

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 373 709**

51 Int. Cl.:
C22C 38/40 (2006.01)
B23F 1/00 (2006.01)
B21C 37/04 (2006.01)
C25F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02754809 .8**
96 Fecha de presentación: **02.07.2002**
97 Número de publicación de la solicitud: **1412549**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.04.2004**

54 Título: **FIBRAS DE ACERO INOXIDABLE TREFILADAS Y AGRUPADAS EN UN HAZ.**

30 Prioridad:
20.07.2001 EP 01202775

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.02.2012

73 Titular/es:
N.V. BEKAERT S.A.
BEKAERTSTRAAT 2
8550 ZWEVEGEM, BE

72 Inventor/es:
DE BONDT, Stefaan y
DECROP, Jaak

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 373 709 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

Fibras de acero inoxidable trefiladas y agrupadas en un haz

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a fibras de acero inoxidable y haces de fibras de acero inoxidable, obtenidos mediante el trefilado y agrupamientos de alambres en forma de haz. La invención se refiere también a un procedimiento para fabricar tales fibras de acero inoxidable.

Antecedentes de la invención

10 En el trefilado de fibras de acero inoxidable agrupadas en un haz, un cierto número de alambres de acero inoxidable se agrupan formando un haz y se trefilan juntos. Los alambres individuales se separan unos de otros mediante el recubrimiento de cada alambre de acero inoxidable, posiblemente incluso alambres con un diámetro de tamaño varilla, con un material matriz adecuado. Todos los alambres de acero inoxidable, recubiertos con el material matriz, se envuelven con un material envolvente. Una vez que el haz de alambres envueltos, también denominado el alambre compuesto, se trefila hasta el diámetro deseado, se retira el material de envoltura y el material matriz, normalmente mediante lixiviación.

15 Con mucha frecuencia se usa un metal como el hierro o el cobre como material matriz y/o como material de envoltura. El uso de semejante metal como material matriz es ventajoso ya que tiene similares propiedades, en cuanto a capacidad de deformación, a las del alambre de acero inoxidable que tiene que ser trefilado para dar fibras de acero inoxidable. El material de la matriz metálica es compatible con los alambres de acero inoxidable durante las operaciones de trefilado y de recocido. El material de la matriz metálica tiene una resistencia química inferior y permite que las fibras de acero inoxidable se liberen bastante fácilmente del material matriz en un proceso de lixiviación.

20 Un inconveniente importante del uso de un metal como material matriz es la mutua solubilidad del acero inoxidable y del material matriz que se puede observar durante los tratamientos térmicos. Este inconveniente se observa especialmente con aceros inoxidables que tienen un rápido endurecimiento por trabajo en frío y, por lo tanto, requieren frecuentes tratamientos térmicos, por ejemplo AISI 302.

25 Los tratamientos térmicos intermedios, realizados entre dos etapas de trefilado, dan como resultado una difusión de elementos del material matriz en los alambres de acero inoxidable y/o una difusión de los elementos del acero inoxidable, por lo que la composición se puede cambiar, en alguna medida, después de un tratamiento térmico. Este efecto es muy pronunciado en la superficie de las fibras de acero inoxidable.

30 Las diferencias de la composición del acero inoxidable debidas a la difusión pueden originar desconfianza en las propiedades de las fibras de acero inoxidable, por ejemplo, en las propiedades químicas y eléctricas, o en el comportamiento de las fibras de acero inoxidable expuestas a altas temperatura. La técnica anterior proporciona únicamente una solución al inconveniente de la composición no homogénea de la superficie de la fibra de acero inoxidable, que es el uso de la lixiviación electroquímica como procedimiento para retirar el material matriz, según se describe en el documento EP 337517 A1. Este método no es atractivo desde el punto vista industrial debido a los excesivos costes de instalación, que originan un significativo aumento del precio de las fibras así obtenidas.

35 Otra consecuencia de la difusión es que es necesario más material matriz para asegurar una separación de las fibras de acero inoxidable durante la fabricación de las fibras de acero inoxidable.

40 El documento EP-A1-0953651 describe un monofilamento de acero trefilado para el refuerzo de neumáticos y que tienen una composición de acero inoxidable.

El documento EP-A1-0337517 describe fibras metálicas obtenidas mediante trefilado del haz y que tienen una composición de acero inoxidable 316 L.

Sumario de la invención

45 Es un objeto de la presente invención proporcionar fibras de acero inoxidable que tengan propiedades más fiables a lo largo de la longitud y de la circunferencia de las fibras, y con menos contaminación por difusión de elementos de la matriz en la fibra a lo largo de la totalidad de la superficie de las fibras.

Según la presente invención, fibras de acero inoxidable obtenidas mediante el trefilado de alambres de acero inoxidable, agrupados en un haz, embebidos en un material matriz y/o en un material envolvente, tienen una composición consistente en los siguientes componentes, expresada en tanto por ciento en peso:

50

ES 2 373 709 T3

	$C \leq 0,05\%$
	$Mn \leq 5\%$
	$Si \leq 2\%$
	$8 \leq Ni \leq 12\%$
5	$15\% \leq Cr \leq 20\%$
	$Mo \leq 3\%$
	$Cu \leq 4\%$
	$N \leq 0,05\%$
	$S \leq 0,03\%$
10	$P \leq 0,05\%$,

siendo el resto hierro.

Por lo que dicha composición satisface la siguiente relación:

$$MI = 551 - 462 \times (\%C + \%N) - 9,2 \times \%Si - 20 \times \%Mn - 13,7 \times \%Cr - 29 \times (\%Ni + \%Cu) - 18,5 \times \%Mo;$$

siendo dicho $MI \leq -55$.

- 15 Ya que las fibras de acero inoxidable se obtienen mediante un procedimiento de trefilado y agrupamiento en forma de haz, se entenderá por “material matriz”, el material aplicado sobre los alambres individuales de acero inoxidable para el procedimiento de trefilado y agrupamiento en forma de haz. Este material matriz puede ser, por ejemplo, cobre, hierro o una aleación de cobre o de hierro. Durante el trefilado y agrupamiento en forma de haz, normalmente un haz de alambres de acero inoxidable es envuelto después de ser embebido en un material matriz. El material de
- 20 envoltura se define como el material aplicado sobre un haz de alambres de acero inoxidable sobre el que se aplica un material matriz. Este haz de alambres de acero inoxidable envuelto, que está embebido en un material matriz se denomina de ahora en adelante “alambre compuesto”.

- 25 Normalmente, se agrupan en forma de haz 50 a 2000 alambres de acero inoxidable en un alambre compuesto. Después de la reducción del diámetro del alambre compuesto, y de la retirada del material matriz y del material de envoltura, un haz de fibras de acero inoxidable obtenido, objeto de la invención, comprende 50 a 2000 fibras de acero inoxidable. Muy preferiblemente se agrupan en forma de haz 90 a 1000 alambres de acero inoxidable.

- 30 Las fibras de acero inoxidable, según la presente invención, tienen un diámetro equivalente que varía entre 0,5 y 100 μm , y preferiblemente entre 1 y 50 μm . El diámetro equivalente se define como el diámetro de un círculo imaginario, cuya superficie específica es idéntica a la superficie específica de un corte transversal de la fibra de acero inoxidable.

- 35 Según la presente invención, se ha descubierto que el haz de fibras de acero inoxidable tiene, sustancialmente, las mismas propiedades a lo largo de todas las fibras y una composición sustancialmente homogénea, con menos contaminación debida a la difusión del material matriz, a lo largo de toda la superficie de las fibras. La difusión de elementos individuales desde el material matriz, tales como el cobre o el hierro, hacia las fibras de acero inoxidable es inferior a 1at% a una profundidad de 100 nm por debajo de la superficie de la fibra de acero inoxidable, independientemente del procedimiento usado para retirar la matriz y el material de la envoltura, por ejemplo mediante lixiviación química o electroquímica.

- 40 Se obtienen estas propiedades mejoradas ya que estos haces de fibras de acero inoxidable requieren menos tratamientos de recocido durante el trefilado del alambre compuesto hasta su diámetro final. Es posible reducir el número de tratamientos de recocido debido a que la composición del acero permite una alta deformación entre dos tratamientos de recocido.

- 45 Durante los tratamientos de recocido, la profundidad de la difusión de los elementos de la matriz en los alambres de acero inoxidable aumenta en el alambre compuesto; durante la reducción del diámetro del alambre compuesto, la profundidad de la difusión disminuye proporcionalmente con la reducción del diámetro. La alta capacidad de deformación del acero descrito en la presente invención se puede usar de forma ventajosa para reducir el número de tratamientos de recocido y aumentar la deformación entre los tratamientos de recocido o la reducción hacia el diámetro final. Estas dos ventajas tienen, ambas, efecto positivo sobre la homogeneidad composicional de las fibras de acero inoxidable comparado con lo que se conoce en la actualidad. En primer lugar, se puede reducir la profundidad de la difusión por un factor de 3 o más. Además, la longitud sobre la cual cambian las propiedades del

producto, puede aumentarse en un factor de 10 o más, comparado con las fibras de acero inoxidable conocidas en la actualidad.

5 La homogeneidad de las fibras de acero inoxidable según la presente invención es una ventaja importante sobre otras fibras de acero inoxidable conocidas en la técnica, ya que incluso un pequeño cambio en la composición de la superficie de las fibras puede tener influencia sobre las propiedades de las fibras de acero inoxidable. Por ejemplo, la resistencia a la oxidación y a la corrosión de las fibras de acero inoxidable es dependiente de la homogeneidad composicional de las superficies de las fibras de acero inoxidable.

10 Se descubrió que las propiedades de las fibras de acero inoxidable, según la presente invención, son más uniformes en una longitud dada de una fibra de acero inoxidable objeto de la invención, comparadas con la fibra de acero inoxidable conocida en la actualidad, obtenida mediante trefilado del haz. Esta homogeneidad composicional mejorada proporciona propiedades asociadas a la fibra, que son más fiables y predecibles, y permiten una sustitución preventiva, fiable y económica, de estas fibras y productos que comprenden estas fibras de acero inoxidable.

15 Para alcanzar un nivel de capacidad de deformación del alambre compuesto, la composición del acero inoxidable satisface la siguiente relación:

MI \leq -55, donde

$$MI = 551 - 462 \times (\%C + \%N) - 9,2 \times \%Si - 20 \times \%Mn - 13,7 \times \%Cr - 29 \times (\%Ni + \%Cu) - 18,5 \times \%Mo;$$

20 A partir del documento EP953651, se conoce un acero con semejante composición y se usa para extrusión en frío, debido a su alta capacidad de deformación, o para reforzar caucho, debido a la combinación favorable de resistencia a la tracción y al coste de fabricación. Según el MI de la aleación, se puede usar un máximo para la deformación ϵ durante la reducción del diámetro del alambre compuesto.

La aleación de las fibras de acero inoxidable, objeto de la invención, proporcionan varias ventajas.

- 25 - El contenido de carbono es inferior al 0,05% en peso porque, de otra forma, demasiada martensita hace frágil el material trefilado. Normalmente, el contenido de carbono es superior al 0,005% en peso porque es difícil obtener un contenido inferior durante la decarburación del acero.
- El contenido de manganeso es inferior al 5% en peso para obtener inclusiones de sulfuro deformables.
- El contenido de silicio es inferior al 2% en peso y contribuye al endurecimiento por trabajo en frío.
- El contenido de níquel está entre el 8 y el 12% en peso para garantizar una estructura cristalina austenítica durante el laminado de la varilla de alambre y después de los tratamientos de recocido.
- 30 - El contenido de cromo está entre el 15% en peso y el 20% en peso para obtener una buena resistencia a la corrosión y mantener los esfuerzos para el decapado en un nivel aceptable.
- El contenido de molibdeno es inferior al 3% en peso y mejora la resistencia a la corrosión.
- El contenido de cobre está preferiblemente limitado al 4% en peso para evitar dificultades en el laminado de la varilla de alambre.
- 35 - El contenido de nitrógeno está limitado al 0,05% en peso para evitar la fragilidad. Normalmente, el contenido de N es superior al 0,005% en peso.
- El contenido de azufre está limitado al 0,03% en peso para evitar roturas.
- El contenido de fósforo está limitado el 0,05% para evitar defectos en el laminado de la varilla de alambre.

40 El uso de una aleación como la anteriormente descrita y, preferiblemente pero no necesariamente, el cumplimiento de la relación anterior, permite obtener una deformación ϵ del alambre compuesto durante el trefilado del alambre compuesto, que es superior a 4,5, por ejemplo superior a 4,8, o incluso 5,2, sin necesitar un tratamiento térmico intermedio.

La deformación ϵ se define como el valor de la función logarítmica de la relación del corte transversal inicial S_1 respecto al corte transversal final S_2 del alambre compuesto.

45
$$\epsilon = \ln \left(\frac{S_1}{S_2} \right)$$

Por corte transversal inicial S_1 se entiende el corte transversal del alambre compuesto medido después de un tratamiento térmico y antes de que el alambre compuesto sea trefilado más. Por corte transversal final S_2 se entiende el corte transversal del alambre compuesto después de la deformación (trefilado) sin un tratamiento térmico intermedio.

- 5 Esta deformación puede comprender diferentes etapas de trefilado, una tras de otra, sin tratamiento térmico intermedio. S_2 se mide después de la última etapa de trefilado y antes de la siguiente etapa de tratamiento térmico si es que hay alguna.

Según un segundo aspecto de la presente invención se proporciona un procedimiento para la fabricación de fibras de acero inoxidable mediante trefilado y agrupamiento en haz.

- 10 El método según la invención comprende las siguientes etapas:

- a. proporcionar alambres de acero inoxidable que tienen una composición que comprende los siguientes componentes, expresados en tanto por ciento en peso:

$$C \leq 0,05\%$$

$$Mn \leq 5\%$$

- 15 $Si \leq 2\%$

$$8 \leq Ni \leq 12\%$$

$$15\% \leq Cr \leq 20\%$$

$$Mo \leq 3\%$$

$$Cu \leq 4\%$$

- 20 $N \leq 0,05\%$

$$S \leq 0,03\%$$

$$P \leq 0,05\%$$

siendo el resto hierro;

- b. embeber los alambres de acero inoxidable en un material matriz;
- 25 c. envolver los alambres de acero inoxidable embebidos con un material de envoltura para formar un alambre compuesto;
- d. someter, de forma alterna, el alambre compuesto a una reducción de diámetro, someter el alambre compuesto reducido a un tratamiento térmico y aplicar una reducción final usándose, al menos una vez, una reducción con una deformación ϵ de al menos 4,5;
- 30 e. proporcionar fibras de acero inoxidable mediante la retirada del material matriz y del material envolvente del alambre compuesto.

La reducción final proporciona un alambre compuesto con un diámetro final.

Los componentes de la aleación satisfacen la siguiente relación:

$MI \leq -55$, donde

- 35 $MI = 551 - 462 \times (\%C + \%N) - 9,2 \times \%Si - 20 \times \%Mn - 13,7 \times \%Cr - 29 \times (\%Ni + \%Cu) - 18,5 \times \%Mo$;

Los alambres o varillas de alambre de acero inoxidable proporcionados en una etapa tienen, preferiblemente, un diámetro entre 100 μm y 20 mm.

- 40 En un método preferido, los alambres de acero inoxidable son embebidos en el material matriz, en una primera etapa, mediante la aplicación de una capa de un material matriz sobre cada uno de los alambres de acero inoxidable. El material matriz comprende, por ejemplo, cobre, hierro o una aleación de cobre o de hierro. El espesor de esta capa está, por ejemplo, entre 1 μm y 2 mm. Con toda probabilidad, el diámetro de los alambres revestidos se reduce mediante una etapa de trefilado.

Después de la aplicación de una capa de un material matriz sobre los alambres individuales, y con toda probabilidad después del trefilado de los alambres revestidos, los alambres se pueden reunir para formar un haz. Posteriormente,

se aplica alrededor del haz un material de envoltura que comprende, por ejemplo, cobre o hierro, o una aleación de cobre o de hierro para formar un alambre compuesto.

Con toda probabilidad, el método comprende una etapa de someter el alambre compuesto a un tratamiento térmico antes de reducir el diámetro del alambre compuesto.

- 5 La reducción del alambre compuesto comprende el trefilado del alambre mediante cualquier técnica conocida. Como alternativa, la reducción del diámetro se puede obtener mediante una operación de laminado.

De forma alterna, el alambre compuesto es reducido en su diámetro y sometido a un tratamiento térmico. Las reducciones pueden comprender varias pasadas de reducción, por ejemplo operaciones de trefilado en máquinas de trefilado de alambres.

- 10 Según la presente invención, al menos una vez se usa una deformación ϵ de 4,5, o más, para reducir el diámetro del alambre compuesto. Preferiblemente, se usa una reducción tan grande durante la reducción final, que proporcione un diámetro final al alambre compuesto. Las fibras de acero inoxidable así obtenidas se benefician de la mayoría de las mejoras de las propiedades a lo largo de toda su superficie como objeto de la invención.

Con toda probabilidad, aunque no de forma preferida, se aplica un tratamiento térmico después de la reducción final.

- 15 Con toda probabilidad, pero no necesariamente, se usa una deformación ϵ de más de 4,5 para todas las etapas de trefilado.

La retirada del material matriz comprende, preferiblemente, la lixiviación del alambre compuesto usando ácido sulfúrico o ácido nítrico.

- 20 Para las fibras de acero inoxidable, trefiladas y agrupadas en haz, conocidas en la actualidad, esta deformación ϵ se mantiene inferior a 3, o incluso inferior a 2,5. Para trefilar un alambre compuesto desde un diámetro inmediatamente después de la etapa del agrupamiento en forma de haz,

profundidad, originada por la variación de temperatura durante el tratamiento térmico antes de la reducción con una gran ϵ , llega a ser menor en valor absoluto, comparado con los procedimientos de trefilado de haces conocidos en la actualidad. Además, esta variación se extiende a lo largo de una mayor longitud de los alambres de acero inoxidable en el alambre compuesto, ya que el alambre compuesto se alarga más debido a esta gran ϵ en comparación con los procedimientos de trefilado conocidos en la actualidad.

- 25

Las fibras de acero inoxidable según la presente invención se pueden usar en muchas aplicaciones. Se pueden usar, por ejemplo, en medios de filtración, productos textiles eléctricamente conductores, depósito sobre sustratos metálicos o poliméricos, plásticos conductores o para blindajes EMI y aplicaciones ESD. Por "blindajes EMI" se entenderá "blindaje contra interferencias electromagnéticas". Por "ESD" se entenderá "descargas electrostáticas".

- 30

En la actualidad, cuando se usan fibras de acero inoxidable en blindajes EMI y en aplicaciones ESD, hay una necesidad de fibras de acero inoxidable mejoradas mecánicamente, que tengan una incrementada resistencia a la rotura, y que entretanto tengan una mejor ductilidad.

- 35 Se descubrió que las fibras objeto de la invención pueden tener una resistencia a la rotura mejorada, siendo de más de, por ejemplo, 2000 MPa, o incluso más de 2100 MPa. La ductilidad de la fibra, expresada como deformación en la rotura, puede ser de más del 1% o más del 1,1%, como por ejemplo más del 1,2%.

Más sorprendentemente, se descubrió que proporcionando incluso tales propiedades mecánicas mejoradas, las desviaciones estándar de estos parámetros de resistencia a la rotura y de deformación en la rotura, son significativamente menores, comparados con los parámetros de las fibras de acero inoxidable conocidas en la actualidad. Se pueden obtener desviaciones estándar inferiores a 180 MPa, o incluso inferiores a 140 MPa, como por ejemplo inferiores a 130 MPa para la resistencia a la rotura. Se pueden obtener desviaciones estándar inferiores al 0,15%, o incluso inferiores al 0,12%, o incluso inferiores al 0,1%, para la deformación en la rotura.

- 40

Breve descripción de los dibujos

La invención se describirá ahora con más detalle, haciendo referencia a los dibujos que aquí se acompañan.

- 45 - La FIGURA 1 muestra la deformación ϵ que se puede alcanzar entre dos etapas de recocido como una función del índice MI.
- La FIGURA 2 muestra esquemáticamente un procedimiento preferido de trefilado y agrupamiento en haz, objeto de la invención.
- 50 - La FIGURA 3 muestra la resistencia a la rotura y la deformación en la rotura de fibras de acero inoxidable objeto de la invención, comparadas con las fibras de acero inoxidable conocidas en la actualidad.

Descripción de realizaciones preferidas de la invención

La Tabla I da la composición de fibras de acero inoxidable según la presente invención.

Tabla I

		Composición del acero A	Composición del acero B	Composición del acero C
Contenido (en % en peso)	C	0,007	0,011	0,012
	Mn	1,28	1,75	0,88
	Si	0,74	0,36	0,68
	Ni	9,81	11,174	9,49
	Cr	18,19	18,76	17,5
	Mo	0,43	0,24	0,2
	Cu	0,35	0,26	3,5
	N	0,020	0,032	0,015
	S	0,001	0,009	0,001
P	0,025	0,019	0,023	
MI		-46	-100	-95

5 La Figura 1 ilustra la deformación ε en función del índice MI definido por la composición de la aleación.

La línea gruesa (1) representa el límite de la capacidad de deformación, mientras que las líneas (2) representan líneas de resistencia a la tracción constante. Durante la reducción del diámetro del alambre compuesto y, por eso, de los alambres de acero inoxidable en este alambre compuesto, se va a elegir una deformación ε inferior al límite de deformación (1), correspondiente al MI de la aleación elegida.

10 Las fibras de acero inoxidable objeto de la invención se pueden proporcionar usando el siguiente procedimiento preferido, como se muestra esquemáticamente en la FIGURA 2. En la etapa 21, se proporcionan alambres de acero inoxidable (201) de diámetro entre 0,5 y 1,5 mm, por ejemplo 1,4 mm, y que tienen una composición del acero según uno de los ejemplos anteriores. Estos alambres de acero inoxidable se revisten mediante, por ejemplo, un revestimiento electrolítico con una capa de Cu (202) en la etapa 22. Preferiblemente, esta capa oscila entre 3 y 100 μm , por ejemplo 5 μm , de espesor. Con toda probabilidad, los alambres de acero inoxidable revestidos se reducen hasta un diámetro que oscila entre 0,1 y 1 mm, por ejemplo 0,35 mm. Se envuelven varios alambres revestidos, por ejemplo 1000, con toda probabilidad con diámetro reducido, en una envoltura (203) de hierro, proporcionando así un alambre compuesto que tiene un diámetro en el intervalo de 5 a 15 mm durante la etapa 23.

20 Este alambre compuesto (204) se reduce de forma alterna con varios ε (por ejemplo ε_1 , ε_2) superiores a 0,5, por ejemplo 1,5, y luego se somete a recocido a una temperatura en el intervalo de 800 a 1100°C, por ejemplo 1030°C. Este tratamiento térmico tarda de 0,05 a 5 minutos, por ejemplo 2 minutos. Estas etapas están representadas como etapas 24. Una reducción final 25 reduce el diámetro del material compuesto con un ε que es superior a 4,5. Esta reducción final 25 proporciona el diámetro final al alambre compuesto. Finalmente, se retira (26) el material matriz y el material de envoltura mediante decapado con un ácido, por ejemplo ácido nítrico. Se obtienen fibras (205) de

25 acero inoxidable con un diámetro en el intervalo de 6 a 15 μm , que tienen una difusión de Cu inferior a 1at% a una profundidad de 100 nm por la totalidad de la superficie de las fibras.

Es obvio para un experto en la materia, que la capacidad de deformación y el número limitado de inclusiones en los alambres de acero inoxidable pueden influir más positivamente en la capacidad de deformación del alambre compuesto.

30 Las fibras de acero inoxidable objeto de la invención tienen una resistencia a la rotura y una deformación en la rotura mejoradas, comparadas con fibras de acero inoxidable similares, conocidas en la actualidad.

En la Tabla II de abajo, y en la FIGURA 3, se proporcionan ejemplos de resistencia a la rotura, deformación en la rotura y la desviación estándar de estas propiedades, medidas sobre fibras de acero inoxidable objeto de la

invención (muestras 301a, 301b y 301c), y sobre fibras de acero inoxidable conocidas en la actualidad, de aleación AISI 302 (muestras 302a y 302b) o de aleación AISI 316L (muestras 303a y 303b).

Tabla II

Muestra	Diámetro equivalente de fibra (µm)	Resistencia a la rotura		Deformación en la rotura	
		Valor (MPa)	Desviación estándar (MPa)	Valor (%)	Desviación estándar (%)
301a	8	2229	94	1,5	0,08
301b	8	2269	113	1,4	0,09
301c	11	2106	126	1,4	0,09
302a	8	1553	360	0,9	0,21
302b	11	1842	238	1,1	0,15
303a	8	1115	339	0,8	0,25
303b	12	1539	195	1,1	0,16

5

La resistencia a la rotura (eje horizontal 310 de la FIGURA 3) de las fibras de acero inoxidable objeto de la invención es superior a 2000 MPa, teniendo una desviación estándar inferior a 180 MPa. La deformación en la rotura (en el eje vertical 320 de la FIGURA 3) de las fibras de acero inoxidable objeto de la invención es superior al 1,1%, mientras que tiene una desviación estándar inferior al 0,15%.

10 Resulta claro que estos valores son significativamente diferentes a los valores de resistencia a la rotura, deformación en la rotura y desviación estándar de estos parámetros, como en las fibras 302a, 302b, 303a y 303b conocidas en la actualidad.

REIVINDICACIONES

1. Una fibra de acero inoxidable obtenida mediante el trefilado y agrupamiento en haz de alambres de acero inoxidable, caracterizada por tener dicha fibra de acero inoxidable un diámetro equivalente que es superior a 0,5 µm, ser dicho diámetro equivalente inferior a 100 µm, tener dicha fibra de acero inoxidable una composición que comprende hierro y los siguientes componentes expresados en tanto por ciento en peso:
- 5
- C ≤ 0,05%
- Mn ≤ 5%
- Si ≤ 2%
- 8 ≤ Ni ≤ 12%
- 10
- 15% ≤ Cr ≤ 20%
- Mo ≤ 3%
- Cu ≤ 4%
- N ≤ 0,05%
- S ≤ 0,03%
- 15
- P ≤ 0,05%,
- siendo el resto hierro,
- por lo que dicha composición satisface la siguiente relación:
- $$MI = 551 - 462 \times (\%C + \%N) - 9,2 \times \%Si - 20 \times \%Mn - 13,7 \times \%Cr - 29 \times (\%Ni + \%Cu) - 18,5 \times \%Mo,$$
- siendo dicho MI ≤ -55
- 20
2. Una fibra de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, teniendo dicha fibra de acero inoxidable una resistencia a la rotura, teniendo dicha resistencia a la rotura una desviación estándar inferior a 180 MPa.
3. Una fibra de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, teniendo dicha fibra de acero inoxidable una deformación en la rotura, teniendo dicha deformación en la rotura una desviación estándar inferior al 0,15%.
- 25
4. Una fibra de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, siendo dicha resistencia a la rotura superior a 2000 MPa.
5. Una fibra de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, siendo dicha deformación en la rotura superior al 1%.
- 30
6. Una fibra de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la difusión de los elementos individuales del material matriz, usado en dichos alambres de acero inoxidable durante dicho estirado y agrupamiento en haz, está limitada a menos de 1at% a una profundidad de 100 nm por debajo de la superficie de dicha fibra de acero inoxidable.
- 35
7. Una fibra de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dicho material matriz comprende un metal o una aleación metálica.
8. Una fibra de acero inoxidable según la reivindicación 7, en la que dicho metal o aleación metálica comprende cobre, hierro o una aleación de cobre o de hierro.
9. Un procedimiento para la fabricación de fibras de acero inoxidable mediante trefilado y agrupamiento en haz, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- 40
- a. proporcionar alambres de acero inoxidable que tienen una composición que comprende hierro y los siguientes componentes, expresados en tanto por ciento en peso:
- C ≤ 0,05%
- Mn ≤ 5%

ES 2 373 709 T3

- Si ≤ 2%
- 8 ≤ Ni ≤ 12%
- 15% ≤ Cr ≤ 20%
- Mo ≤ 3%
- Cu ≤ 4%
- N ≤ 0,05%
- S ≤ 0,03%
- P ≤ 0,05%,

siendo el resto hierro;

10 satisfaciendo la composición la siguiente relación:

$$MI = 551 - 462 \times (\%C + \%N) - 9,2 \times \%Si - 20 \times \%Mn - 13,7 \times \%Cr - 29 \times (\%Ni + \%Cu) - 18,5 \times \%Mo;$$

Siendo dicho IM ≤ -55;

- b. embeber los alambres de acero inoxidable en un material matriz;
- 15 c. envolver con un material de envoltura los alambres de acero inoxidable embebidos, para formar un alambre compuesto;
- d. someter, de forma alterna, el alambre compuesto a una reducción de diámetro, someter el alambre compuesto reducido a un tratamiento térmico y aplicar una reducción final, usándose al menos una vez una reducción con una deformación ϵ de, al menos, 4,5;
- 20 e. proporcionar fibras de acero inoxidable mediante la retirada del material matriz y del material envolvente del alambre compuesto.
- 10. Un procedimiento según la reivindicación 9, por el cual dicha reducción final usa una deformación ϵ de al menos 4,5.
- 11. Un procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, comprendiendo dicho procedimiento un tratamiento térmico después de dicha reducción final.
- 25 12. Un procedimiento según la reivindicación 9 a 11, por el que dichos alambres tienen un diámetro entre 100 μm y 20 mm.
- 13. Un procedimiento según la reivindicación 9 a 12, siendo el material matriz cobre o una aleación de cobre.
- 14. Un procedimiento según la reivindicación 9 a 13, siendo el material matriz hierro o una aleación de hierro.
- 30 15. Un procedimiento según la reivindicaciones 9 a 14, por el que la retirada del material matriz y del material de envoltura se hace mediante lixiviación con ácido sulfúrico o con ácido nítrico.
- 16. El uso de fibras de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en medios de filtración.
- 35 17. El uso de fibras de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en productos textiles eléctricamente conductores.
- 18. El uso de fibras de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en aplicación de depósitos.
- 19. El uso de fibras de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en plásticos conductores.
- 40 20. El uso de fibras de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en aplicaciones de blindajes EMI.

21. El uso de fibras de acero inoxidable según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en aplicaciones ESD.

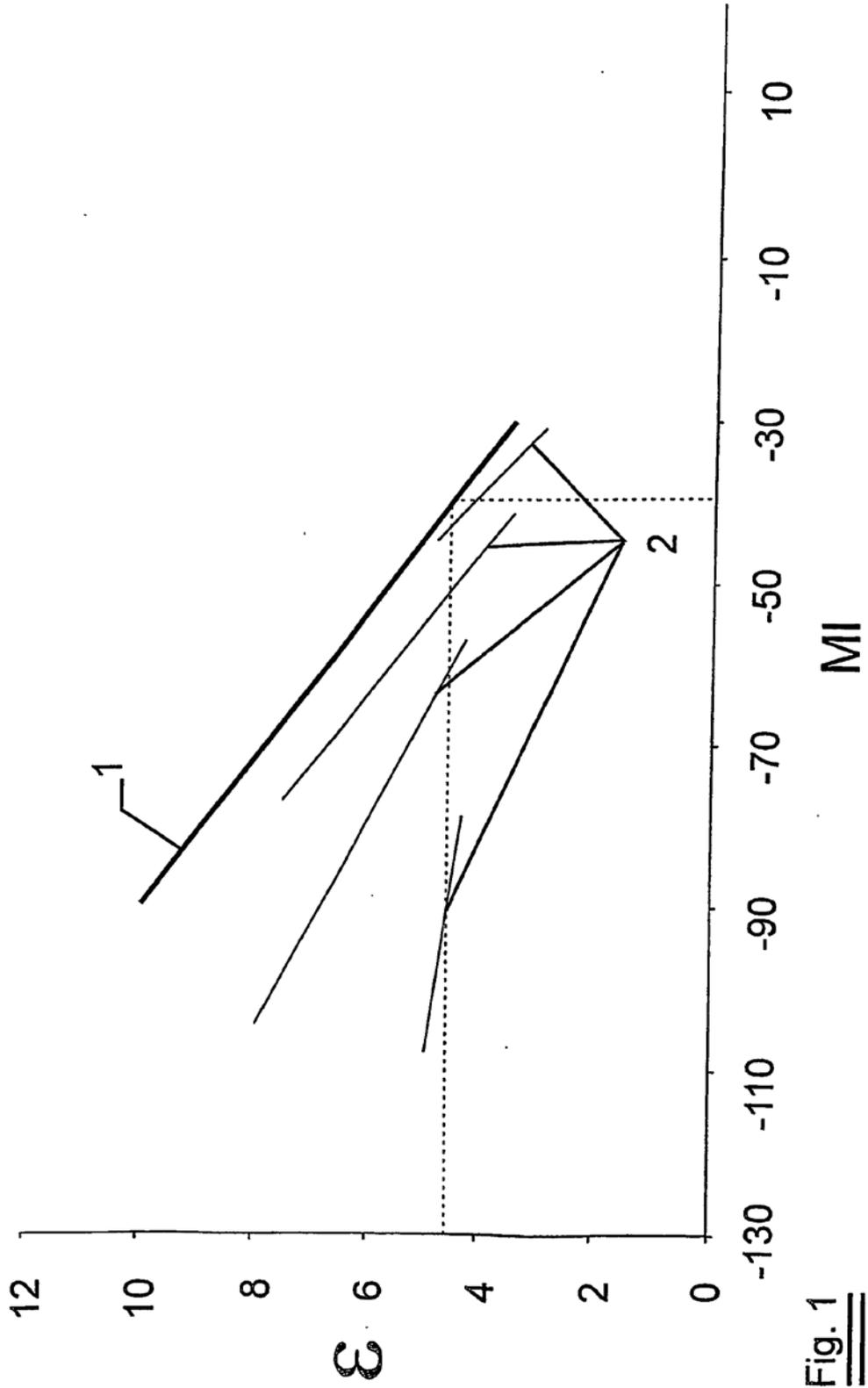
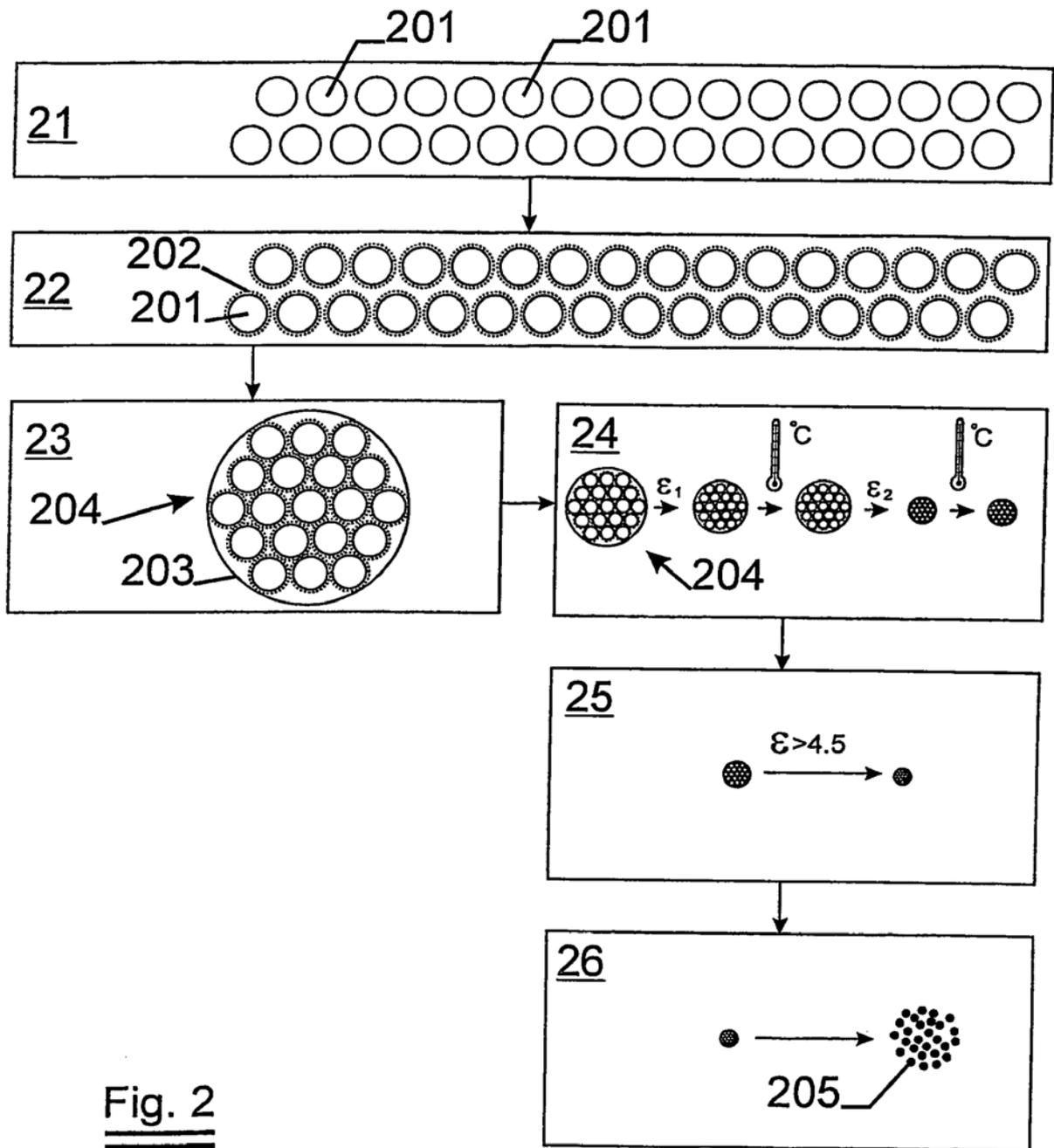


Fig. 1



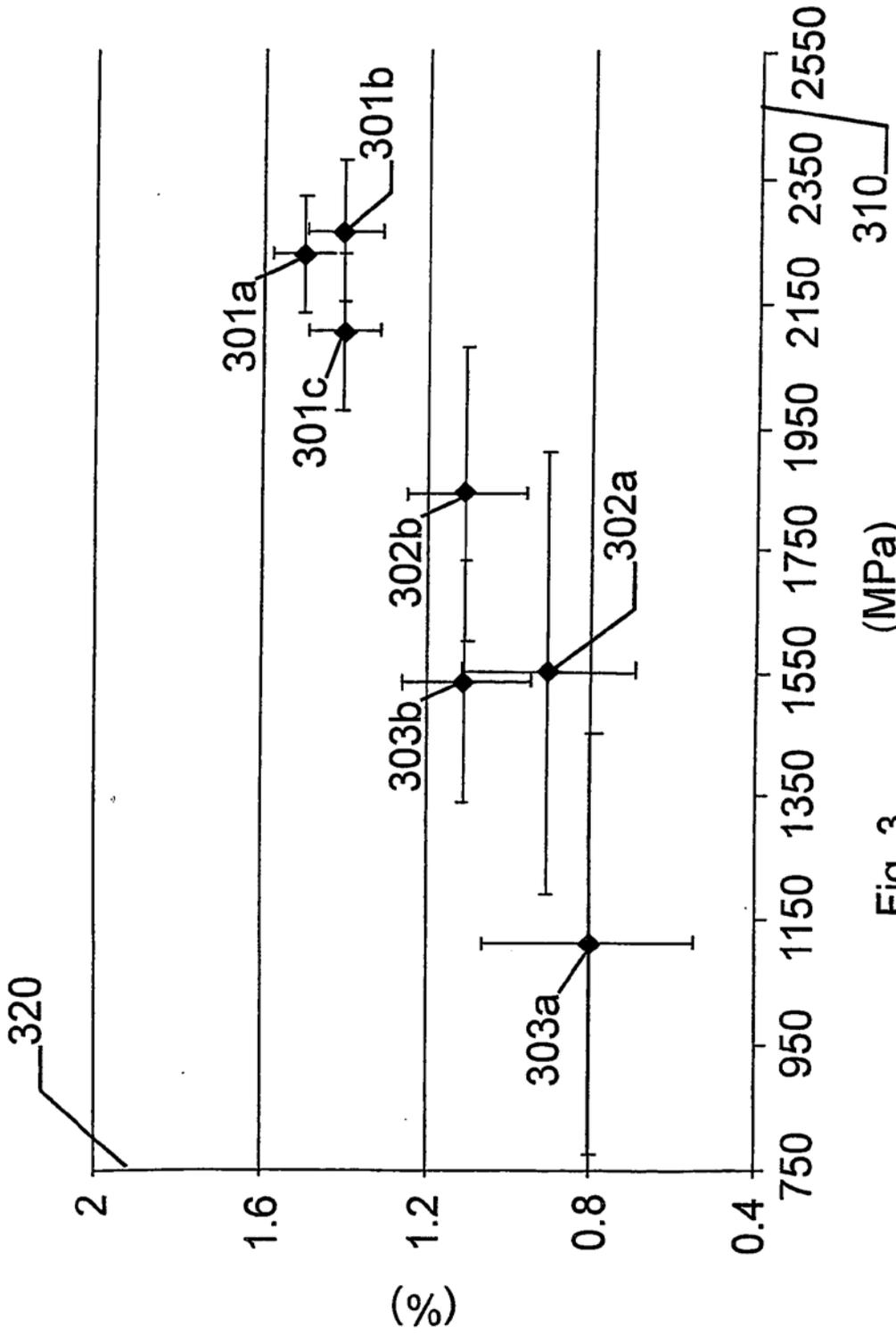


Fig. 3