	Co	Fe	
(%) en peso	0,0141	0,1084	0,4967	0,052	0,061	0,002	0,07	60,4472	

20 III. Vaciado y procesado del material fundido: después de que la composición química del material fundido cumpliera los requisitos, el acero líquido dentro del horno se calentó a 1630 °C y luego se vació. Antes del vaciado, el horno se apagó durante un tiempo de descanso de 8 minutos, y luego se eliminó la escoria de la superficie del acero líquido. Un balde de colada suficientemente precalentado se colocó a la salida de acero líquido del horno de inducción, esperando a que se vaciara el acero líquido. Una vez terminado el vaciado, la escoria de la superficie del acero líquido era removida, y se esperó a realizar la colada.

25 IV. Colada y desprendimiento del molde: cuando la temperatura de colada alcanzó 1550 °C, se realizó un proceso de colada. Después de 40 minutos desde la finalización de la colada, se realizó un proceso de desprendimiento del molde.

V. Posprocesamiento: después del proceso de desprendimiento del molde, se realizaron los procesos de limpieza con chorro de arena, rectificando, desbarbado, inspección, etc., de modo que se obtuvo un acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N.

30 Se ensayó el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N producido en el Ejemplo 1, y los resultados fueron los siguientes: la resistencia a la tracción a 1050 °C fue de 78 MPa o superior, el límite elástico fue de 75 MPa o superior, la conductividad térmica fue de 28,1 W/(m<sup>2</sup>-K) o superior, el módulo de elasticidad fue de 105 GPa o superior, y el coeficiente de expansión térmica a 1100 °C fue de 20,0 (1/K-10<sup>-6</sup>); el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N tenía propiedades como una excelente resistencia a altas temperaturas, una alta conductividad térmica y una rápida velocidad de termodifusión; y el Ni fue sustituido por Mn y N, con lo que se redujeron considerablemente los costos de producción.

**Ejemplo de referencia**

I. Ingredientes: materias primas principales en porcentaje en peso: carburante 0,35%, chatarra de acero 43,29%, nitruro de cromo 8,65%, ferrocromo ultrabajo en carbono 33,71%, manganeso electrolítico 5,35%, ferrosilicio 1,55% y chapa de níquel 7,1%.

40 II. Fundición: para la fundición se utilizó un horno de inducción de frecuencia media. La capacidad del horno de inducción puede variar entre 0,5 y 3 toneladas. Las materias primas pesadas se introducían secuencialmente en el horno de inducción de frecuencia media, que luego se energizó y calentó. Después de que los materiales se derritieran completamente, la temperatura dentro del horno de inducción de media frecuencia se elevó a aproximadamente 1600 °C. Se realizó un análisis espectroscópico del material fundido dentro del horno de inducción de frecuencia media utilizando una tira de prueba para el análisis espectroscópico. El resultado del análisis se muestra en la siguiente Tabla.

45

## ES 2 805 875 T3

Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb
(%) en peso	0,50	1,23	4,76	0,020	0,010	25,40	6,79	0,034	0,0015
Elemento	W	V	N	Zr	Y	B	Co	Fe	
(%) en peso	0,0079	0,0966	0,4395	0,043	0,055	0,0018	0,09	60,5207	

5 III. Vaciado y procesamiento del material fundido: después de que la composición química de la colada cumpliera los requisitos, el acero líquido dentro del horno se calentó a 1680 °C y luego se coló. Antes del vaciado, y el horno fue apagado por un tiempo de descanso de 3 minutos, y luego la escoria en la superficie del acero líquido fue removida. Un balde de colada suficientemente precalentado se colocó a la salida de acero líquido del horno de inducción, esperando a que se vaciara el acero líquido. Después de completar el vaciado, la escoria en la superficie del acero líquido fue removida, y se esperó a realizar la colada.

10 IV. Colada y desprendimiento del molde: cuando la temperatura de la colada alcanzó los 1650 °C, se realizó un proceso de colada. Después de 60 minutos desde la finalización de la colada, se realizó un proceso de desprendimiento del molde.

V. Posprocesamiento: después del proceso de desprendimiento del molde, se realizó procesos de limpieza por chorro de arena, rectificado, desbarbado e inspección, etc., de modo que se obtuvo un acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N.

### 15 Ejemplo comparativo

Se utilizaron las mismas materias primas y se pesaron según sus respectivas cantidades. Se hizo una comparación entre un acero austenítico resistente al calor Cr-Ni designado como GX40CrNiSiNb25-20 según la norma europea EN 10295 y el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N producido en el Ejemplo 2. El resultado del análisis de la composición del anterior se enumera en la siguiente Tabla.

20 Resultado del análisis de la composición del acero austenítico resistente al calor Cr-Ni designado como GX40CrNiSiNb25-20

Elemento	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Nb
(%) en peso	0,40	1,24	1,06	0,020	0,010	24,85	19,54	0,03	1,42
Elemento	W	V	N	Zr	Y	B	Co	Fe	
(%) en peso	-	0,089	-	-	-	-	-	51,341	

25 De la comparación entre las composiciones de los dos materiales anteriores se desprende que las principales diferencias son las cantidades de elementos Mn, Ni, Nb y N. En la tabla siguiente se ha hecho una comparación de costos entre los dos materiales anteriores en base a 1000 kg de acero líquido (el número 1 representa el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N producido en el ejemplo 2, y el número 2 representa el acero resistente al calor designado como GX40CrNiSiNb25-20).

	Materia prima	Mn	Fe-Cr ultrabajo en carbono	Placa de Ni	Fe-Nb	CrN	Chatarra de acero	Total (RMB)
	Precio (RMB/kg)	11,1	12,55	70,3	175,5	17,4	1,8	
	Rendimiento	100%	60%	100%	60%	8,5%	100%	

## ES 2 805 875 T3

	Materia prima	Mn	Fe-Cr ultrabajo en carbono	Placa de Ni	Fe-Nb	CrN	Chatarra de acero	Total (RMB)
No, 1	Cantidad añadida (kg)	50	367	70	-	56	457	
	Costo de la materia prima añadida	555	4606	4921	-	974	823	11879
No, 2	Cantidad añadida	13	417	200	24	-	346	
	Costo de la materia prima añadida	144	5233	14060	4212	-	623	24272
PS: El costo de la aleación de Zr, Y, Co y B añadida para el material No. 1 fue de 580 RMB en total.								

Desde el punto de vista del costo, el costo del acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N fue sólo el 51% del costo del acero resistente al calor designado como GX40CrNiSiNb25-20.

- 5 En comparación con el ejemplo comparativo, el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N de la presente invención exhibió un aumento de 219 MPa en el límite elástico a temperatura ambiente, un aumento de 379 MPa en la resistencia a la tracción, un aumento del 7,8% en el módulo de elasticidad a temperatura ambiente, un aumento del 30,4% en la conductividad térmica a temperatura ambiente y un aumento del 14,4% en la conductividad térmica a 1100 °C. Los resultados de las pruebas específicas se enumeran en la Tabla 1.

Tabla 1 Comparación de los resultados de los ensayos específicos entre el Ejemplo 2 y el Ejemplo Comparativo

Propiedades Número	R <sub>p0.2</sub> (MPa)		R <sub>m</sub> (MPa)		E (GPa)		λ/W/(m·K)-1	
	RT	1100°C	RT	1100°C	RT	1100°C	50°C	1100°C
1	523	58	850	59	193	105	13,3	30,9
2	304	46	471	50	179	104	10,2	27,0

10

De la comparación de propiedades anteriores se desprende que la propiedad del acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N de la presente invención era superior al Ejemplo Comparativo, y los costes de producción se redujeron considerablemente.

- 15 Las descripciones anteriores son sólo representaciones preferentes de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. El acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N, que comprende, en porcentaje en peso:

5 carbono 0,30% a 0,45%, silicio 0,80% a 1,50%, manganeso 3,00% a 4,80%, fósforo menos de 0,02%, azufre menos de 0,02%, cromo 23,00% a 26,00%, níquel 6,00% a 8,00%, molibdeno menos de 0,20%, niobio menos de 0,30%, tungsteno menos de 0,40%, vanadio menos de 0,12%, nitrógeno 0,30 a 0,60%, circonio menos del 0,08%, cobalto menos del 0,08%, itrio menos del 0,08%, boro menos del 0,10%, con el resto de hierro.

2. Un procedimiento de fabricación del acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N de la reivindicación 1, que comprende los siguientes pasos:

10 a) formación de un material fundido mediante la fundición de las materias primas de aleación de los elementos; y  
(b) después de un tiempo de permanencia, el material fundido formado en el paso (a) se cuela y moldea para obtener el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N;

15 en el que, una temperatura para la fundición en dicho paso (a) es de 1580 a 1700 °C; un tiempo de permanencia del material fundido en dicho paso (b) es de 3 a 20 minutos; y una temperatura para el acero austenítico resistente al calor Cr-Mn-N que se está colando y moldeando es de 1550 a 1650 °C.

3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que, después del tiempo de permanencia del material fundido en dicho paso b), se realiza un proceso de eliminación de escoria.