

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 748 687**

51 Int. Cl.:

A61B 17/06 (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

C22C 27/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.01.2008 PCT/US2008/050733**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.07.2009 WO09088514**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.01.2008 E 08713701 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 2240087**

54 Título: **Agujas de sutura de aleación de tungsteno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2020

73 Titular/es:
ETHICON, INC. (100.0%)
U.S. Route 22
Somerville, New Jersey 08876, US

72 Inventor/es:
MAURER, ROBERT, E.;
CICHOCKI, FRANK, R., JR. y
REYNOLDS, EUGENE, D.

74 Agente/Representante:
IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 748 687 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

Agujas de sutura de aleación de tungsteno

5 CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención está relacionada con las agujas de sutura curvas o curvadas y, más particularmente, está relacionada con las agujas de sutura curvas de aleación de tungsteno que tienen una combinación deseable de rigidez, fuerza y ductilidad. Más específicamente, la presente invención está relacionada con las agujas de sutura curvas de aleación de tungsteno tratadas con calor que presentan unas propiedades excelentes de rigidez a la flexión. El alcance de protección de la invención queda definido en las reivindicaciones anexas 1, 11 y 13. Las realizaciones preferidas se desvelan en las reivindicaciones subordinadas.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] Algunas cirugías, especialmente la cirugía de 'bypass' de la arteria coronaria, requieren forzosamente el uso de agujas de sutura de pequeño diámetro que tengan una fuerza y una rigidez de flexión sumamente grandes. En particular, una cirugía de este tipo requiere controlar de cerca la vía de la aguja de sutura. Si la aguja se dobla en exceso cuando penetra en el tejido o cuando perfora la superficie interior de -por ejemplo- un vaso sanguíneo antes de volver a salir, puede producirse una colocación incorrecta de la aguja y un trauma severo en el tejido y el paciente. En la práctica, las agujas de sutura se ven sometidas a fuerzas de tensión considerables, pues la fuerza utilizada para introducir la aguja en el tejido y a través de este (por ejemplo, un vaso sanguíneo y similares) debe ser suficiente para contrarrestar el arrastre de fricción a través del tejido. Normalmente, estas fuerzas que oponen resistencia a la penetración de la aguja se agravan en los pacientes que están sometiéndose a una cirugía cardiovascular, los cuales presentan tejidos endurecidos o calcificados debido a las enfermedades de las arterias coronarias. En estos procedimientos, la aguja de sutura debe poder pasar a través del vaso sanguíneo y también a través de cualquier tejido duro y calcificado que pueda haber en el contorno o periferia del conducto o canal del vaso sanguíneo. Una aguja flexible o adaptable se curvará o desviará elásticamente durante la penetración en el tejido, provocando la pérdida del control de posicionamiento. Por ello, es preferible que la aguja tenga una rigidez de flexión relativamente alta, es decir, una tendencia baja a doblarse y una tendencia alta a conservar su configuración cuando se ve sometida a una fuerza de deformación. Por consiguiente, la rigidez en el momento de doblarse es una propiedad esencial para el manejo y el rendimiento de las agujas de sutura. Una aguja rígida resiste la desviación elástica y, por lo tanto, puede guiarse o dirigirse del modo deseado para obtener un alto grado de control.

[0003] El estándar F1840-98a de ASTM (aprobado de nuevo en 2004) proporciona una terminología estándar -en inglés- para las agujas de sutura quirúrgicas y el estándar F1874-98 de ASTM (aprobado de nuevo en 2004) proporciona detalles sobre un método de prueba estándar para evaluar la capacidad de flexión de las agujas que se usan en suturas quirúrgicas. Se utilizan dos medidas diferentes para la fuerza de las agujas de sutura quirúrgicas: el momento inicial de flexión ('yield bend moment', en inglés), que es la cantidad de momento requerida para iniciar la deformación plástica durante una prueba de flexión; y el momento máximo de flexión ('maximum bend moment', en inglés), que es el momento más grande que se aplica a una aguja durante una prueba de flexión. Normalmente, este último valor de máximo momento de flexión se mide en un punto en el que la aguja ha sufrido una deformación plástica considerable y, por lo general, es más alto que el momento inicial de flexión o el punto en el que se inicia la deformación plástica. El punto de desviación en el que comienza la deformación plástica o, más formalmente, según los estándares de la ASTM, el ángulo en el que se produce el momento inicial de flexión, se denomina 'ángulo inicial de flexión'.

[0004] Tanto la fuerza de flexión de la aguja como la rigidez de flexión de la aguja influyen en las características de manejo, en el rendimiento de penetración y en la eficacia de la aguja de sutura. Cabe destacar que, en casi todas las circunstancias, la aguja de sutura debería usarse en aplicaciones en las que no se supere el momento inicial de flexión, pues, por encima de este valor, la aguja se doblará plásticamente perdiendo su forma original, y ya no funcionará más como es debido. Por consiguiente, resulta evidente que una característica deseable para una aguja de sutura es que tenga un momento inicial de flexión alto, que es una señal de la resistencia a la flexión de la aguja de sutura. Por debajo del momento inicial de flexión, la resistencia a la flexión que presenta la aguja de sutura se determina mejor mediante la rigidez de flexión de la aguja. La rigidez de flexión de la aguja es una medida crítica de la resistencia a la flexión elástica o recuperable de la aguja de sutura antes de que la desviación alcance el ángulo inicial de flexión y puede calcularse como el momento inicial de flexión dividido por el ángulo inicial de flexión. Si una aguja de sutura curva o recta tiene un valor bajo de rigidez de flexión, se producirá una flexión o doblamiento considerable de la aguja para un momento de flexión determinado, mientras que si una aguja de sutura curva o recta presenta un valor elevado de rigidez de flexión, se producirá una flexión elástica relativamente baja de la aguja para un momento de flexión determinado. Los cirujanos tienden a considerar un alto grado de flexión o doblamiento elástico como una pérdida de control o como un rendimiento de penetración escaso, pues la punta de la aguja no se desplaza directamente con el movimiento de sus manos. Por ello, la rigidez de flexión de la aguja puede describirse como una medida fundamental del rendimiento de la aguja en la mayoría de aplicaciones quirúrgicas.

[0005] Por lo tanto, las propiedades de flexión deseables para una aguja de sutura son una rigidez de flexión alta y

una resistencia a la flexión -o resistencia flexional- encarnada por un momento inicial de flexión alto y una ductilidad alta, a fin de penetrar en el tejido que se está suturando sin flexionarse, doblarse plásticamente o romperse de forma no deseada durante un procedimiento quirúrgico.

5 **[0006]** Además, la aguja tampoco debería ser frágil o quebradiza; si una parte o porción de la aguja es demasiado quebradiza, puede romperse cuando se use si se aplica demasiada fuerza. En lugar de ello, la aguja debería ser dúctil, que es la facultad de doblarse sin romperse. Normalmente, las agujas de sutura curvas se doblan en un ángulo de flexión de 90 grados y después se les devuelve manualmente su curvatura original para evaluar la ductilidad. Las personas versadas en el campo de la fabricación de agujas conocerán este procedimiento como 'proceso de remodelación' y sabrán que cuanto mayor sea el número de procesos de remodelación que una aguja pueda soportar sin romperse, más dúctil será.

15 **[0007]** USP 5,415,707 describe agujas quirúrgicas de una aleación de tungsteno que presentan una fuerza de tensión alta, superior a 1,724 GPa (250 000 psi), un módulo de elasticidad de tensión o rigidez superior a 310,3 GPa (45 x 106 psi) y una ductilidad elevada. Las agujas que se describen en ese documento preferiblemente comprenden entre alrededor de un 3% y alrededor de un 6% en peso de renio, rodio y/o iridio. Los datos presentados en USP 5,415,707 se obtuvieron de agujas rectas no curvas.

20 **[0008]** Tal y como se explica en USP 5,415,707, las aleaciones de tungsteno -también denominado 'wolframio' o 'volframio'- presentan una rigidez excepcionalmente alta, además de otras propiedades físicas deseables. Las aleaciones de tungsteno obtienen su fuerza de su elevada densidad de dislocación y la resistencia natural a la deformación que se produce mediante la interacción de la dislocación cuando se aplica tensión. Sin embargo, la rigidez excepcionalmente alta de estas aleaciones de tungsteno en agujas rectas y de alambre no se traduce necesariamente en una elevada rigidez de flexión cuando estas aleaciones se utilizan para fabricar agujas de sutura curvas, pues el proceso de curvado durante la fabricación de las agujas ejerce tensiones que acaban reduciendo la rigidez de flexión de las agujas de sutura curvas. Se cree que durante el proceso de curvado del proceso de fabricación de las agujas, las dislocaciones en la aleación de tungsteno se desplazan a ubicaciones con mucha energía dentro de la microestructura, o a ubicaciones donde localmente existe un campo de tensión elevada alrededor de las dislocaciones. Cuando se aplica una fuerza de enderezamiento moderada a la aguja de sutura curva, las dislocaciones de las ubicaciones de alta energía cambian o pasan rápidamente a posiciones de menor energía o con una tensión local más baja. Este cambio de las dislocaciones a posiciones de menos energía se manifiesta como una deformación plástica limitada, lo cual da como resultado una rigidez relativamente baja al doblarse o un momento inicial de flexión bajo.

35 **[0009]** EP0646352 B1, de la técnica anterior, desvela una selección de aleaciones de tungsteno para la fabricación de agujas quirúrgicas curvas. US 2003/074022 A1, de la técnica anterior, también desvela la fabricación de agujas quirúrgicas curvas; específicamente, la fabricación de estas agujas usando un proceso de polimerización con plasma para aplicar un revestimiento de silicona a fin de producir una aguja siliconada que tiene una fuerza reducida de penetración en el tejido tras pasar a través del tejido en varias ocasiones.

40 **[0010]** Existe una necesidad de contar con agujas de sutura de aleación de tungsteno que presenten una elevada resistencia a la flexión y una elevada rigidez de flexión, particularmente cuando la aguja de sutura es una aguja curva.

45 RESUMEN DE LA INVENCION

[0011] Ahora se ha descubierto que las agujas de sutura que tienen una combinación deseada de rigidez, fuerza y ductilidad pueden fabricarse a partir de una aleación de tungsteno mediante un método que comprende los pasos de (1) transformar piezas de aguja brutas que contienen una aleación de tungsteno en agujas de sutura; y (2) calentar la aguja de sutura hasta una temperatura que va desde 350° C a menos de la temperatura de recristalización de la aleación.

DESCRIPCION DE LAS ILUSTRACIONES

55 **[0012]**

La Figura 1 es un gráfico que compara el rendimiento de flexión de una aguja de sutura curva con un diámetro de 0,2032 mm (0,008") producida a partir de una aleación de tungsteno -con un 26% de renio- con una aguja de sutura equivalente producida a partir de una aleación de acero inoxidable 4310.

60 La Figura 2 es un gráfico que muestra el rendimiento de flexión de las agujas de sutura de tungsteno y un 25,75% de renio como una función de la temperatura del tratamiento de calor en un periodo de tiempo de 0,5 horas.

65 DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

5 **[0013]** Las agujas de sutura de la presente invención están hechas a partir de una aleación de tungsteno. La aleación de tungsteno puede comprender uno o más metales seleccionados de un grupo que incluye el renio, el osmio, el tantalio o el molibdeno. Preferiblemente, la aleación es una aleación de tungsteno-renio, y no contiene más que trazas de otros elementos. El metal que no es tungsteno puede estar presente en una cantidad de hasta un 30% en peso de la aleación y, más preferiblemente, está presente en una cantidad de entre alrededor de un 20% y alrededor de un 26% en peso de la aleación.

10 **[0014]** Preferiblemente, la aguja de sutura tiene un diámetro que es eficaz para permitir un uso satisfactorio en cirugía fina. Normalmente, el diámetro es menor que alrededor de 1,524 mm (60 mils o milésima de pulgada), preferiblemente menor que alrededor de 0,381 mm (15 mils), y hasta de 0,0254 mm (1 mil), y, preferiblemente, es de entre alrededor de 0,03556 mm y alrededor de 0,3048 mm (entre 1,4 y alrededor de 12 mils). Debe entenderse que la aguja de sutura puede tener una sección del cuerpo transversal y circular, y que la aguja también puede tener una forma transversal no circular, por ejemplo una forma triangular, trapezoidal, rectangular, hexagonal, elíptica o rectangular, de manera que los extremos opuestos más cortos del rectángulo son redondeados y forman semicírculos. En el presente documento, por 'diámetro' se entiende la raíz cuadrada de $(4A/\pi)$, donde A es la zona o área transversal. La aguja puede proporcionarse con una forma de 'lazo' o 'cinta' con un solo grupo de lados planos opuestos, o con una forma rectangular o de 'perfil I' (o de 'doble T'), o con una sección transversal que pasa suavemente desde la punta a una sección transversal circular, a una sección transversal rectangular que tiene esquinas redondeadas y luego más agudas, tal y como se describe en la Patente de EE. UU. nº 4,799,484.

20 **[0015]** La mejora en la rigidez y la resistencia a la flexión resulta especialmente ventajosa para las agujas curvas. Preferiblemente, la aguja está curvada con un radio de curvatura que no tiene por qué ser constante, pero que, preferiblemente, es constante. Así, las formas más preferidas para las agujas de la presente invención comprenden secciones de un círculo, como un cuarto de círculo, tres octavos de círculo, medio círculo o cinco octavos de círculo.

30 **[0016]** Después de conferir al alambre de la aleación de tungsteno el diámetro final deseado, a un extremo de la aguja se le proporciona una punta que tiene la forma deseada, de manera que la punta se puede obtener mediante cualquier técnica convencional como el afilado. De manera opcional, el cuerpo puede obtenerse mediante procedimientos de compresión y afilado para conferirle diversas formas. Después, se le puede dar a la punta la curvatura deseada, normalmente mediante un torno o mandril con el radio de curvatura deseado. En el extremo opuesto de la aguja se practica una abertura o cualquier otra estructura que facilite que un extremo de una sutura pueda unirse a la aguja mediante estampado o similares.

35 **[0017]** Para conferir a la aguja de sutura que se describe en el presente documento una rigidez y una resistencia a la flexión mejoradas, después de dotar a la aguja con una curvatura, la aguja curva se calienta hasta una temperatura inferior a la temperatura de recristalización de la aleación de tungsteno. Debe entenderse que, en lo que respecta a la presente divulgación, la temperatura de recristalización se define como cualquier temperatura en la que la microestructura de las agujas de sutura de la aleación de tungsteno puede modificarse mediante la formación de nuevos granos. Preferiblemente, la aguja de sutura se calienta hasta una temperatura de entre alrededor de 700 y alrededor de 1900° C. En una realización de la invención, la aguja de sutura se calienta hasta una temperatura de entre alrededor de 800 y alrededor de 1150° C en una atmósfera inerte o reductora durante alrededor de 0,5 horas para conferir rigidez de flexión a la aguja quirúrgica. Las agujas también pueden acoplarse a una cinta u otro material transportador y hacer que pasen temporalmente cerca de una fuente de calor. De este modo, el tiempo de exposición a una temperatura elevada es limitado, pues debe entenderse que unas temperaturas más altas durante períodos de tiempo más cortos son efectivas para obtener el efecto de rigidez deseado. Los ejemplos de atmósferas inertes o reductoras incluyen -pero no se limitan a- el vacío, el gas argón, el nitrógeno gaseoso, el hidrógeno gaseoso u otras mezclas gaseosas de estos compuestos.

50 **[0018]** En una realización alternativa, la aguja de sutura se calienta hasta una temperatura de entre alrededor de 350 y alrededor de 900° C en una atmósfera oxidante a fin de proporcionar un revestimiento superficial robusto y adherente de óxido negro, azul o amarillo a la aguja de sutura de aleación de tungsteno que se describe en el presente documento. Por ejemplo, las agujas de sutura y/o las piezas de aguja brutas pueden colocarse tendidas en una placa e introducirse en un horno precalentado a una temperatura de entre alrededor de 350 y alrededor de 900° C. De manera alternativa, las agujas pueden colocarse en el horno a temperatura ambiente, de manera que el horno se calentará hasta temperatura objetivo y después se enfriará hasta la temperatura ambiente. Las agujas también pueden acoplarse a una cinta u otro material transportador y hacer que pasen temporalmente cerca de una fuente de calor. Dependiendo de la temperatura, el tiempo de exposición puede ir desde segundos hasta varias horas. Más preferiblemente, las temperaturas son de entre alrededor de 400 y alrededor de 600° C para un período de tiempo de entre alrededor de 0,25 horas y alrededor de 1 hora. Los ejemplos de atmósferas oxidantes incluyen -pero no se limitan a- una atmósfera rica en oxígeno, aire, o una mezcla gaseosa de monóxido de carbono/dióxido de carbono que descompone la superficie de la aleación de tungsteno o reacciona con esta para formar un óxido.

65 **[0019]** En otra realización, la aguja de sutura puede calentarse primero hasta una temperatura de entre alrededor de 700 y alrededor de 1900° C en una atmósfera inerte o reductora y, después, puede calentarse hasta una temperatura de entre alrededor de 350 y alrededor de 900° C en una atmósfera oxidante a fin de proporcionar a la

aguja de sutura de aleación de tungsteno una rigidez de flexión mejorada y un revestimiento superficial negro, azul o amarillo robusto y adherente.

5 **[0020]** Si se desea, también se puede dotar a la aguja de un revestimiento, por ejemplo un revestimiento polimérico, usando técnicas conocidas. Después, la aguja se une a la sutura, se envasa y se esteriliza usando técnicas convencionales.

10 **[0021]** Las agujas de sutura de la presente invención se caracterizan por una combinación deseable de rigidez de flexión, fuerza y ductilidad. En el caso de las agujas de la presente invención, normalmente la fuerza de tensión es de al menos alrededor de 1,724 GPa (250 000 psi). Una fuerza de tensión elevada es útil porque indica la capacidad de las agujas de la presente invención para soportar tensiones potencialmente deformantes sin sufrir una deformación permanente.

15 **[0022]** El alambre a partir del que se fabrican las agujas de la presente invención también presenta un módulo de elasticidad de Young excepcionalmente alto, generalmente de al menos alrededor de 400 GPa. Este módulo de Young tan alto es deseable porque refleja el potencial para una mayor rigidez y la capacidad de las agujas de la presente invención para soportar tensiones potencialmente deformantes conservando su forma y sin que se produzca una flexión no deseada. Sin embargo, en la práctica, tal y como se ha descrito anteriormente, un módulo de Young alto sólo del alambre no se traduce directamente en una aguja de sutura curva con una rigidez de flexión alta. De hecho, para sacar el máximo rendimiento de la rigidez intrínseca del material, se aplica un tratamiento térmico a las agujas de sutura curvas, tal y como se ha explicado anteriormente.

20 **[0023]** Las propiedades de las agujas de sutura de la presente invención se ilustran en los siguientes ejemplos, que se ofrecen por razones ilustrativas, de manera que no debe interpretarse que limitan en modo alguno el alcance de las reivindicaciones anexas.

Ejemplo 1

30 **[0024]** En la Figura 1 se muestra un gráfico que compara el rendimiento de flexión de una aguja de sutura curva tratada con calor que tiene un diámetro de 0,2032 mm (0,008") producida a partir de una aleación de tungsteno -con un 26% de renio- respecto a una aguja de sutura curva equivalente producida a partir de una aleación comercial de acero inoxidable 4310 y utilizada para la fabricación de agujas de sutura. Todas las pruebas se realizaron de acuerdo con el estándar F1874-98 de la ASTM (la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales). En el gráfico se señalan el momento inicial de flexión y el ángulo inicial de flexión. La pendiente de la aguja de sutura de aleación de tungsteno-renio hasta el momento inicial de flexión representa la rigidez de flexión y es notablemente mayor que la de la aleación equivalente de acero inoxidable 4310. El tratamiento térmico aplicado a la aguja de sutura de aleación de tungsteno se llevó a cabo en una atmósfera de argón con un 2% de hidrógeno a 1000° C durante 0,5 horas.

Ejemplo 2

40 **[0025]** En la Figura 2 se muestra un gráfico que compara el rendimiento de flexión de diversas agujas de sutura curvas con un diámetro de 0,2032 mm (0,008"), producidas a partir de una aleación de tungsteno con un 25,75% de renio, después de un tratamiento térmico durante 0,5 horas en un rango o intervalo de temperaturas. El tratamiento térmico se llevó a cabo bajo gas argón con un 2% de hidrógeno para mantener una atmósfera inerte no oxidante. Todas las pruebas se realizaron de acuerdo con el estándar F1874-98 de la ASTM. Con la aplicación del tratamiento térmico se produce un aumento notable de la rigidez de flexión. Con un tratamiento térmico de 1000° C durante 0,5 horas se obtiene el máximo de rigidez de tensión. Con temperaturas superiores e inferiores a 1000° C, se produce una disminución del momento inicial de flexión.

50 **[0026]** Cabe destacar que pueden obtenerse resultados similares con tratamientos térmicos de menor duración a temperaturas elevadas, lo que da como resultado un cambio al alza de la temperatura óptima de tratamiento térmico. Asimismo, los tratamientos térmicos de larga duración a temperaturas más bajas también pueden ser eficaces y dan como resultado un cambio a la baja de la temperatura de tratamiento óptima.

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Un método para fabricar una aguja de sutura curva de aleación de tungsteno que comprende el paso de calentar una pieza de aguja bruta y curva que contiene una aleación de tungsteno o una aguja de sutura curva de aleación de tungsteno hasta una temperatura que va desde 350° C a menos de la temperatura de recristalización de la aleación.
- 10 **2.** El método de la reivindicación 1, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno se calientan a una temperatura de entre 350 y 1900° C.
- 3.** El método de la reivindicación 2, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno comprenden al menos uno o más metales seleccionados de un grupo que incluye el renio, el tantalio y el molibdeno.
- 15 **4.** El método de la reivindicación 3, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno contienen renio.
- 5.** El método de la reivindicación 2, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno contienen hasta un 30% en peso de renio, y tungsteno para equilibrar.
- 20 **6.** El método de la reivindicación 5, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno contienen entre un 20 y un 26% en peso de renio, y tungsteno para equilibrar.
- 7.** El método de la reivindicación 6, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno se calientan durante 0,5 horas a entre 800 y 1150° C.
- 25 **8.** El método de la reivindicación 1, de manera que la aguja de sutura curva se calienta a una temperatura de entre 700 y 1900° C en una atmósfera inerte o reductora.
- 9.** El método de la reivindicación 3, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno se calientan a una temperatura de entre 800 y 1150° C en una atmósfera inerte o reductora.
- 30 **10.** El método de la reivindicación 3, de manera que las agujas o las piezas de aguja brutas de aleación de tungsteno se calientan a una temperatura de entre 350 y 900° C en una atmósfera oxidante.
- 35 **11.** Una aguja de sutura curva obtenida mediante el proceso de la reivindicación 1, de manera que dicho proceso comprende los pasos de (1) transformar piezas de aguja brutas que contienen hasta un 30% en peso de renio, y tungsteno que sirve para equilibrar, en una aguja de sutura curva; y (2) calentar la mencionada aguja de sutura curva a una temperatura de entre 700 y 1900° C en una atmósfera inerte o reductora durante entre 0,01 horas y 1 hora.
- 40 **12.** La aguja de sutura de la reivindicación 11, de manera que el proceso además comprende el paso de calentar la mencionada aguja a una temperatura de entre 350 y 900° C en una atmósfera oxidante durante entre 0,01 horas y 1 hora.
- 45 **13.** Una aguja de sutura curva obtenida mediante el proceso de la reivindicación 1, de manera que dicho proceso incluye calentar las agujas curvas o las piezas quirúrgicas brutas y curvas de aleación de tungsteno a una temperatura de entre 350 y 900° C en una atmósfera oxidante durante entre 0,01 horas y 1 hora.
- 50
- 55
- 60
- 65

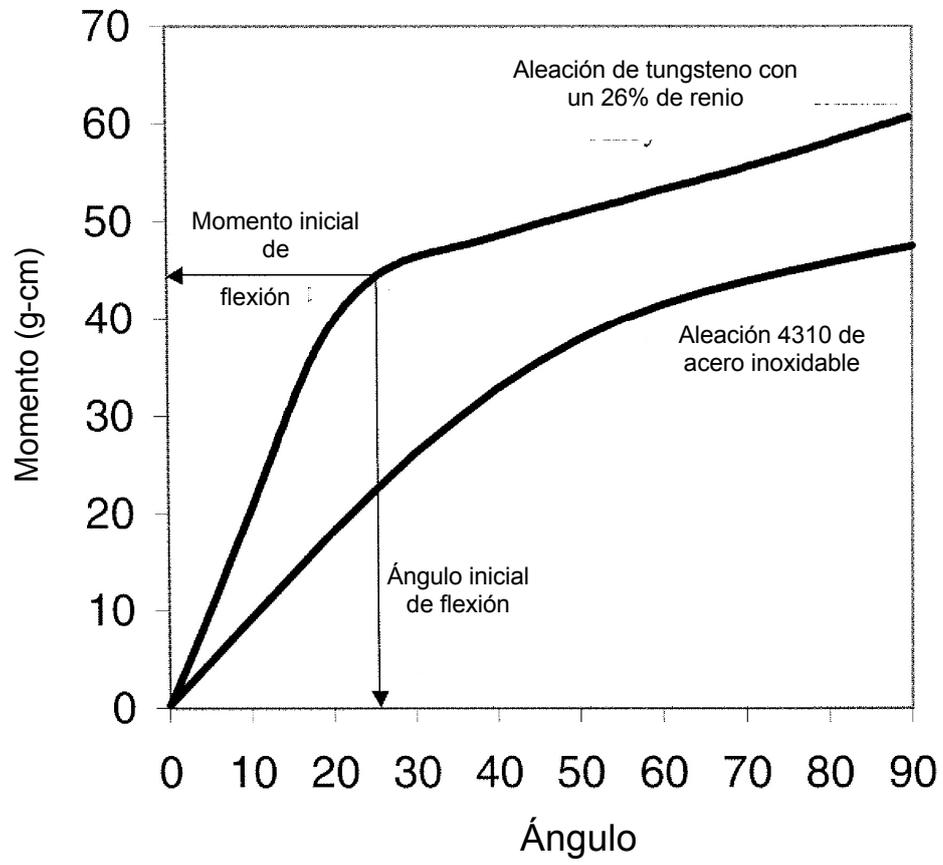


Figura 1

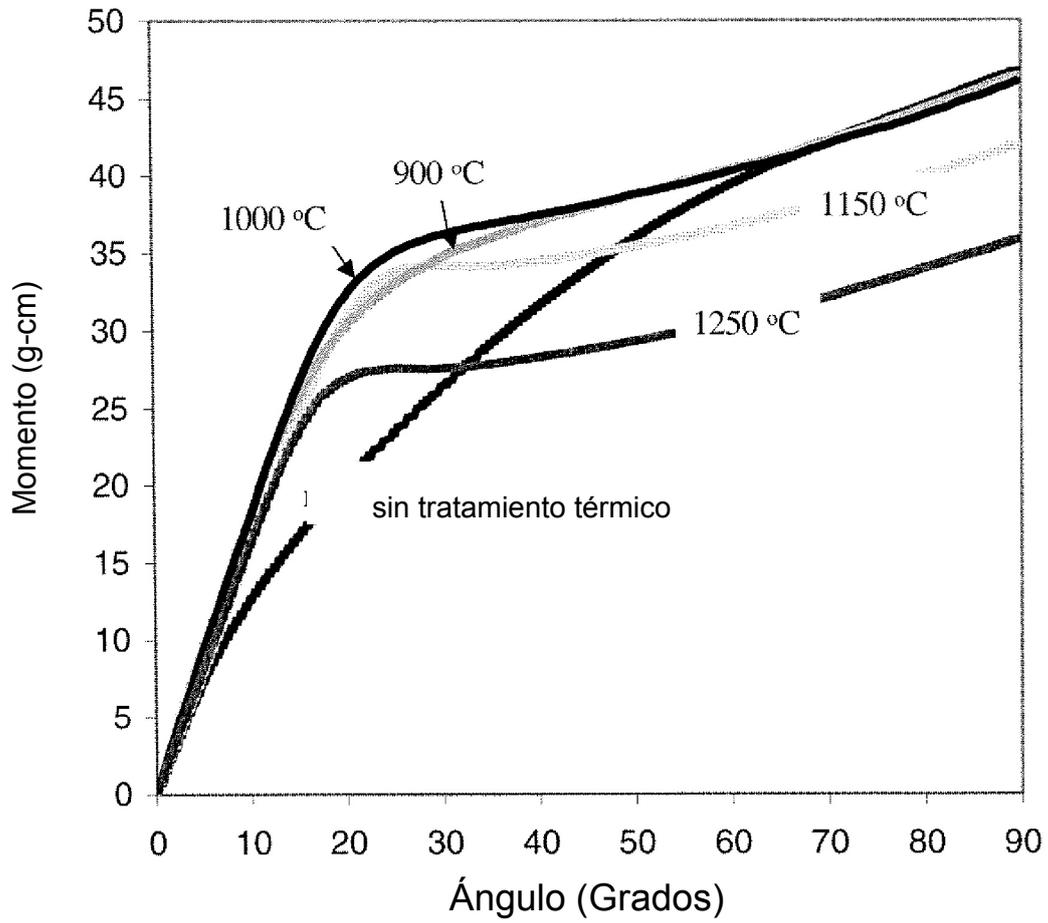


Figura 2