

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 926 943**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01) C21D 8/02	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)	
C22C 38/04	(2006.01)	
C22C 38/06	(2006.01)	
C22C 38/22	(2006.01)	
C22C 38/26	(2006.01)	
C22C 38/28	(2006.01)	
C22C 38/38	(2006.01)	
C21D 1/26	(2006.01)	
C21D 9/46	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2018** **PCT/CN2018/092879**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2019** **WO19001424**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2018** **E 18824845 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.08.2022** **EP 3647455**

54 Título: **Placa de acero de doble fase recocido laminado en frío y método de fabricación de la misma**

30 Prioridad:

29.06.2017 CN 201710514480

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2022

73 Titular/es:

**BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD. (100.0%)
No.885 Fujin Road Baoshan District
Shanghai 201900, CN**

72 Inventor/es:

**LI, WEI;
ZHU, XIAODONG y
XUE, PENG**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 926 943 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

Placa de acero de doble fase recocido laminado en frío y método de fabricación de la misma

- 5 La presente invención se refiere a un acero y un método para la fabricación del mismo y, más particularmente, a un acero de doble fase y a un método para la fabricación del mismo.

Antecedentes de la técnica

- 10 En la industria de la automoción, se requieren placas de acero con mayor resistencia para la reducción del peso. Por consiguiente, el acero de doble fase de ultraalta resistencia con una resistencia a la tracción de 980 MPa o más se está convirtiendo en la primera opción para la industria de la automoción, debido a que este grado de resistencia del acero puede reducir eficazmente el peso de la carrocería del automóvil y mejorar la seguridad. Con el fin de reducir el peso propio de la carrocería del automóvil y lograr el fin de reducir el consumo de energía, al tiempo que garantizar el rendimiento de seguridad de la carrocería del automóvil, el acero de alta resistencia, el acero de alta resistencia especialmente avanzado, se usa cada vez más en el diseño de la carrocería del automóvil. El acero de doble fase se usa ampliamente en la producción de piezas de automóviles debido a sus excelentes propiedades, tales como el bajo límite elástico, la alta resistencia a la tracción y la alta velocidad de endurecimiento por trabajo inicial. Sin embargo, ya que la demanda de adelgazamiento es cada vez mayor, los usuarios demandan incluso un acero con un espesor de 0,5 a 0,7 mm, especialmente en el uso de asientos del automóvil.

Sin embargo, en la actualidad, el espesor de una calidad de resistencia ultraalta de acero de doble fase recocido laminado en frío es principalmente entre 1,0 y 2,3 mm.

- 25 En vista de esto, se desea obtener un acero de doble fase de calidad de 1.000 MPa ultradelgado para cumplir con los requisitos industriales.

- El documento WO 2015/043411 A1 divulga una banda de acero dúplex laminado en frío con alta formabilidad y un método de fabricación de la misma, en donde los componentes químicos de la banda de acero en porcentaje en peso son C al 0,06-0,095 %, Si al ≤0,4 %, Mn al 2,05-2,35 %, Cr al 0,7-Mo-Ni/2 %, Mo al 0,1-0,3 %, Ni al 2x(Mo-0,18) %, P al ≤0,015 %, S al ≤0,003 %, N al ≤0,005 %, Nb al 0-0,04 %, Ti al 0,01-0,05 %, Al al 0,015-0,05 % y el resto que es Fe e impurezas inevitables.

Sumario de la invención

- 35 Uno de los objetivos de la presente invención consiste en proporcionar un acero de doble fase recocido laminado en frío que tenga una resistencia a la tracción de 1.000 MPa o más, un alargamiento a la rotura del 12 % o más y una excelente propiedad de flexión.

- 40 Con el fin de lograr el objetivo anterior, la presente invención proporciona una placa de acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la reivindicación 1. En la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío, el acero tiene una microestructura de ferrita y martensita y comprende los siguientes elementos químicos en porcentaje en masa:

- 45 del 0,08 % al 0,1 % de C, del 1,95 % al 2,2 % de Mn, del 0,1 % al 0,6 % de Si, del 0,020 % al 0,050 % de Nb, del 0,020 % al 0,050 % de Ti, del 0,015 % al 0,045 % de Als, del 0,40 % al 0,60 % de Cr, del 0,2 % al 0,4 % de Mo, del 0,001 % al 0,005 % de Ca y el resto que es Fe y otras impurezas inevitables.

Los inventores diseñaron los elementos químicos del acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención y el principio de diseño es el siguiente:

- 50 Carbono: en el acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención, el carbono es un elemento fortalecedor de la solución en estado sólido, para el aseguramiento de la obtención de una alta resistencia del material. Cuando el porcentaje en masa de carbono es demasiado alto o demasiado bajo, este no resulta propicio para el rendimiento del acero. Por lo tanto, el porcentaje en masa de carbono está entre el 0,08 y el 0,1 %. Si el porcentaje en masa de carbono es menor del 0,08 %, el contenido de austenita es bajo cuando se calienta en la misma región crítica (ferrita y austenita), lo que da como resultado una resistencia insuficiente. Si el porcentaje en masa de carbono es superior al 0,1 %, el equivalente de carbono aumenta y la soldabilidad es desfavorable.

- 60 Manganeso: el Mn es un elemento que potencia fuertemente la capacidad de endurecimiento de la austenita y aumenta eficazmente la resistencia del acero, pero es desventajoso para la soldadura. Por lo tanto, el porcentaje en masa de Mn es del 1,95 al 2,2 %. Cuando el porcentaje en masa de Mn es menor del 1,95 %, la resistencia del acero es insuficiente. Cuando el porcentaje en masa de Mn es superior al 2,2 %, tanto la resistencia del acero como el equivalente de carbono son demasiado altos.

- 65 Silicio: el Si es un elemento fortalecedor de la solución en estado sólido. Por un lado, el Si puede mejorar la resistencia del material; por otro lado, el Si puede acelerar la segregación de carbono en austenita y purificar la ferrita, mejorando, de este modo, el rendimiento del producto terminado. Además, el silicio disuelto en la fase de ferrita puede promover

el endurecimiento por trabajo para aumentar el alargamiento y mejorar la tensión por esfuerzo local, contribuyendo, de este modo, a la mejora de la propiedad de flexión. Sin embargo, el exceso de silicio añadido en el acero se concentra fácilmente sobre la superficie para formar una película de óxido que es difícil de retirar. Por lo tanto, en la solución técnica de la presente invención, el porcentaje en masa de Si es del 0,1 al 0,6 %.

5 Niobio: el Nb es un elemento de precipitación de carbonitruros. El Nb puede refinar granos, precipitar carbonitruros y mejorar la resistencia del material. Por lo tanto, el porcentaje en masa de Nb en el acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención es del 0,020 al 0,050 %.

10 Titanio: el Ti es un elemento de precipitación de carbonitruros y se usa para fijar nitrógeno y refinar granos. Por lo tanto, el porcentaje en masa de Ti en el acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención es del 0,020 al 0,050 %.

15 Al: el Al tiene los efectos de desoxidar y refinar los granos de cristal en el acero. Por lo tanto, el porcentaje en masa de Al se controla para que sea hasta entre el 0,015 y el 0,045 %.

Cromo: el Cr puede mejorar la capacidad de endurecimiento del acero y facilitar la formación de la estructura de martensita. Por lo tanto, el porcentaje en masa de Cr se controla para que sea hasta entre el 0,40 y el 0,60 %.

20 Molibdeno: el Mo puede mejorar la capacidad de endurecimiento del acero, aumentar eficazmente la resistencia del acero, mejorar la distribución de carburos y mejorar el rendimiento global del acero. En el caso de no añadir el B, la solución técnica de la presente invención comprende Mo en un porcentaje en masa del 0,2 al 0,4 %. Cuando el porcentaje en masa de Mo es menor del 0,2 %, el efecto del mismo no resulta evidente y los carburos no se pueden dispersar. Cuando el porcentaje en masa de Mo es superior al 0,4 %, la resistencia es demasiado alta.

25 Calcio: el Ca precipita S en forma de CaS, suprime la generación de grietas y resulta ventajoso para la mejora de la propiedad de flexión. Con el fin de lograr los efectos anteriores, resulta necesario controlar que el porcentaje en masa de Ca para que sea del 0,001 % o mayor. Sin embargo, si el porcentaje en masa de Ca supera el 0,005 %, se satura el efecto del mismo. Por lo tanto, en el acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención, el porcentaje en masa de Ca es del 0,001 al 0,005 %.

30 Nitrógeno: el N es un elemento de impureza en el acero. Un contenido excesivo de N tiende a causar grietas sobre la superficie de la plancha. Por lo tanto, cuanto menor sea el porcentaje en masa de N mejor es. Teniendo en cuenta el coste de producción y las condiciones del proceso, el porcentaje en masa de N se controla para que sea hasta el 0,005 % o menos.

Fósforo: el P es un elemento de impureza en el acero. Cuanto menor sea el porcentaje en masa de P mejor es. Teniendo en cuenta el coste de producción y las condiciones del proceso, el P es del 0,015 % o menos.

40 Azufre: el S es un elemento de impureza en el acero. Cuanto menor sea el porcentaje en masa de S mejor es. Teniendo en cuenta el coste de producción y las condiciones del proceso, el S es del 0,005 % o menos.

45 Además, en la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención, la relación de la fase de martensita es del 50 % o más y la relación de la fase de martensita respecto a la fase de ferrita es mayor de 1 y menor de 4.

50 En las soluciones técnicas anteriores, desde el punto de vista de las propiedades integrales de resistencia y tenacidad, la microestructura del acero de doble fase recocido laminado en frío requiere una fase de ferrita blanda y una fase de martensita dura. Con el fin de lograr especificaciones ultrafinas y una resistencia alta, la relación de la fase martensita en la estructura debe ser al menos del 50 %. La relación de la fase de martensita respecto a fase de ferrita es mayor de 1 y menor de 4 por las siguientes razones. Cuando la relación de la fase de martensita respecto a la fase de ferrita es mayor de 1, se mejoran la capacidad de deformación local y la propiedad de flexión del material. Sin embargo, si la relación de la fase martensita respecto a la fase ferrita es mayor de 4, el alargamiento se reduce drásticamente debido al contenido de ferrita reducido en gran medida. Por lo tanto, la relación de la fase de martensita respecto a la fase de ferrita es mayor de 1 y menor de 4.

55 Además, en la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención, la martensita tiene un tamaño de grano promedio de 3 a 6 μm .

60 En las soluciones técnicas anteriores, si el tamaño de grano promedio de la martensita es demasiado pequeño, tales granos de cristal tienden a convertirse en el origen de grietas locales, lo que da como resultado una disminución de la deformabilidad local y, finalmente, una disminución de la capacidad de flexión. Sin embargo, si el tamaño de grano promedio de la martensita es demasiado grande, el grado de austenización es demasiado alto, lo que da como resultado una resistencia excesivamente alta y un alargamiento excesivamente bajo del material. Por lo tanto, el tamaño de grano promedio de la martensita es de 3 a 6 μm .

Además, la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención tiene preferentemente una resistencia a la tracción de 1.000 MPa o más y un alargamiento a la rotura de 12 % o más.

Además, la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención tiene preferentemente un espesor de 0,5 a 0,7 mm.

Otro objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un método para la fabricación de la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío anterior. La placa de acero obtenida mediante el método de fabricación de la presente invención tiene las ventajas de una resistencia alta y un tamaño ultradelgado, y es adecuada para su uso en automóviles y es particularmente adecuada para la preparación del chasis y la placa trasera de los asientos.

Con el fin de lograr el objetivo anterior, la presente invención proporciona un método para la fabricación de la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío anterior de acuerdo con la reivindicación 5. El método comprende las etapas de:

- (1) fundir y colar;
- (2) laminar en caliente;
- (3) laminar en frío;
- (4) recocer;
- (5) laminar por templado.

Además, en el método de fabricación de acuerdo con la presente invención, en la etapa (2), con el fin de asegurar la estabilización de la carga de laminación, la temperatura de calentamiento es preferentemente de 1.200 °C o más alta. En paralelo, con el fin de prevenir un aumento en la pérdida por combustión oxidativa, el límite superior de la temperatura de calentamiento es preferentemente de 1.260 °C. Por lo tanto, la plancha se sumerge a una temperatura de 1.200 a 1.260 °C y, a continuación, se lamina. Además, teniendo en cuenta la moldeabilidad después del recocido y la irregularidad de la estructura debido a los granos gruesos, la temperatura de laminación de acabado es de 840 a 930 °C y, después de la laminación, la plancha se enfría a una velocidad de 20 a 70 °C/s y, a continuación, se enrolla. La temperatura de bobinado es preferentemente de 500 a 620 °C desde el punto de vista de la forma de la placa de laminación en caliente y la cascarilla de óxido de hierro en la superficie.

Además, en el método de fabricación de la presente invención, en la etapa (3), después de la retirada de la cascarilla de óxido de hierro en la superficie mediante decapado, con el fin de formar más ferrita poligonal en la estructura, la relación de reducción de laminación en frío se controla para que sea hasta entre el 65 y el 78 %.

Además, en el método de fabricación de la presente invención, en la etapa (4), la temperatura de inmersión y el tiempo durante el recocido determinan el grado de austenitización y, finalmente, determinan la relación de la fase martensita respecto a la fase ferrita en la estructura. Una temperatura de inmersión demasiado alta durante el recocido conduce a una proporción excesiva de la fase de martensita, lo que finalmente conduce a una resistencia demasiado alta de la placa de acero obtenida. Sin embargo, si la temperatura de inmersión durante el recocido es demasiado baja, la proporción de la fase de martensita es demasiado pequeña y, finalmente, la resistencia de la placa de acero obtenida es baja. Además, si el tiempo de inmersión durante el recocido es demasiado corto, el grado de austenización es insuficiente; si el tiempo de inmersión durante el recocido es demasiado largo, los granos de austenita se engrosan. Por lo tanto, en el método de fabricación de la presente invención, la temperatura de inmersión durante el recocido se controla para que sea hasta entre 780 y 820 °C y el tiempo de recocido es de 40 a 200 s. Después del recocido, el enfriamiento rápido se realiza a una velocidad de 45 a 100 °C/s. La temperatura de inicio del enfriamiento rápido es de 650 a 730 °C, la temperatura de envejecimiento es de 200 a 260 °C y el tiempo de sobre-envejecimiento es de 100 a 400 s.

Además, en el método de fabricación de la presente invención, en la etapa (5), con el fin de asegurar la planitud de la placa de acero, se requiere una determinada cantidad de nivelación. Sin embargo, si la cantidad de nivelación es demasiado grande, el límite elástico aumentará demasiado. Por lo tanto, en el método de fabricación de la presente invención, preferentemente, la relación de reducción de nivelación se controla para que sea hasta el 0,3 % o menos.

El acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la presente invención tiene una resistencia a la tracción de 1.000 MPa o más, un alargamiento a la rotura del 12 % o más y una excelente propiedad de flexión. Por lo tanto, las placas de acero producidas a partir del mismo son adecuadas para su uso en la industria de la automoción y son particularmente adecuadas para la preparación del chasis y la placa trasera de los asientos.

El método de fabricación de acuerdo con la presente invención también tiene las ventajas anteriores.

Descripción detallada

El acero de doble fase recocido laminado en frío y el método de fabricación del mismo de acuerdo con la presente invención se explicarán e ilustrarán adicionalmente más adelante con referencia a los ejemplos específicos. Sin embargo, las explicaciones e ilustraciones no limitan indebidamente las soluciones técnicas de la presente invención.

Ejemplos 1-6 y Ejemplos comparativos 1-9

La Tabla 1 enumera los porcentajes en masa de los elementos químicos en los aceros de doble fase recocidos laminados en frío de los Ejemplos 1-6 y los aceros convencionales de los Ejemplos comparativos 1-9.

Tabla 1

(% en peso, el resto es Fe y otros elementos de impurezas inevitables distintos de P, S, N)												
N.º	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Nb	Ti	Al	N	Ca
Ejemplo 1	0,095	0,24	2,08	0,012	0,004	0,52	0,25	0,028	0,024	0,035	38 ppm	0,004
Ejemplo 2	0,09	0,18	2,02	0,01	0,002	0,48	0,28	0,025	0,034	0,028	42 ppm	0,003
Ejemplo 3	0,088	0,35	1,99	0,01	0,003	0,55	0,32	0,033	0,029	0,040	27 ppm	0,003
Ejemplo 4	0,1	0,10	2,12	0,014	0,003	0,40	0,20	0,020	0,042	0,022	12 ppm	0,001
Ejemplo 5	0,083	0,60	1,95	0,013	0,002	0,60	0,40	0,050	0,020	0,045	50 ppm	0,002
Ejemplo 6	0,08	0,47	2,20	0,015	0,005	0,43	0,38	0,043	0,050	0,015	9 ppm	0,005
Ejemplo comparativo 1	0,098	0,33	2,2	0,011	0,005	0,58	0,36	0,027	0,025	0,026	42 ppm	0,002
Ejemplo comparativo 2	0,087	0,45	2,03	0,013	0,001	0,48	0,22	0,023	0,024	0,032	39 ppm	0,002
Ejemplo comparativo 3	0,086	0,37	2,11	0,009	0,003	0,51	0,26	0,024	0,026	0,04	33 ppm	0,005
Ejemplo comparativo 4	0,081	0,12	1,96	0,006	0,004	0,43	0,21	0,025	0,02	0,028	35 ppm	0,002
Ejemplo comparativo 5	0,091	0,36	2,08	0,007	0,006	0,47	0,28	0,022	0,025	0,028	40 ppm	0,004
Ejemplo comparativo 6	0,079	0,42	2,04	0,01	0,004	0,44	0,3	0,029	0,029	0,019	30 ppm	0,002
Ejemplo comparativo 7	0,089	0,28	1,97	0,014	0,005	0,66	0,21	0,024	0,022	0,025	28 ppm	0,002
Ejemplo comparativo 8	0,083	0,29	2,16	0,014	0,002	0,52	0,23	0,026	0,028	0,033	35 ppm	0,001
Ejemplo comparativo 9	0,101	0,25	2,09	0,008	0,007	0,49	0,25	0,025	0,026	0,024	38 ppm	0,004

Los aceros de doble fase recocidos laminados en frío de los Ejemplos 1 a 6 y los aceros convencionales de los Ejemplos comparativos 1 a 9 se transforman en placas de acero mediante un método de fabricación que incluye las siguientes etapas:

- (1) fundir y colar de acuerdo con los porcentajes en masa de los elementos químicos enumerados en la Tabla 1;
- (2) laminar en caliente: la plancha se sumergió a una temperatura de 1.200 a 1.260 °C y, a continuación, se laminó; la temperatura de laminación de acabado fue de 840 a 930 °C; después de la laminación, esta se enfrió a una velocidad de 20 a 70 °C/s y, a continuación, se enrolló; la temperatura de bobinado fue de 500 a 620 °C;
- (3) laminar en frío: la relación de reducción de laminación en frío fue del 65 al 78 %;
- (4) recocer: la temperatura de inmersión durante el recocido fue de 780 a 820 °C y el tiempo de recocido fue de 40 a 200 s; después del recocido, se realizó el enfriamiento rápido a una velocidad de 45 a 100 °C/s; la temperatura de inicio del enfriamiento rápido fue de 650 a 730 °C, la temperatura de envejecimiento fue de 200 a 260 °C y el tiempo de sobre-envejecimiento fue de 100 a 400 s;
- (5) laminar por templado a una relación de reducción del 0,3 % o menor.

La Tabla 2 enumera los parámetros del proceso específicos de los métodos de fabricación de los aceros de doble fase recocidos laminados en frío de los Ejemplos 1-6 y los aceros convencionales de los Ejemplos comparativos 1-9.

Tabla 2

N.º	Etapa (2)			Etapa (3)		Etapa (4)					Etapa (5)	
	Temperatura de inmersión (°C)	Temperatura de acabado (°C)	Velocidad de enfriamiento (°C/s)	Temperatura de bobinado (°C)	Reducción de laminación en frío (%)	Temperatura de inmersión durante el recocido (°C)	Tiempo de recocido (s)	Velocidad de enfriamiento rápido (°C/s)	Temperatura de inicio del enfriamiento rápido (°C)	Temperatura de envejecimiento (°C)	Tiempo de sobre envejecimiento (s)	Reducción de laminación por templeado (%)
Ejemplo 1	1240	895	20	580	78	785	40	60	670	250	200	0,2
Ejemplo 2	1230	880	30	590	70	790	80	45	660	230	100	0,1
Ejemplo 3	1250	900	60	570	65	800	120	70	650	240	300	0,2
Ejemplo 4	1200	930	70	620	72	810	160	55	730	200	400	0,3
Ejemplo 5	1210	850	40	540	75	820	180	85	690	220	150	0,1
Ejemplo 6	1260	840	50	500	68	780	200	100	700	260	350	0,1
Ejemplo comparativo 1	1220	<u>830</u>	40	610	70	820	40	60	650	210	250	0,3
Ejemplo comparativo 2	1210	860	50	580	75	800	50	80	700	200	350	0,1
Ejemplo comparativo 3	<u>1270</u>	920	40	540	82	795	70	75	680	260	200	0,1
Ejemplo comparativo 4	<u>1190</u>	910	30	550	66	<u>775</u>	60	<u>40</u>	690	240	150	0,1
Ejemplo comparativo 5	1250	890	20	<u>630</u>	74	800	160	100	710	230	100	0,2
Ejemplo comparativo 6	1200	<u>820</u>	50	600	66	805	120	95	720	220	250	0,3
Ejemplo comparativo 7	1240	870	30	620	69	780	100	65	<u>640</u>	250	400	0,1
Ejemplo comparativo 8	1210	<u>950</u>	40	585	68	810	80	45	670	210	350	0,2

N.º	Etapa (2)			Etapa (3)		Etapa (4)				Etapa (5)		
	Temperatura de inmersión (°C)	Temperatura de acabado (°C)	Velocidad de enfriamiento (°C/s)	Temperatura de bobinado (°C)	Reducción de laminación en frío (%)	Temperatura de inmersión durante el recocido (°C)	Tiempo de recocido (s)	Velocidad de enfriamiento rápido (°C/s)	Temperatura de inicio del enfriamiento rápido (°C)	Temperatura de envejecimiento (°C)	Tiempo de sobre envejecimiento (s)	Reducción de laminación por templado (%)
Ejemplo comparativo 9	1200	900	20	565	71	795	150	60	<u>740</u>	240	300	0.2

ES 2 926 943 T3

La Tabla 3 enumera la microestructura típica, las propiedades mecánicas y la propiedad de flexión de placas de acero elaboradas de los aceros de doble fase recocidos laminados en frío de los Ejemplos 1-6 y los aceros convencionales de los Ejemplos comparativos 1-9.

Tabla 3.

N.º	Microestructura			Propiedad mecánica			Espesor de placa (mm)	Radio de flexión máximo/espesor de placa
	Relación de fase de ferrita (%)	Relación de fase de martensita (%)	Relación de fase de martensita respecto a fase de ferrita	Tamaño de grano de martensita (µm)	Resistencia al alargamiento (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)		
Ejemplo 1	26	74	2,85	3,75	702	1.055	0,53	0,6
Ejemplo 2	34	66	1,94	4,29	675	1.036	0,66	0,5
Ejemplo 3	43	57	1,33	5,5	643	1.028	0,72	0,57
Ejemplo 4	50	50	1,0	3,0	735	1.072	0,70	0,55
Ejemplo 5	45	55	1,22	4,5	624	1.011	0,56	0,62
Ejemplo 6	20	80	4,0	6,0	608	1.002	0,68	0,59
Ejemplo comparativo 1	8	92	11,5	2,16	822	1.126	0,58	1,72
Ejemplo comparativo 2	17	83	4,88	5,11	696	1.045	0,64	1,02
Ejemplo comparativo 3	24	76	3,17	8,58	763	1.087	0,67	1,24
Ejemplo comparativo 4	65	35	0,54	4,74	522	874	0,62	0,54
Ejemplo comparativo 5	22	78	3,55	1,43	726	1.074	0,54	0,98
Ejemplo comparativo 6	42	58	1,38	6,77	693	1.042	0,62	1,16
Ejemplo comparativo 7	14	86	6,42	4,65	688	1.039	0,69	0,94
Ejemplo comparativo 8	52	48	0,92	7,95	663	1.032	0,59	1,07
Ejemplo comparativo 9	36	64	1,78	2,57	677	1.045	0,68	0,93

5 Tal como se puede observar a partir de la Tabla 3, cada uno de los aceros de doble recocidos laminados en frío de los Ejemplos 1-6 tiene una resistencia a la tracción de 1.000 MPa o más, un alargamiento a la rotura del 12 % o mayor y una microestructura de ferrita y martensita, en donde la relación de fase de martensita es del 50 % o más, y la relación de fase de martensita respecto a fase de ferrita es mayor de 1 y menor de 4 y el tamaño de grano promedio de martensita es de 3 a 6 μm . La placa de acero de cada uno de los Ejemplos tiene un espesor de 0,5 a 0,7 mm. Se puede observar que la placa de acero elaborada del acero de doble fase recocido laminado en frío de cada uno de los ejemplos de la presente invención tiene las ventajas de una resistencia alta, un espesor delgado y una propiedad de flexión buena.

REIVINDICACIONES

1. Una placa de acero de doble fase recocido laminado en frío, en donde el acero tiene una microestructura de ferrita y martensita y comprende los siguientes elementos químicos en porcentaje en masa:
5 del 0,08 % al 0,1 % de C, del 1,95 % al 2,2 % de Mn, del 0,1 % al 0,6 % de Si, del 0,020 % al 0,050 % de Nb, del 0,020 % al 0,050 % de Ti, del 0,015 % al 0,045 % de Als, del 0,40 % al 0,60 % de Cr, del 0,2 % al 0,4 % de Mo, del 0,001 % al 0,005 % de Ca y el resto que es Fe y otras impurezas inevitables,
10 en donde la martensita tiene un tamaño de grano promedio de 3 a 6 μm y en donde la relación de fase martensita es del 50 % o más y la relación de fase martensita respecto a fase ferrita es mayor de 1 y menor de 4.
2. El acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el acero de doble fase recocido laminado en frío tiene una resistencia a la tracción de 1.000 MPa o más y un alargamiento a la rotura del 12 % o más.
15
3. La placa de acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la placa de acero tiene un espesor de 0,5 a 0,7 mm.
20
4. Un método para la fabricación de la placa de acero de doble fase recocido laminado en frío de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende las etapas de:
25 (1) fundir y colar;
(2) laminar en caliente, en donde una plancha se sumerge a una temperatura de 1.200 a 1.260 °C, a continuación, se lamina, en donde la temperatura de laminación de acabado se controla para que sea hasta 840~930 °C; después de la laminación, la placa de acero resultante se enfría a una velocidad de 20 a 70 °C/s; y, a continuación, se enrolla a una temperatura de 500~620 °C;
(3) laminar en frío, en donde la relación de reducción de laminación en frío se controla para que sea hasta entre el 65 y el 78 %;
30 (4) recocer, en donde la temperatura de inmersión durante el recocido es de 780 a 820 °C y el tiempo de recocido es de 40 a 200 s; después del recocido, se realiza el enfriamiento rápido a una velocidad de 45 a 100 °C/s y la temperatura de inicio del enfriamiento rápido es de 650 a 730 °C, la temperatura de envejecimiento es de 200 a 260 °C y el tiempo de sobre-envejecimiento es de 100 a 400 s;
(5) laminar por templado.
35
5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en donde, en la etapa (5), la laminación por templado se realiza a una relación de reducción del 0,3 % o menor.