



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 379 944**

51 Int. Cl.:

B21H 7/00 (2006.01)

A61B 17/30 (2006.01)

B25B 9/02 (2006.01)

A61C 13/28 (2006.01)

A61F 2/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **09705452 .2**

96 Fecha de presentación : **28.01.2009**

97 Número de publicación de la solicitud: **2242598**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.10.2010**

54

Título: **Procedimiento de laminado por empuje de un rodillo, dispositivo asociado al mismo y productos fabricados con el mismo.**

30

Prioridad: **31.01.2008 CH 14108/08**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.05.2012

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.05.2012

73

Titular/es: **Dumont Switzerland AG.**
Untermüli 9
6302 Zug, CH

72

Inventor/es: **Walliser, Anton**

74

Agente/Representante:
Riera Blanco, Juan Carlos

ES 2 379 944 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

Procedimiento de laminado por empuje de un rodillo, dispositivo asociado al mismo y productos fabricados con el mismo.

Referencia a registros anteriores

Este registro reclama la prioridad del registro de la patente suiza nº 141/08.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a la fabricación de instrumentos de precisión como por ejemplo pinzas.

Estos instrumentos presentan dos brazos que están conectados entre sí en el un extremo, por ejemplo mediante soldadura por puntos. Los otros dos extremos libres de los dos brazos distan uno de otro abriéndose en forma de patas y se puede comprimir de forma elástica. Los dos extremos de los brazos pueden estar conformados, por ejemplo en el caso de una pinza, en puntas finas que se deben adaptar exactamente entre sí para que la pinza satisfaga su función. Ya que los dos brazos se conectan entre sí sólo después de la fabricación de sus puntas libres en el otro extremo, en general las pinzas se deben procesar a continuación a mano para que las puntas se adapten una a otra.

Piezas conformadas metálicas sin final, como por ejemplo, carriles, perfiles o alambres se fabrican por otro lado, según se conoce, mediante unidades de laminado con dos cilindros. Éstos ejercen un efecto un efecto apretando de forma simétrica sobre el metal. Los ejes de la red cristalina de la estructura nuevamente en capas se orientan del centro en la dirección de laminado en forma de estrella hacia los dos lados; se forma delante de los rodillos una así denominada "cuchara de rodillo". El producto laminado crece en este procedimiento de laminado por consiguiente en la longitud, como también en la anchura. El crecimiento en anchura del producto laminado no se puede impedir dado que en los cilindros de laminado se prevén limitaciones o aberturas laterales, puesto que las fuerzas dirigidas lateralmente en el material que se ensancha generarían un efecto de explosión con formación de rebabas. Esto provocaría la ruptura del cilindro de laminado o la ruptura o bloqueo de toda la máquina. Para impedir la extensión del producto de laminado en anchura, en las unidades de laminado de dos cilindros se debe prever un dispositivo de tracción conectado posteriormente que ejerce una gran tracción en el producto de laminado, de manera que durante el proceso de laminado sólo se puede extender ligeramente en anchura.

Estado de la técnica

En el documento EP 1 275 472 A se menciona en el párrafo 5 que los contornos complejos se pueden fabricar mediante laminado con herramientas mecánicas de un rodillo, teniendo lugar el proceso de laminado en un punto activo entre el rodillo y la superficie de la herramienta.

En el documento WO 01/13756 A se da a conocer una pinza de un metal ligero, que está hecha de una pieza y que no presenta puntos de soldadura. Se fabrica por fraccionamiento de un perfil en barra de metal ligero en una multiplicidad de pinzas semejantes sin laminado.

El laminado de las bandas metálicas se conoce también del documento US-A-5 001 918, el US-A-1 898 061, el US-A-3 457 759 y el DE-A-1 527 680.

La presente invención tiene en primer lugar el objetivo de proporcionar un producto intermedio en forma de una banda metálica con nuevas propiedades del material, el cual sea apropiado para la fabricación de los instrumentos del tipo mencionado al inicio. También tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento de fabricación y el dispositivo correspondiente para obtener esta banda metálica, en el que este procedimiento en la banda metálica produce en particular las partes elásticas de los brazos de instrumentos del tipo mencionado al inicio. También tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento de fabricación para otros objetos metálicos que contienen una zona elástica o presentan formas perfiladas complejas.

Sumario de la invención

El objetivo se resuelve conforme a la invención según la reivindicación 1 mediante una banda metálica en una pieza sin cordón de soldadura y de una aleación de acero policristalina, que comprende al menos una zona en la que las cristalitas están orientadas con una anisotropía relativamente más elevada, y al menos una zona en la que las cristalitas están orientadas con una anisotropía relativamente menos elevada; y en la que los difractogramas θ - 2θ de rayos X medidos con radiación $\text{CuK}\alpha$ en dos puntos correspondientes de la banda no muestran diferencias estadísticamente significativas respecto a la posición o forma de los respectivos picos correspondientes. La orientación de cristalitas relativamente más anisotrópica de la una zona es en comparación a la orientación de cristalitas relativamente menos anisotrópica de la otra zona.

ES 2 379 944 T3

Esta zona con orientación de cristalitas relativamente más anisotrópica, que es elástica, se obtiene por un procedimiento de laminado para la deformación de un cuerpo metálico conformado inicial de una aleación de acero policristalina según la reivindicación 4.

- 5 Formas de realización preferidas de la banda metálica según la invención, su procedimiento de fabricación y el dispositivo correspondiente se deducen de las reivindicaciones dependientes. También son objeto de la invención el dispositivo de laminado para la realización del procedimiento según la invención y pinzas, implantes de sostén y prótesis articulares, que se obtienen utilizando el procedimiento según la invención.

10

Descripción detallada de la invención

- 15 La “velocidad de laminado v ” en la fórmula (1) arriba mencionada es la velocidad con la que se mueve un punto imaginario, que se encuentra en el eje de rotación del rodillo en el centro entre los puntos de intersección del eje de rotación con las dos superficies frontales del rodillo, respecto al cuerpo conformado inicial antes de su entrada en la zona de laminado entre el rodillo y el soporte.

- 20 El procedimiento según la invención se lleva a cabo de manera que en al menos un punto de la superficie del rodillo que entra en contacto de laminación con el cuerpo conformado inicial, la velocidad angular ω del rodillo es menor que v/R , teniendo v y R el significado que se ha definido anteriormente. Este punto de laminado puede ser aquel punto, o pueden ser aquellos puntos, cuya(s) distancia(s) R respecto al eje de rotación es o son mínimas en comparación a las distancias R de los restantes puntos de laminado de la superficie del rodillo. Es preferible si para cada punto de laminado de la superficie del rodillo se aplica que ω es menor que v/R , teniendo v y R el significado según se ha descrito anteriormente. Estas características se distinguen de un procedimiento de laminado convencional con dos rodillos en sentido opuesto, donde para cada punto de laminado de las superficies del rodillo de los dos rodillos se aplica que la velocidad angular ω del rodillo en cuestión es mayor que el cociente v/R , teniendo v y R el significado según se ha definido anteriormente.

- 30 La velocidad angular ω es aquel ángulo (medido en radianes) que rota el rodillo por unidad de tiempo. La unidad de la velocidad angular ω es así s^{-1} .

La velocidad angular ω es preferiblemente del 30 al 95% del cociente v/R , más preferiblemente 50 al 80%.

- 35 La velocidad angular ω reducida en el procedimiento de laminado según la invención se puede conseguir como sigue el rodillo se presiona sobre el cuerpo conformado inicial a laminar, situado sobre el soporte con una fuerza normal F que es suficientemente grande para deformar el cuerpo conformado inicial. El rodillo se empuja o tira luego en el estado así presionado con una velocidad de laminado v deseada sobre el cuerpo conformado inicial. Para que según la invención la velocidad angular ω permanezca menor que v/R se impide o frena al mismo tiempo la rotación del rodillo. Debido a la rotación frenada del rodillo no se lamina sencillamente en plano el cuerpo conformado inicial, sino que durante el procedimiento según la invención se constituye delante del rodillo un abultamiento de material recalcado que se acerca por empuje como una onda de presión del rodillo.

- 45 El impedimento o frenado mencionados de la rotación del rodillo se puede realizar, por un lado, mediante un dispositivo de frenado apropiado que actúa sobre el rodillo durante el proceso de laminado. Por otro lado, también el mismo abultamiento de material actúa frenando la velocidad angular ω del rodillo. Siempre y cuando los parámetros del procedimiento de laminado, como presión de apriete, velocidad de laminado, etc. se puedan seleccionar de manera apropiada, tan pronto como este abultamiento de material se ha formado en los casos más favorables se prescinde de un frenado explícito del rodillo. Si se utiliza un freno, éste puede ser así cualquier tipo de freno conocido, así un freno por fricción, como por ejemplo, un freno de tambor, freno de disco o freno de cuña, un freno por corrientes parásitas o un freno accionado o que actúa hidráulicamente (freno por viscosidad). El control de la velocidad angular del rodillo se puede efectuar también previéndose un motor eléctrico o hidráulico que puede actuar en sí como accionamiento para el rodillo, pero cuya velocidad de rotación se selecciona de manera que se efectúa de nuevo el control mencionado de la velocidad angular del rodillo. La fuerza de frenado se puede ajustar o regular mediante un regulador apropiado de la fuerza de frenado. La fuerza de frenado al menos requerida es tal que la rotación del rodillo se frena hasta que en al menos un punto de laminado de la superficie del rodillo se produce $\omega < v/R$. Pero la fuerza de frenado es por otro lado tan grande que se bloquea parcialmente o totalmente la rotación del rodillo (es decir, $\omega \geq 0$). Entre estos dos valores límite se puede variar la fuerza de frenado y entonces se produce una fuerza angular ω del rodillo que es menor que v/R y mayor o igual que cero.

- 60 La magnitud de la tracción (empuje) depende de la presión de apriete del rodillo sobre el cuerpo conformado inicial, de la onda de presión generada de este modo por el rodillo y de la velocidad de laminado v . La presión de apriete debe corresponder al grado de deformación deseado del proceso de laminado, pero debe quedar por debajo de la presión que provocaría la aproximación o el sobrepasamiento del límite elástico del material del cuerpo conformado inicial. El tamaño del abultamiento del material que frena y acerca por empuje delante del rodillo depende directamente de la magnitud de la presión de laminado. Su efecto de frenado sobre la velocidad angular ω y la velocidad de laminado del rodillo, y por consiguiente sobre la tracción (empuje) se puede aumentar configurando el rodillo como rodillo perfilado, lo que produce un mayor grado de deformación en frío y por consiguiente el rodillo exige una mayor potencia de trabajo. La velocidad de laminado v influye en la altura del abultamiento del material junto con otros factores.

ES 2 379 944 T3

En el procedimiento según la invención el rodillo se puede conducir en un movimiento predeterminado de forma rectilínea o curvada sobre el cuerpo conformado inicial a laminar conforme al perfil deseado. En este caso preferiblemente según la invención se empuja el rodillo.

5 El procedimiento según la invención no es un procedimiento de trabajo continuo ya que el soporte sólo tiene dimensiones finitas y un ciclo de laminado ha terminado a más tardar después de rodar el rodillo sobre todo el soporte. Por otro lado, de este modo se ofrece la posibilidad de laminar un cuerpo conformado inicial en varios ciclos uno tras otro, pudiéndose suceder directamente uno tras otro estos ciclos, por ejemplo, siempre con el mismo rodillo o cambiándose el rodillo entre dos ciclos subsiguientes.

10 Según la invención el rodillo no debe ser obligatoriamente un rodillo cilíndrico; también puede ser un rodillo que diverge de la forma cilíndrica. El eje de rotación del rodillo, desde el que se miden también las distancias R a los puntos de laminado de la superficie del rodillo, no se debe encontrar obligatoriamente dentro del rodillo; pero está preferiblemente dentro del rodillo. Estas distancias R son mayores de cero. Según la invención se trata preferiblemente de un rodillo cilíndrico o un rodillo perfilado simétrico en rotación o un rodillo sectorial con superficie de laminado cilíndrica o perfilada simétricamente en rotación. En el caso de un rodillo cilíndrico, un rodillo perfilado simétrico en rotación o en el caso de un rodillo sectorial con superficie cilíndrica o perfilada simétricamente en rotación, el eje de rotación del rodillo coincide preferiblemente con el eje central del rodillo. En los casos de un rodillo cilíndrico, un rodillo cilíndrico sectorial, un rodillo perfilado simétrico en rotación o en el caso de una superficie sectorial, perfilada simétricamente en rotación, dicha distancia entre el eje de rotación y el punto de laminado de la superficie del rodillo es precisamente igual al radio R del rodillo en este punto. El perfil del rodillo aplicado en el caso deseado sobre la superficie del rodillo es preferiblemente tal que la línea base de su perfil en sección transversal se corresponde a la anchura de banda del cuerpo conformado inicial laminado (es decir, de la zona laminada de la banda metálica según la invención). Para que se pueda realizar un procedimiento de laminado según la invención, es decir, aparezca como máximo un aumento insignificante de la anchura, en la deformación de perfil observada por sí misma permanece preferentemente constante la superficie en sección transversal de la banda metálica laminada. El rodillo asume en el procedimiento según la invención al mismo tiempo dos funciones: 1) la función de presión para la reducción del espesor del cuerpo conformado inicial, 2) la función de tracción para el alargamiento del producto laminado, lo que se corresponde con una reducción de la sección transversal cuando la anchura permanece igual o sólo crece de forma insignificante.

30 El soporte puede ser plano, también puede presentar una superficie curvada apropiada o perfilada en las tres dimensiones espaciales. En este caso el cuerpo conformado inicial no se deforma sólo por laminado, sino que al mismo tiempo también se lamina dándole forma. En el caso de un perfilado de la superficie, este perfilado se selecciona preferentemente igualmente de manera que provoca una deformación constante en sección transversal observada por sí misma.

35 En el procedimiento según la invención se prescinde de un suministro explícito de calor, de modo que la única fuente de calor que actúa sobre el cuerpo conformado inicial es el calor originado en el mismo cuerpo conformado durante el laminado. Esto significa preferiblemente que la temperatura del cuerpo conformado inicial y de la banda metálica laminada originada no supera en ningún lugar el valor de 100°C durante todo el proceso de laminado.

40 El cuerpo conformado inicial que se puede laminar mediante el procedimiento según la invención puede estar hecho de cualquier metal suficientemente dúctil. Si se debe fabricar una banda metálica según la invención, el cuerpo conformado inicial es además de una aleación de acero policristalina. Preferiblemente es una aleación de acero que cristaliza según la red cristalina cúbica centrada en el cuerpo (bcc), así por ejemplo, un acero ferrítico, martensítico o mezclado ferrítico/martensítico. En el caso de aceros martensíticos o de aceros mezclados ferríticos/martensíticos se prefiere la modificación α' de la martensita. Ésta cristaliza tomado estrictamente en una red tetragonal centrada en el cuerpo, para finalidades prácticas se puede asumir igualmente que cristaliza de forma cúbica centrada en el cuerpo. Según la invención es preferiblemente un acero martensítico libre de níquel y molibdeno ("libre" significa aquí menos del 0,01% en peso). Más preferiblemente presenta una composición de Cr 12,50-14,50% en peso, C 0,42-0,50% en peso, Si máx. 1,00% en peso, Mn máx. 1,00% en peso, P máx. 0,045% en peso, S máx. 0,030% en peso, el resto es esencialmente hierro e impurezas inevitables. En particular puede ser un acero según el número de material 1.4034.

55 El mismo cuerpo conformado inicial ya tiene preferiblemente la forma de una banda metálica o chapa metálica.

60 Para que la deformación por laminado se pueda llevar a cabo más fácilmente y con presiones menores, el cuerpo conformado inicial metálico, si está hecho de una aleación de acero, se puede someter anteriormente a un tratamiento térmico, preferentemente con enfriamiento rápido subsiguiente en agua fría. Este tratamiento reduce de forma isotrópica la resistencia del metal. En el campo de las aleaciones de acero este tratamiento térmico se conoce como recocido de disolución, seleccionándose de forma típica un rango de temperaturas de 1050-1080°C, y la duración del tratamiento térmico es típicamente de aproximadamente 10 minutos hasta aproximadamente 1 hora, preferiblemente aproximadamente media hora.

65 El procedimiento según la invención es apropiado para la fabricación de todo tipo de pinzas, portaaguja, resortes, disectores, grapas, tijeras (por ejemplo tijeras Coiffeur), cuchillos (donde el laminado se puede realizar con el procedimiento según la invención a lo largo del eje de la hoja en lugar de cómo hasta ahora transversalmente al eje de la hoja) o perfiles especiales de cualquier tipo (por ejemplo para la construcción de fachadas o la construcción de

ES 2 379 944 T3

tubos). Es apropiado en particular para la fabricación de piezas que presentan al menos una zona elástica, así para la fabricación de pinzas, portaagujas o resortes, en particular también para pinzas con función de corte añadida que actúa hacia delante o que actúa hacia atrás (tijeras de pinza) o para implantes quirúrgicos u ortopédicos.

5 Este dispositivo según la invención en el que se realiza el procedimiento según la invención comprende al menos un rodillo, un soporte y un freno, tal y como se ha ejemplificado anteriormente, que está capacitado durante el laminado para el frenado de la velocidad angular ω del rodillo. El soporte mismo puede ser móvil o inmóvil, preferiblemente es inmóvil. El dispositivo según la invención comprende además el soporte necesario para el apriete y el movimiento del rodillo (avance y tracción) y sus guías. Estas guías del rodillo comprenden preferiblemente cilindros hidráulicos o sistemas mecánicos que están en condiciones de conducir el rodillo de forma precisa sobre el soporte en el caso de curva de distancia constante o controlada (espesor constante o variable de la banda metálica laminada originada). Estas guías hidráulicas o mecánicas del rodillo se conocen en del sector del laminado y no requieren una explicación. Mediante el frenado controlado apropiadamente del rodillo y su avance o empuje hacia delante simultáneo es superfluo un dispositivo de tracción adicional para el producto laminado en el dispositivo según la invención.

15 Como resultado del procedimiento según la invención y otras etapas de deformación facultativas, precedentes se origina una banda metálica laminada al menos parcialmente. Esta banda metálica no tiene obligatoriamente una forma regular o plana. Esta hecha de una pieza, es decir, que no está atornillada, remachada o pegada a partir de dos o varias partes individuales. Además, no presenta un punto de soldadura.

20 En general una banda según la invención de metal policristalino, que comprende una zona laminada descrita anteriormente, presenta en esta zona una orientación de cristalitas relativamente más anisotrópica. En la o las zonas no laminadas presenta la orientación de cristalitas del cuerpo conformado inicial, es decir, así una orientación de cristalitas relativamente menos anisotrópica o eventualmente esencialmente isotrópica. El concepto "no laminado" comprende también un pretratamiento del cuerpo conformado inicial bajo laminado, siempre y cuando como última etapa de este pretratamiento se haya realizado según se ha descrito anteriormente un tratamiento térmico que anula de nuevo los cambios ocasionales de la red que pudieron ser provocados por el laminado.

30 La orientación de cristalitas se define en el marco de la presente invención a través de la función de distribución de orientación, de forma abreviada también como ODF en el lenguaje especializado. En inglés se designa como "orientational distribution function" abreviada igualmente como ODF.

35 En el marco del este registro para la banda laminada se asume un sistema de coordenadas ortogonal, cuyo eje X es paralelo a la dirección de laminado de la zona de la banda laminada según la invención; cuyo eje Y está la dirección transversal a la dirección de laminado, y si la banda se observa desde su lado superior, según se muestra a la izquierda, y cuyo eje Z es la normal como producto vectorial del eje X y el eje Y.

40 La función de distribución de orientación ODF mencionada se determina en el marco del presente registro de los datos de la estructura por rayos X obtenidos con la radiación $\text{CuK}\alpha$ ($\lambda = 1,54$ angstroms). Por un lado se pueden utilizar, por ejemplo, pruebas en forma de disco que se cortan de la banda a examinar, y que presentan una superficie plana a irradiar. La prueba a examinar se corta en este caso de la banda de modo que la superficie mencionada a irradiar está dispuesta perpendicularmente al eje Z. Siempre y cuando la banda presenta ya una superficie plana que está dispuesta perpendicularmente sobre el eje Z, también se podría medir la banda directamente en esta superficie.

45 Esta ODF se puede definir por un lado como

$$f(\varphi_1, \Phi, \varphi_2) = \frac{dV}{d\Phi d\varphi_1 d\varphi_2} \frac{8\pi^2}{\sin \Phi} \quad (2a)$$

50 En la fórmula (2a) significan:

55 $\varphi_1, \Phi, \varphi_2$: los tres ángulos de Euler que describen la rotación del sistema de coordenadas interno de las cristalitas respecto al sistema de coordenadas de la prueba. El sistema de coordenadas interno de las cristalitas es individual para cada cristalita individual.

60 $dV/d\Phi d\varphi_1 d\varphi_2$: la fracción de volumen diferencial dV de aquellas cristalitas, en las que el sistema de coordenadas interno de las cristalitas tiene una orientación dentro de una fracción angular del espacio dada, diferencial (se describe con los ángulos de Euler diferenciales $d\Phi, d\varphi_1, d\varphi_2$).

V: el volumen global de todas las cristalitas irradiadas.

65 La determinación de esta ODF como $f(\varphi_1, \Phi, \varphi_2)$ se puede realizar a partir de las mediciones de figuras de polo. Las figuras de polo y la ODF se aproximan como desarrollos en serie de funciones esféricas generalizadas, estas dos aproximaciones se utilizan en la ecuación fundamental del análisis de textura, y los coeficientes del desarrollo en serie

ES 2 379 944 T3

se determinan de ello. Este modo de proceder se describe en los párrafos 11.4.1 y 11.6.5 (“métodos armónicos” del libro de texto “Moderne Röntgenbeugung” L. Spiess, R. Schwarzer, H. Behnken, G. Teichert, Octubre de 2005, B.G. Teubner Verlag, Wiesbaden, Alemania.

5 La ODF se puede definir por otro lado también mediante la fórmula (2b):

$$10 \quad W(\vartheta, \varphi) \equiv \frac{dV}{d\Omega} \frac{4\pi}{V} \quad (2b)$$

En la fórmula (2b) significan:

- 15 $dV/d\Omega$: la fracción de volumen diferencial dV de aquellas cristalitas, en las que las normales de las superficies de la superficie irradiada de la prueba (véase abajo) se sitúan dentro de una fracción de ángulo espacial $d\Omega$ diferencial dada en el sistema de coordenadas interno de las cristalitas (véase su descripción en la fórmula arriba mencionada (2a)).
- 20 V : el volumen total de todas las cristalitas irradiadas.

Esta función de distribución de orientación $W(\vartheta, \varphi)$ presenta como variables un ángulo polar ϑ medido de los ejes Z de los sistemas de coordenadas internos de las cristalitas y un ángulo acimutal φ medido de los ejes X. Esta ODF se obtiene según las etapas siguientes a)-c) (véase también J. Appli. Cryst. 1970, 3, pág. 313 y siguientes):

- a) La prueba se fija en el portamuestras del difractograma, de modo que la normal de la superficie de la superficie a irradiar es perpendicular al eje del difractómetro. Se selecciona el ángulo goniométrico 2θ de tal manera que se detecta una difracción en un haz plano de la red cristalina con un índice de Miller (hkl) determinado. La prueba (o la banda misma) se inclina entonces de modo que la normal de la superficie de la superficie a irradiar se rota en un ángulo α de las normales de este haz de plano hacia el eje del difractómetro. Con esta inclinación, bajo rotación simultánea de la prueba alrededor de la normal de la superficie de la superficie a irradiar en 360° y manteniendo el ángulo goniométrico 2θ seleccionado anteriormente, se mide la intensidad de difracción $I_{hkl}(\alpha)$ sumada. Esta medición se realiza para en conjunto K ángulos α diferentes, pero con siempre el mismo θ .
- 30
- b) Para cada $I_{hkl}(\alpha)$ determinada en a) se aplica de nuevo un desarrollo en serie de la forma

$$40 \quad I_{hkl}(\alpha) = A(h, k, l, \theta, \lambda) \left(1 + \sum_v^V \sum_w^W C_{vw} K_{vw}(\vartheta_{hkl}, \varphi_{hkl}) P_v(\cos \alpha) \right) \quad (3)$$

45 Aquí $K_{vw}(\vartheta_{hkl}, \varphi_{hkl})$ es el valor de la función esférica K_{vw} adaptada a la simetría de la red cristalina del metal en cuestión (función esférica adaptada a la simetría, inglés “symmetry-adapted spherical harmonic” SASH) en el par de ángulos (ϑ, φ) que indica la dirección del vector normal del haz del plano del cristal con índice de Miller (hkl) en el sistema de coordenadas interno de las cristalitas. El índice v pasa sólo sobre los números pares mayores de cero hasta el número V tenido en cuenta como máximo. Cuanto mayor es V, tanto mayor es la exactitud. El índice w pasa sobre todas las funciones esféricas semejantes independientes linealmente dentro de la secuencia v. El número K de la $I_{hkl}(\alpha)$ medida en a) debe ser mayor en uno que el número total de los sumandos en la suma doble de la fórmula (3). $P_v(\cos \alpha)$ es el valor del polinomio de Legendre de la secuencia v con $\cos \alpha$. Además está en la fórmula (3):

$$55 \quad A(h, k, l, \theta, \lambda) = \frac{Q}{2\mu} \left| \sum_{j=1}^N f_j \left(\frac{\sin(\theta)}{\lambda} \right) \exp(-2i\pi(hx_j + ky_j + lz_j)) \right|^2 \frac{P_{hkl}(1 + \cos^2(2\theta)) \exp(B \frac{\sin^2(\theta)}{\lambda^2})}{8 \sin^2(\theta) \cos(\theta)} \quad (4)$$

60 en el que significan:

- Q : una constante igual para todas las reflexiones.
- 65 μ : el coeficiente de absorción lineal del metal examinado para la radiación $\text{CuK}\alpha$. Estos coeficientes de absorción se conocen.

ES 2 379 944 T3

$f_j\left(\frac{\sin(\theta)}{\lambda}\right)$: el factor de forma atómica del átomo j de la célula elemental en función del $\sin(\theta)/\lambda$. λ es 1,54 angstrom.

5 Estos factores de forma atómica se conocen. La suma en la cual aparecen estos factores de forma atómica, pasa sobre todos los N átomos de la célula elemental.

X_j, y_j, z_j : las coordenadas del átomo j en la célula elemental en coordenadas internas de las cristalitas (véase arriba).

10 P_{hkl} : la multiplicidad de la intensidad detectada, es decir, el número de los haces de plano del cristal equivalentes que contribuyen a $I_{hkl}(\alpha)$. Estas multiplicidades se conocen para todo tipo de redes cristalinas.

15 B : El factor de temperatura asumido aproximadamente como isotrópico e igual para todos los átomos de la célula elemental. Estos factores de temperatura se conocen. De las ecuaciones (3) se determinan de nuevo los coeficientes C_{vw} y también la Q .

20 c) La función de distribución de orientación $W(\vartheta, \varphi)$ se obtiene mediante los coeficiente C_{vw} obtenidos en b) y mediante la fórmula

$$W(\vartheta, \varphi) = 1 + \sum_v^V \sum_w^W C_{vw} K_{vw}(\vartheta, \varphi) \quad (5)$$

25 en la cual $K_{vw}(\vartheta, \varphi)$ son de nuevo las funciones esféricas adaptadas a la simetría mencionadas anteriormente, el par de ángulos (ϑ, φ) dentro del sistema de coordenadas interno de las cristalitas, según se ha descrito anteriormente, y v, V, w y W tienen el significado indicado arriba.

30 La orientación de las cristalitas en la zona laminada según la invención tiene una anisotropía más elevada que en otra zona que no está laminada o está laminada de forma convencional. La anisotropía de la orientación de cristalitas en la zona donde esta anisotropía es relativamente más elevada, es preferentemente tal que la ODF descrita arriba según la fórmula (2b) en su desarrollo en serie aproximativo obtiene al menos un C_{vw} que es en valor al menos 0,050; más preferiblemente este C_{vw} , es en valor al menos 0,100 y todavía más preferiblemente al menos 0,200. Por otro lado la ODF descrita arriba según (2b) en la zona con orientación de cristalitas relativamente menos anisotrópica es preferiblemente tal que en el desarrollo en serie mencionado de la ODF ninguno de los C_{vw} es mayor en valor de 0,050, es decir, que es esencialmente isotrópico (para una orientación de cristalitas exactamente isotrópica serían todos los C_{vw} cero).

40 En el caso de bandas que presentan tanto una zona laminada según la invención, como también una zona no laminada, y que están hechas de un acero ferrítico, martensítico o mezclado ferrítico/martensítico, según se ha descrito arriba, esta anisotropía de la orientación expresa de forma especial como sigue: si en una banda semejante se registra difractogramas θ - 2θ de pruebas de la zona laminada y de la no laminada, de tal manera que el eje del difractómetro está en paralelo a la superficie a irradiar de la prueba, así se encuentra que las cristalitas están orientadas relativamente más frecuentemente en la zona laminada según la invención, de modo que su haz de plano con índice de Miller (200) está en paralelo a la superficie irradiada. En menor medida también las cristalitas también están orientadas de forma que su haz de plano con índice de Miller (211) está más frecuentemente en paralelo a la superficie irradiada. Esta orientación especial de las cristalitas se acentúa de las zonas de borde de la zona laminada según la invención (desde fuera) hacia su centro (hacia dentro). Frente a esto, en una banda del mismo material pero que comprende una zona laminada según un procedimiento convencional (con dos rodillos), no se observa una orientación especial semejante.

55 Igualmente en general las bandas, que están hechas de un metal policristalino, preferiblemente un metal que cristaliza en la red cristalina cúbica centrada en el cuerpo (bcc), más preferiblemente de un acero ferrítico, martensítico o mezclado ferrítico/martensítico, según se ha descrito arriba, (en particular según el n° de material 1.4034), y que comprenden una zona laminada según la invención y una zona no laminada, muestran lo siguiente: si se examina según el procedimiento de difracción descrito en el párrafo precedente en dos puntos cualesquiera, así no se encuentran diferencias estadísticamente significativas en la posición de los picos o en su forma cuando los picos correspondientes de los dos difractogramas se comparan entre sí, es decir, los dos picos nunca son diferentes uno de otro estadísticamente significativamente respecto a su posición y forma de pico. Esto es de nuevo a diferencia de una banda del mismo metal pero que comprende una zona que está laminada según un procedimiento convencional (con dos rodillos): allí el pico de un difractograma de la zona laminada puede estar desplazado estadísticamente significativamente respecto al pico correspondiente de un difractograma de la zona no laminada en su posición y/o puede estar distorsionado estadísticamente significativamente en su forma.

65 En el marco del presente registro la simetría de un pico referido a su máximo y la agudeza de un pico (relación de la anchura del valor medio respecto a la intensidad máxima) se entiende como "forma" de este pico. Su intensidad no se entiende como "forma" del pico.

ES 2 379 944 T3

Si dos picos son “diferentes uno de otro estadísticamente significativamente respecto a la posición o forma” se fija en el marco del presente registro según las etapas siguientes 1)-4):

1) Se proporcionan los dos difractogramas a comparar en una forma en la que las curvas de intensidad absolutas de los picos a comparar están registradas como función de 2θ en intervalos de conteo discretos de la anchura $0,05^\circ$. Cada uno de estos intervalos de conteo se designa a continuación a través de un índice i correspondiente.

2) Se escoge en los dos difractogramas la zona 2θ lo más grande posible, coherente y concordante, que contiene los máximos de los dos picos a comparar y en el que la intensidad absoluta del intervalo de conteo i del primer difractograma siempre es al menos el doble que el fondo correspondiente, o la intensidad absoluta del intervalo de conteo i correspondiente del segundo difractograma es al menos el doble que el fondo correspondiente, o las dos intensidades i son al menos el doble que el respectivo fondo correspondiente. Si no existe una zona semejante, los dos picos se valoran como “diferentes uno de otro estadísticamente significativamente respecto a su posición” y el resto del test no se realiza.

3) Siempre y cuando exista una zona semejante con en conjunto k intervalos de conteo coherentes, se calcula la magnitud característica chi-cuadrado de todos estos intervalos de conteo:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{({}_1b_i - {}_2b_i)^2}{2({}_1b_i + {}_2b_i)} \quad (6)$$

En esta fórmula ${}_1b_i$ o ${}_2b_i$ son las intensidades corregidas del fondo y normalizadas entonces en un máximo de pico de 100 (cien) impulsos de conteo del primer o segundo pico en el intervalo de conteo i . La normalización de los picos a comparar sobre un máximo de 100 impulsos de conteo tiene lugar en primer lugar por lo tanto, ya que el número de las cristalitas irradiadas de lugar de prueba a lugar de prueba no es constante (esto provoca diferentes intensidades en los difractogramas captados en los dos lugares de prueba), y lo segundo ya que las diferencias pueden estar presentes en la anisotropía de la orientación de las cristalitas (esto provoca variaciones de las relaciones de intensidad de los picos dentro de un difractograma; en particular en una banda según la invención se requiere al menos una zona con una orientación de cristalitas relativamente más anisotrópica y al menos una zona con orientación de cristalitas relativamente menos anisotrópica). Pero el test estadístico aquí descrito se debe separar e independientemente de la anisotropía de la orientación de cristalitas sólo muestran diferencias estadísticamente significativas en las propiedades de las cristalitas mismas, por ejemplo, una menor magnitud característica media (visto como ensanchamiento de picos) o tensiones dentro de la red cristalina (visto como desplazamiento del máximo del pico, ensanchamiento de picos o asimetría en la forma del pico). La fórmula (6) arriba mencionada se deduce de la fórmula habitual en las matemáticas para la magnitud de test del chi-cuadrado para intensidades de conteo observadas ${}_1b_i$ ó ${}_2b_i$, siempre y cuando para el valor esperado μ_i correspondiente se utiliza el valor medio de ${}_1b_i$ y ${}_2b_i$ y para la desviación típica σ_i la raíz cuadrada del este valor medio.

4) Se compara la magnitud característica del chi-cuadrado calculada en la etapa 3) con el valor de la distribución del chi-cuadrado en k grados de libertad según la tabla 1 siguiente con un límite significativo de 0,001% (k es el número de los intervalos de conteo de la zona coherente determinada bajo la etapa 2)):

TABLA 1

| Grado de libertad k | Límite significativo | | | | | |
|-----------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,001% | 0,01% | 0,1% | 1% | 5% | 10% |
| 2 | 23,03 | 18,42 | 13,82 | 9,21 | 5,99 | 4,61 |
| 3 | 25,75 | 20,97 | 16,14 | 11,24 | 7,74 | 6,19 |
| 4 | 28,47 | 23,51 | 18,47 | 13,28 | 9,49 | 7,78 |
| 5 | 30,79 | 25,68 | 20,46 | 15,04 | 11,04 | 9,21 |
| 6 | 33,11 | 27,86 | 22,46 | 16,81 | 12,59 | 10,64 |
| 7 | 35,22 | 29,84 | 24,29 | 18,45 | 14,05 | 12,00 |
| 8 | 37,33 | 31,83 | 26,12 | 20,09 | 15,51 | 13,36 |
| 9 | 39,31 | 33,70 | 27,86 | 21,65 | 16,91 | 14,67 |
| 10 | 41,30 | 35,56 | 29,59 | 23,21 | 18,31 | 15,99 |

ES 2 379 944 T3

TABLA 1 (continuación)

| 5 | Grado de libertad k | Límite significativo | | | | | |
|----|---------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0,001% | 0,01% | 0,1% | 1% | 5% | 10% |
| | 11 | 43,19 | 37,35 | 31,25 | 24,71 | 19,67 | 17,27 |
| 10 | 12 | 45,08 | 39,13 | 32,91 | 26,22 | 21,03 | 18,55 |
| | 13 | 46,90 | 40,86 | 35,42 | 27,68 | 22,36 | 19,81 |
| | 14 | 48,72 | 42,58 | 36,12 | 29,14 | 23,68 | 21,06 |
| 15 | 15 | 50,48 | 44,25 | 37,69 | 30,57 | 24,99 | 22,30 |
| | 16 | 52,24 | 45,92 | 39,25 | 32,00 | 26,30 | 23,54 |
| | 17 | 53,96 | 47,56 | 40,78 | 33,40 | 27,58 | 24,77 |
| 20 | 18 | 55,68 | 49,19 | 42,31 | 34,81 | 28,87 | 25,99 |
| | 19 | 57,36 | 50,79 | 43,81 | 36,19 | 30,14 | 27,20 |
| 25 | 20 | 59,04 | 52,39 | 45,31 | 37,57 | 31,41 | 28,41 |
| | 21 | 60,69 | 53,96 | 46,79 | 38,93 | 32,67 | 29,61 |
| | 22 | 62,34 | 55,52 | 48,27 | 40,29 | 33,92 | 30,81 |
| 30 | 23 | 63,96 | 57,07 | 49,72 | 41,63 | 35,17 | 32,00 |
| | 24 | 65,58 | 58,61 | 51,18 | 42,98 | 36,42 | 33,20 |
| 35 | 25 | 67,18 | 60,14 | 52,62 | 44,31 | 37,65 | 34,38 |
| | 26 | 68,77 | 61,66 | 54,05 | 45,64 | 38,89 | 35,56 |
| | 27 | 70,34 | 63,16 | 55,47 | 46,96 | 40,11 | 36,74 |
| 40 | 28 | 71,92 | 64,66 | 56,89 | 48,28 | 41,34 | 37,92 |
| | 29 | 73,47 | 66,15 | 58,30 | 49,59 | 42,56 | 39,09 |
| | 30 | 75,02 | 67,63 | 59,70 | 50,80 | 43,77 | 40,26 |
| 45 | 31 | 76,56 | 69,10 | 61,10 | 52,19 | 44,98 | 41,12 |
| | 32 | 78,09 | 70,57 | 62,49 | 53,49 | 46,19 | 42,58 |
| | 33 | 79,61 | 72,03 | 63,87 | 54,77 | 47,40 | 43,74 |
| 50 | 34 | 81,13 | 73,48 | 65,25 | 56,06 | 48,60 | 44,90 |
| | 35 | 82,64 | 74,92 | 66,62 | 57,34 | 49,80 | 46,06 |
| 55 | 36 | 84,14 | 76,36 | 67,99 | 58,62 | 51,00 | 47,21 |
| | 37 | 85,63 | 77,79 | 69,34 | 59,89 | 52,19 | 48,36 |
| | 38 | 87,12 | 79,22 | 70,70 | 61,16 | 53,38 | 49,51 |
| 60 | 39 | 88,60 | 80,64 | 72,05 | 62,43 | 54,57 | 50,66 |
| | 40 | 90,08 | 82,06 | 73,40 | 63,69 | 55,76 | 51,81 |

65

ES 2 379 944 T3

TABLA 1 (continuación)

| 5 | Grado de libertad k | Límite significativo | | | | | |
|----|---------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|-------|
| | | 0,001% | 0,01% | 0,1% | 1% | 5% | 10% |
| | 41 | 91,55 | 83,47 | 74,74 | 64,95 | 56,94 | 52,95 |
| 10 | 42 | 93,01 | 84,88 | 76,08 | 66,21 | 58,12 | 54,09 |
| | 43 | 94,47 | 86,28 | 77,92 | 67,46 | 59,30 | 55,23 |
| | 44 | 95,92 | 87,68 | 68,71 | 68,71 | 60,48 | 56,37 |
| 15 | 45 | 97,37 | 89,07 | 80,07 | 69,96 | 61,66 | 57,50 |
| | 46 | 98,81 | 90,46 | 81,40 | 71,20 | 62,83 | 58,64 |
| | 47 | 100,25 | 91,84 | 82,72 | 72,44 | 64,00 | 59,77 |
| 20 | 48 | 101,69 | 93,22 | 84,04 | 73,68 | 65,17 | 60,91 |
| | 49 | 103,11 | 94,59 | 85,35 | 74,92 | 66,34 | 62,04 |
| 25 | 50 | 104,54 | 95,97 | 86,66 | 76,15 | 67,50 | 63,17 |
| | 51 | 105,96 | 97,34 | 87,97 | 77,38 | 68,67 | 64,29 |
| | 52 | 107,38 | 98,70 | 89,27 | 79,62 | 69,83 | 65,42 |
| 30 | 53 | 108,79 | 100,06 | 90,57 | 79,84 | 70,99 | 66,55 |
| | 54 | 110,20 | 101,42 | 91,87 | 81,07 | 72,15 | 67,67 |
| 35 | 55 | 111,61 | 102,77 | 93,17 | 82,29 | 73,31 | 68,80 |
| | 56 | 113,01 | 104,13 | 94,46 | 83,51 | 74,47 | 69,92 |
| | 57 | 114,41 | 105,47 | 95,75 | 84,73 | 75,62 | 71,04 |
| 40 | 58 | 115,80 | 106,82 | 97,04 | 85,95 | 76,78 | 72,16 |
| | 59 | 117,19 | 108,16 | 98,32 | 87,16 | 77,93 | 73,28 |
| | 60 | 118,58 | 109,50 | 99,61 | 88,38 | 79,08 | 74,90 |
| 45 | 61 | 119,96 | 110,84 | 100,89 | 89,59 | 80,23 | 75,51 |
| | 62 | 121,35 | 112,17 | 102,17 | 90,80 | 81,38 | 76,63 |
| | 63 | 122,73 | 113,50 | 103,44 | 92,01 | 82,53 | 77,74 |
| 50 | 64 | 124,10 | 114,83 | 104,72 | 93,22 | 83,68 | 78,86 |
| | 65 | 125,47 | 116,16 | 105,99 | 94,42 | 84,82 | 79,97 |
| 55 | 66 | 126,85 | 117,48 | 107,26 | 95,63 | 85,96 | 81,09 |
| | 67 | 128,21 | 118,80 | 108,52 | 96,83 | 87,11 | 82,20 |
| | 68 | 129,58 | 120,12 | 109,79 | 98,03 | 88,25 | 83,31 |
| 60 | 69 | 130,94 | 121,44 | 111,05 | 99,23 | 89,39 | 84,42 |
| | 70 | 132,30 | 122,75 | 112,32 | 100,43 | 90,53 | 85,53 |
| 65 | 71 | 133,66 | 124,07 | 113,58 | 101,62 | 91,67 | 86,64 |

ES 2 379 944 T3

TABLA 1 (continuación)

| | Límite significativo | | | | | | |
|----|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Grado de libertad k | 0,001% | 0,01% | 0,1% | 1% | 5% | 10% |
| 5 | 72 | 135,01 | 125,38 | 114,84 | 102,82 | 92,81 | 87,74 |
| 10 | 73 | 136,36 | 126,68 | 116,09 | 104,01 | 93,94 | 88,85 |
| | 74 | 137,71 | 127,99 | 117,35 | 105,20 | 95,08 | 89,96 |
| | 75 | 139,06 | 129,29 | 118,60 | 106,39 | 96,22 | 91,06 |
| 15 | 76 | 140,41 | 130,60 | 119,85 | 107,58 | 97,35 | 92,17 |
| | 77 | 141,75 | 131,89 | 121,10 | 108,77 | 98,48 | 93,27 |
| | 78 | 143,09 | 133,19 | 122,35 | 109,96 | 99,62 | 94,37 |
| 20 | 79 | 144,43 | 134,49 | 123,59 | 111,14 | 100,75 | 95,48 |
| | 80 | 145,76 | 135,78 | 124,84 | 112,33 | 101,88 | 96,58 |
| 25 | 81 | 147,10 | 137,07 | 126,08 | 113,51 | 103,01 | 97,68 |
| | 82 | 148,43 | 138,37 | 127,32 | 114,69 | 104,14 | 98,78 |
| | 83 | 149,76 | 139,65 | 128,56 | 115,88 | 105,27 | 99,88 |
| 30 | 84 | 151,09 | 140,94 | 129,80 | 117,06 | 106,39 | 100,98 |
| | 85 | 152,41 | 142,22 | 131,04 | 118,24 | 107,52 | 102,08 |
| 35 | 86 | 153,74 | 143,51 | 132,28 | 119,41 | 108,65 | 103,18 |
| | 87 | 155,06 | 144,79 | 133,51 | 120,59 | 109,77 | 104,27 |
| | 88 | 156,38 | 146,07 | 134,75 | 121,77 | 110,90 | 105,37 |
| 40 | 89 | 157,70 | 147,35 | 135,98 | 122,94 | 112,02 | 106,47 |
| | 90 | 159,02 | 148,63 | 137,21 | 124,12 | 113,15 | 107,57 |
| | 91 | 160,33 | 149,90 | 138,44 | 125,29 | 114,27 | 108,66 |
| 45 | 92 | 161,65 | 151,18 | 139,67 | 126,45 | 115,39 | 109,76 |
| | 93 | 162,96 | 152,45 | 140,89 | 127,63 | 116,51 | 110,85 |
| 50 | 94 | 164,27 | 153,72 | 142,12 | 128,80 | 117,63 | 111,94 |
| | 95 | 165,58 | 154,99 | 143,34 | 129,97 | 118,75 | 113,04 |
| | 96 | 166,89 | 156,26 | 144,57 | 131,14 | 119,87 | 114,13 |
| 55 | 97 | 168,19 | 157,53 | 145,79 | 132,31 | 120,99 | 115,22 |
| | 98 | 169,50 | 158,79 | 147,01 | 133,48 | 122,11 | 116,32 |
| | 99 | 170,80 | 160,06 | 148,23 | 134,64 | 123,22 | 117,41 |
| 60 | 100 | 172,10 | 161,32 | 149,45 | 135,81 | 124,34 | 118,50 |

65 Si la magnitud característica del chi-cuadrado calculada en el paso 3) es mayor que el valor presentado en la tabla 1 con el número utilizable de grados de libertad k, los dos picos son “diferentes uno de otros estadísticamente significativamente respecto a la posición o forma”, en otro caso son “no diferentes uno de otro estadísticamente significativamente respecto a la posición y forma”.

ES 2 379 944 T3

Esta magnitud característica del chi-cuadrado es preferiblemente de dos picos correspondientes de dos difractogramas de dos puntos cualesquiera de al menos una banda parcialmente laminada según la invención, pero en ninguna parte de la banda laminada convencionalmente es siempre tan pequeña que los dos picos mismos se reconocen entonces todavía como “no diferentes uno de otro estadísticamente significativamente respecto a la posición y forma”, cuando de la tabla arriba mencionada no se utilizan los valores en el límite significativo 0,001%, sino que se utiliza (en preferencia creciente) en el caso de 0,01%, 0,1%, 1%, 5% ó 10%.

En el caso de un metal que cristaliza en una red centrada en el cuerpo, en particular cúbica centrada en el cuerpo (entre ellos los aceros preferidos ferríticos, martensíticos o mezclados ferríticos/martensíticos), o en una red centrada en las caras, en particular cristaliza en una red cúbica centrada en las caras (por ejemplo, los aceros austeníticos) se observan diferencias estadísticamente significativas entre los dos difractogramas principalmente en la comparación de los picos con índice de Miller (200).

Según el test estadístico descrito arriba se han examinado con un programa informático, por ejemplo, difractogramas de dos bandas A y B de un acero del material de nº 1.4034, con longitud de 70 mm y anchura de 10 mm, que no están laminadas en un extremo y presentan un espesor constante de aproximadamente 1,5 mm, y en el otro extremo han sido laminadas según la invención a un espesor constante de aproximadamente 0,85 mm (banda A) o han sido laminadas de forma convencional (banda B). El pico en $2\theta =$ por ejemplo $64,8^\circ$ (el pico-(200)) se ha testado sobre diferencias estadísticamente significativas. El programa requirió la introducción manual de la posición de los máximos de pico y a la izquierda y a la derecha de los dos picos cada vez un área de fondo. Como fondo el programa calculó el valor medio de todas las intensidades de estas dos áreas de fondo. El programa determino entonces la zona 2θ mayor posible coherente según la etapa 2) anterior y el número de los grados de libertad k, y calculo el valor del chi-cuadrado según la fórmula (6) arriba mencionada. Se han obtenido los valores siguientes del chi-cuadrado y grados de libertad k correspondientes:

TABLA 2a (banda A)

| Lugar de medición del 1 ^{er} difractograma | Lugar de medición del 2 ^o difractograma | Chi-cuadrado según la fórmula (6) (cuatro cálculos con diferentes fondos seleccionados) | Grados de libertad (= número de intervalos de conteo tenidos en cuenta de la zona 2θ coherente) | ¿Son “diferentes unos de otros significativamente estadísticamente respecto a la posición o la forma” los picos en $64,8^\circ$ del 1 ^{er} y 2 ^o difractograma con un límite significativo de 0,001%? Si / no |
|---|---|---|--|---|
| Lado posterior de la zona laminada, en la dirección de laminado | Lado posterior de la zona laminada, en la dirección de laminado | 0,014 | 17 | No |
| | | 0,003 | 17 | |
| | | 0,008 | 17 | |
| | | 0,028 | 17 | |
| Lado posterior de la zona laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, en la dirección de laminado | 6,466 | 18 | No |
| | | 6,712 | 18 | |
| | | 6,448 | 18 | |
| | | 6,554 | 18 | |
| Lado posterior de la zona laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | 2,924 | 18 | No |
| | | 3,133 | 18 | |
| | | 2,985 | 18 | |
| | | 3,104 | 18 | |
| Lado posterior de la zona laminada, en la dirección de laminado | Lado posterior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde extremo | 6,865 | 23 | No |
| | | 7,416 | 23 | |
| | | 6,876 | 23 | |
| | | 7,648 | 23 | |
| Lado posterior de la zona laminada, en la dirección de laminado | Lado posterior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde interior | 6,325 | 25 | No |
| | | 6,551 | 25 | |
| | | 6,685 | 25 | |
| | | 6,453 | 25 | |

ES 2 379 944 T3

TABLA 2a (continuación)

| 5 | Lugar de medición del 1 ^{er} difractograma | Lugar de medición del 2 ^o difractograma | Chi-cuadrado según la fórmula (6) (cuatro cálculos con diferentes fondos seleccionados) | Grados de libertad (= número de intervalos de conteo tenidos en cuenta de la zona 2 θ coherente) | ¿Son "diferentes unos de otros significativamente estadísticamente respecto a la posición o la forma" los picos en 64,8° del 1 ^{er} y 2 ^o difractograma con un límite significativo de 0,001%? Si / no |
|----|---|---|---|---|--|
| 10 | | | | | |
| 15 | Lado posterior de la zona laminada, en la dirección de laminado | Lado posterior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro | 11,196 11,200 11,188 11,192 | 27 27 27 27 | No |
| 20 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, en la dirección de laminado | 4,067 4,068 4,086 4,104 | 18 18 18 18 | No |
| 25 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado posterior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde extremo | 3,449 4,634 5,016 5,088 | 21 23 23 23 | No |
| 30 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado posterior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde interior | 6,585 6,600 6,608 6,577 | 25 25 25 25 | No |
| 35 | | | | | |
| 40 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado posterior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | 15,719 15,731 15,713 15,713 | 27 27 27 27 | No |
| 45 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde extremo | 6,162 5,972 6,087 6,490 | 23 23 23 23 | No |
| 50 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde interior | 11,851 11,991 12,010 11,922 | 28 27 27 27 | No |
| 55 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | 11,851 11,991 12,010 11,922 | 27 27 27 27 | No |
| 60 | | | | | |

65

ES 2 379 944 T3

TABLA 2b (banda B)

| 5 | Lugar de medición del 1 ^{er} difractograma | Lugar de medición del 2 ^o difractograma | Chi-cuadrado según la fórmula (6) (cuatro cálculos con diferentes fondos seleccionados) | Grados de libertad (= número de intervalos de conteo tenidos en cuenta de la zona 2θ coherente) | ¿Son “diferentes unos de otros significativamente estadísticamente respecto a la posición o la forma” los picos en 64,8° del 1 ^{er} y 2 ^o difractograma con un límite significativo de 0,001%? Si / no |
|----|--|--|---|---|--|
| 10 | | | | | |
| 15 | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | 0,082 0,011 0,001 0,009 | 23 22 22 22 | No |
| 20 | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde extremo | 4,029 4,239 3,989 4,188 | 24 24 24 24 | No |
| 25 | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde interior | 33,740 33,113 33,228 33,294 | 26 26 26 26 | No |
| 30 | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | Lado superior de la zona laminada, en la dirección de laminado | 12,427 12,600 12,414 12,413 | 22 22 22 22 | No |
| 35 | | | | | |
| 40 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde extremo | 122,494 122,327 122,538 123,103 | 24 24 24 24 | Si |
| 45 | Lado superior de la zona laminada, en la dirección de laminado, centro de la banda | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, zona de borde interior | 112,289 112,319 112,514 114,382 | 26 26 26 27 | Si |
| 50 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, transversalmente a la dirección de laminado, centro de la banda | 138,629 137,743 138,966 138,993 | 24 23 24 24 | Si |
| 55 | | | | | |
| 60 | Lado superior de la zona no laminada, en la dirección de laminado | Lado superior de la zona laminada, en la dirección de laminado | 81,006 80,696 87,205 87,221 | 19 19 20 20 | Si |

Se puede ver que la banda B laminada convencionalmente muestra picos “estadísticamente significativamente diferentes según la posición o forma” con 64,8°, cuando los difractogramas de la zona no laminada y de la zona laminada se comparan entre sí. En la banda A laminada según la invención por el contrario no se pueden constatar tales diferencias estadísticamente significativas, independientemente de los lugares de medición de los dos difractogramas comparados. El mismo resultado se determina también entonces cuando se selecciona otro límite significativo cualesquiera de la tabla 1.

ES 2 379 944 T3

En la banda según la invención la zona con orientación de cristalitas relativamente más anisotrópica también presenta preferiblemente una mayor inhomogeneidad de la estructura respecto a la zona con una orientación de cristalitas relativamente menos anisotrópica, lo que se produce igualmente por el procedimiento de laminado según la invención. Estas diferencias en las homogeneidades de la estructura se pueden establecer directamente por comparación de microfotografías en secciones del material de la banda del ámbito en cuestión.

Al mismo tiempo el procedimiento de laminado según la invención no provoca tensiones internas en el material, lo que se puede reconocer en que el o las zonas laminadas no muestran una tendencia a la deformación en las etapas de mecanizado subsiguientes. Como cada cuerpo esta banda metálica presenta tres ejes de inercia principales. Ya que la banda metálica según la invención es oblonga, el momento de inercia correspondiente a uno de los tres ejes de inercia principales es menor que los momentos de inercia correspondientes a los otros dos ejes de inercia principales. Este momento de inercia principal más pequeño es preferiblemente 10 veces menor que los dos momentos de inercia principales, más preferiblemente al menos 50 veces menor.

También se ha demostrado que las zonas laminadas de una banda metálica mediante el procedimiento según la invención son más elásticas en un factor de hasta 6 que las zonas laminadas convencionalmente. Las bandas que se han laminado mediante el procedimiento de laminado según la invención a un espesor constante determinado, presentan en la zona laminada, en comparación a una banda hecha del mismo material pero que se ha laminado parcialmente mediante un procedimiento convencional con dos rodillos al mismo espesor, una curva característica de elasticidad más plana, es decir, en la banda laminada según la invención para la obtención de un doblamiento determinado se necesita menos fuerza que en el caso de bandas laminadas convencionalmente del mismo espesor. Además, la curva característica de elasticidad se vuelve ligeramente decreciente en el caso de la banda laminada conforme al procedimiento según la invención a un espesor constante, es decir, con doblamiento creciente se necesita menos fuerza para generar un doblamiento adicional. Cuando se sujetan de forma fija por ejemplo, las bandas A y B descritas anteriormente en su extremo de espesor de 1,5 mm, así se observan las desviaciones siguientes en función de pesos suspendidos a la distancia de 70 mm en el extremo libre de un espesor de 0,85 mm (valor medio de respectivamente 5 bandas):

TABLA 3

| Peso suspendido (g) | Desvío (banda A) | Desvío (banda B) |
|---------------------|------------------|------------------|
| 50 | 0,07 | 0,05 |
| 100 | 0,14 | 0,10 |
| 150 | 0,21 | 0,15 |
| 200 | 0,29 | 0,20 |
| 250 | 0,38 | 0,25 |

La diferencia en las curvas características de elasticidad de la banda A laminada según la invención y la banda B laminada convencionalmente se vuelve más marcada, cuanto más delgada se lamina la banda, es decir, cuanto menor es el grado de recalado (relación entre altura de banda después del laminado y altura de la banda antes del laminado). Es posible que este cambio de la curva característica de elasticidad esté relacionado con un crecimiento de la inhomogeneidad mencionada anteriormente de la estructura, que aparece en el procedimiento de laminado según la invención respecto a la zona no laminada de la banda. Por otro lado, con el procedimiento según la invención es posible obtener una parte de resorte en láminas con curva característica de elasticidad progresiva, laminándose la zona a laminar a un espesor variable.

Cuando las bandas A y B descritas anteriormente se han cortado perpendicularmente a la dirección de laminado en sus extremos más gruesos con un espesor de laminado de 1,5 mm y en sus extremos más delgados con un espesor de laminado de 0,85 mm y estas cada vez dos superficies de corte por banda se examinan mediante un aparato de medición de microdureza Leitz Miniload 2 según la ISO 4516 e ISO 6507/1 sobre su dureza Vickers, se determinan los valores siguientes para la dureza Vickers (en MPa):

TABLA 4

| Medición nº (entre paréntesis la distancia del punto de empuje del sello del borde de la banda en mm) | Banda B (columna izquierda 1,5 mm, columna derecha 0,85 mm) | | Banda A (columna izquierda 1,5 mm, columna derecha 0,85 mm) | |
|---|---|-----|---|-----|
| 1 (1,3) | 182 | 296 | 217 | 310 |
| 2 (2,6) | 181 | 302 | 209 | 308 |
| 3 (3,9) | 180 | 301 | 210 | 307 |
| 4 (5,2) | 189 | 302 | 211 | 308 |
| 5 (6,5) | 192 | 306 | 208 | 305 |

Una zona laminada según la invención, relativamente gruesa se destaca así frente a una zona laminada convencionalmente del mismo espesor por una dureza Vickers claramente mayor. La diferencia se vuelve menor cuando se lamina más delgada.

Igualmente se puede determinar en los puntos laminados, siempre y cuando la banda metálica esté hecha de una aleación de acero, en general una fracción apreciable de martensita de deformación que típicamente se sitúa en el rango de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 30% en volumen del metal.

En una primera variante preferida la banda metálica según la invención es aproximadamente rectilínea y está laminada en al menos una parte de su longitud mediante el procedimiento según la invención. Como "longitud" se entiende aquí la proyección de la banda metálica sobre su eje de inercia principal mencionado con el momento de inercia más pequeño.

En otra forma de realización preferida la banda metálica laminada al menos parcialmente está doblada en forma de U, de tal manera que presenta dos brazos. Cada uno de estos brazos presenta una o varias zonas (preferiblemente concretamente una zona) que es adyacente al punto de doblamiento en forma de U, que se puede obtener mediante el procedimiento de laminado según la invención, y que presenta las propiedades mencionadas anteriormente. La longitud de esta banda metálica, preferida y doblada en forma de U visto en proyección sobre el eje de inercia principal mencionado anteriormente con el momento de inercia más pequeño es preferiblemente de aproximadamente 90 a aproximadamente 200 mm, más preferiblemente aproximadamente 100 a aproximadamente 160 mm. La longitud de las zonas laminadas conforme al procedimiento según la invención de los dos brazos es, visto en proyección sobre este eje de inercia principal, preferiblemente aproximadamente 30 a aproximadamente 90 mm, más preferiblemente aproximadamente 40 a 80 mm. El espesor de los dos brazos de la banda metálica doblada en forma de U antes del laminado se sitúa preferiblemente en el rango de aproximadamente 1 a aproximadamente 3 mm, preferiblemente en el rango de aproximadamente 1,25 a aproximadamente 2,75 mm. El espesor de las zonas de los brazos laminadas conforme al procedimiento según la invención está preferiblemente en el rango de aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1 mm, más preferiblemente en el rango de aproximadamente 0,7 a aproximadamente 0,9 mm. El grado de deformación φ calculado según la fórmula

$$\varphi = \ln\left(\frac{l_1}{l_0}\right) \times 100\% \quad (7)$$

en la que l_1 es el espesor de la zona laminada del brazo e l_0 es el espesor de la misma zona antes del laminado, se sitúa preferiblemente en un rango de aproximadamente el 50% hasta aproximadamente el 120%. La banda metálica doblada en forma de U se puede doblar en primer lugar en forma de U, y luego en los dos brazos se puede laminar simultáneamente cada vez una zona mediante el procedimiento de laminado según la invención con dos rodillos y un soporte situado entre ellos. También en primer lugar en un cuerpo conformado inicial no doblado en forma de U se pueden laminar individualmente dos zonas mediante un procedimiento según la invención con sólo un rodillo y un soporte, y el cuerpo conformado inicial se dobla en forma de U a continuación entre las dos zonas laminadas. El soporte sobre el que se debe laminar presenta en este caso preferiblemente un contorno superficial que se corresponde precisamente con el contorno interior del cuerpo conformado inicial ya doblado en forma de U, inclusive las dos zonas a laminar de los brazos. El cuerpo conformado inicial a laminar se puede poner entonces exactamente sobre el soporte,

de modo que los dos brazos a laminar cuelgan hacia abajo en ambos lados de la superficie del soporte. Si ahora los dos brazos se laminan al mismo tiempo, preferiblemente con un dispositivo de laminado según la invención que presenta dos dispositivos parciales iguales con cada vez un rodillo; y preferiblemente de modo que la dirección de laminado es desde arriba hacia abajo, así se excluye un deslizamiento del cuerpo conformado inicial durante el laminado.

5

La banda metálica según la invención es apropiada como producto intermedio para la fabricación de diversos objetos, tal y como se ha ejemplarizado anteriormente. Para ello la banda metálica se puede procesar posteriormente en un producto final deseado mediante otras etapas de procesamiento, como por ejemplo el punzonado, taladrado, fresado, doblado, pulido o también mediante el procedimiento de laminado según la invención.

10

Si la banda metálica según la invención es aproximadamente rectilínea, se puede procesar posteriormente por ejemplo en resortes, en particular resortes en láminas, resortes espirales o resortes de relojes, u hojas de cuchillos. En el último caso la hoja del cuchillo es aquella parte que se ha laminado mediante el procedimiento según la invención.

15

Si la banda metálica según la invención, tal y como se prefiere según la invención, está doblada en forma de U, así se puede procesar posteriormente en instrumentos hechos de una pieza con función de aprehensión, como por ejemplo pinzas, tijeras de pinzas, tenazas (por ejemplo, tenazas para azúcar o cubitos de hielo). Tijeras de pinza son pinzas en las que los dos extremos libres de los brazos se configuran formando hojas de tijeras que se rozan entre sí con cizallamiento al apretar los brazos. Este efecto de cizallamiento puede estar dirigido hacia delante o hacia atrás. Una tijera de pinza con efecto de cizallamiento dirigido hacia atrás se puede obtener por configuración de las hojas de las tijeras en los extremos de los brazos y doblado a continuación de los extremos de los brazos hacia dentro y hacia atrás.

20

Para una pieza con un efecto de cizallamiento dirigido hacia delante también se puede utilizar, en el marco del presente registro, el concepto "tijera de pinza que corta hacia delante". Para una pinza con efecto de cizallamiento dirigido hacia detrás también se puede utilizar, en el marco del presente registro, el concepto "tijera de pinza que corta hacia atrás".

25

Las pinzas según la invención con o sin efecto de cizallamiento se pueden esterilizar y limpiar más sencillamente debido al punto de doblado en forma de U, ya que en su extremo posterior no está presente un punto de unión en el que los dos brazos se encuentran en ángulo agudo. En esta junta sólo difícilmente accesible, en ángulo agudo y presente en los instrumentos conocidos anteriormente se pueden acumular la suciedad y las bacterias. Las pinzas con o sin efecto de cizallamiento de la presente invención presentan brazos más largos y más elásticos que los instrumentos conocidos anteriormente y permiten por ello una regulación más fina de la presión de apriete durante la compresión manual o al soltar los dos brazos. El punto de soldadura presente en los instrumentos conocidos anteriormente en el extremo posterior representa un punto propenso a la corrosión, que se evita debido al laminado según la invención y doblado en forma de U en una fase de trabajo (si se lamina una variante del procedimiento con dos dispositivos parciales con cada vez un rodillo) sin soldadura en las pinzas según la invención. Los extremos de los dos brazos se adaptan más exactamente uno a otro, de modo que se evita el mecanizado posterior de los brazos a mano, tal y como se necesita frecuentemente en el procedimiento de fabricación conocido anteriormente con soldadura común de los dos brazos.

30

35

40

La banda metálica según la invención se puede utilizar también para la fabricación de implantes de sostén y prótesis articulares que deben apoyar un funcionamiento como articulación menoscabada. Éstas favorecen la distracción de las partes de la articulación que cooperan (implante de sostén, en particular para el sostén de una articulación de cadera, rodilla u otra articulación) o sustituyen una función de articulación perdida (prótesis articulares).

45

La característica común de todo implante de sostén o prótesis semejantes es que las partes de resorte en láminas, que se han laminado mediante el procedimiento según la invención, proporcionan movilidad en la dirección de carga principal de la articulación en cuestión. Según el tipo de movimiento de la articulación, así flexión/extrusión, abducción/adducción, flexión lateral o rotación interior y exterior, existen una o varias partes de resortes en láminas semejantes que se cargan preferiblemente a tracción, pero según la construcción también pueden absorber la presión y torsión.

50

Las prótesis articulares según la invención sirven como sustitución total de una articulación y se pueden adaptar básicamente a cada articulación, por ejemplo, la cadera, columna vertebral, muñeca, tobillo o la articulación de la mandíbula. La última es un ejemplo preferido de una articulación. La fijación se puede realizar en ambos extremos del hueso restante de la articulación en el lado de flexión, en ambos extremos del hueso en el lado de extensión o cruzado en un extremo de hueso en el lado de flexión y en el otro extremo de hueso en el lado de extensión. En el caso de la columna vertebral la fijación se puede realizar en ambos lados en los alrededores de la apófisis espinosa/prolongación de costillas.

55

60

Los implantes de sostén según la invención comprenden, junto a las partes de resorte en láminas mencionadas, puntos de doblado en forma de U que no están laminados y en los que las cristalitas están orientadas de nuevo con anisotropía relativamente menos elevada. Un punto de doblado "en forma de U" no significa en el marco de la invención obligatoriamente que el punto de doblado efectúa un desvío de 180°; "en forma de U" significa típicamente un desvío de 90° a 220°, preferiblemente de 160° a 210°, más preferiblemente de 170° a 200°, lo más preferiblemente de 175° a 186° o de exactamente 180°. Las mismas partes de resortes en láminas pueden ser planas o presentar una curvatura

65

ES 2 379 944 T3

consabida de radios constante o variable o un abombado. Las partes de resortes en láminas se pueden configurar también como talón que actúa progresivamente o parcialmente, para estabilizar su efecto de extensión. En los implantes de sostén según la invención se alternan partes de resortes en láminas y doblamientos. Ejemplos preferidos de articulaciones que se pueden sostener mediante los implante de sostén según la invención son por ejemplo articulaciones elipsoidales (*Articulatio ellipsoidea*); articulaciones de bisagra (*Ginglymus*, por ejemplo, articulaciones de los dedos), articulaciones en pivote (*Articulatio trochoidea*, por ejemplo, la articulación entre el cúbito y el radio); o articulaciones bicondilares (*Articulatio bicondylaris*, por ejemplo, la articulación de la rodilla). Un ejemplo especialmente preferido son las articulaciones de la rodilla.

10 La invención se ilustra ahora con la ayuda de las figuras en las que:

- las figuras 1 y 2 muestran esquemáticamente dos variantes del procedimiento de laminado según la invención y el dispositivo correspondiente;

15 - las figuras 3 a 6 muestran pinzas y tijeras de pinza que se pueden obtener utilizando la banda metálica doblada en y forma de U y preferida según la invención como producto intermedio;

- las figuras 7 y 8 muestran un implante de sostén según la invención para una articulación de la rodilla en la posición extendida de la rodilla;

20 - la figura 9 muestra el implante de sostén de las figuras 7 y 8 en la posición flexionada de la rodilla; y

- las figuras 10 y 11 muestran esquemáticamente el funcionamiento de una prótesis de la mandíbula según la invención.

25 En una primera forma de realización preferida (figura 1), el procedimiento según la invención se destaca precisamente por sólo un único rodillo 21 cilíndrico y un soporte 31. El cuerpo conformado inicial 11 se deforma configurando una banda metálica 111 al menos parcialmente laminada. En la figura también se muestra una distancia R, la velocidad angular ω , así como la velocidad de laminación v, según se utilizan en la reivindicación 1. El eje de rotación 211 del rodillo se muestra aquí sólo como un punto ya que está dispuesto perpendicularmente sobre el plano de la hoja. La inserción de la figura 1 arriba a la derecha muestra como sección el rodillo 21 correspondiente en forma de un rodillo perfilado simétrico en rotación. En la inserción se muestra una distancia R_1 del eje de rotación respecto a un punto de laminado de la superficie del rodillo, que es mínimo en comparación con otra distancia R_2 de otro punto de laminado de la superficie del rodillo. En la inserción también se muestra el eje de rotación 211 a trazos y sus dos puntos de intersección 213, 214 con el rodillo 21. Ya que aquí el soporte 31 presenta una superficie de soporte 311, en general resulta una velocidad de laminado v rectilínea. En la figura se muestra un freno por fricción 41, por ejemplo, un freno de disco que puede efectuar el frenado de la velocidad angular ω del rodillo 21. Para el procedimiento según la invención el freno 41 es opcional, para el dispositivo según la invención es esencial. También se muestra como delante del rodillo mediante el procedimiento de laminado según la invención se constituye un abultamiento de material 112 que contribuye al frenado del rodillo 21. También se muestran dos guías 511 y 512 hidráulicas que sirven para el apriete y empuje hacia delante del rodillo 21.

30 En una segunda forma de realización del procedimiento según la invención (figura 2) están presentes precisamente dos rodillos 221, 222, por ejemplo, del tipo que se muestra en la inserción de la figura 1, los cuales actúan con laminado desde cada lado del soporte 32 sobre el cuerpo conformado inicial 12 (aquí doblado anteriormente en forma de U, con dos brazos 121, 122). Un primer proceso de laminado se realiza en el primer brazo 121 con un primer rodillos 221 y en una primera superficie de soporte 321; al mismo tiempo otro proceso de laminado se realiza en el segundo brazo 122 con el segundo rodillo 222 y una segunda superficie de soporte 322, la cual está opuesta a la primera superficie de soporte 321. Ya que aquí las superficies de soporte 321, 322 no son planas, para los dos rodillos 221, 222 resulta una dirección de laminado v que no es rectilínea, sino curvada, y que la curvatura superficial reproduce las superficies de soporte 321, 322. Igualmente aquí da como resultado posiblemente una velocidad de laminado v que no sólo no sea rectilínea, sino que también sea variable en valor. Se muestran dos frenos por fricción 421 ó 422 (por ejemplo, frenos de tambor) que pueden efectuar el frenado de los rodillos 221 ó 222. Para el procedimiento según la invención los frenos son opcionales, para el dispositivo según la invención son esenciales. Cada uno de los dos rodillos 221 ó 222 se presiona de nuevo cada vez por un par de guías 521, 522 ó 523, 524 hidráulicas sobre el cuerpo conformado inicial 12 y se empuja hacia delante. El dispositivo según la figura 2 podría estar hecho de dos dispositivos parciales iguales, un primer dispositivo parcial con el rodillo 221, el freno 421 y las guías 521, 522 hidráulicas; y un segundo dispositivo parcial con el rodillo 222, el freno 422 y las guías 523, 524 hidráulicas; siendo idénticos constructivamente estos dispositivos parciales y trabajando entre sí de forma síncrona.

35 Las figuras 3 a 6 muestran formas de realización de las pinzas según la invención con o sin efecto de cizallamiento. Características comunes de todas estas pinzas son el doblamiento 133, 143, 153, 163 en forma de U y los dos brazos 131/132, 141/142, 151/152 ó 161/162, presentando cada uno de los brazos 131 ó 132 ó 141 ó 142 ó 151 ó 152 ó 161 ó 162 una zona 1312 ó 1322 o 1412 ó 1422 ó 1512 ó 1522 o 1612 ó 1622 laminada conforme al procedimiento según la invención, la cual es adyacente al doblamiento 133 ó 143 ó 153 ó 163. Estas características comunes proceden todas de la banda metálica doblada en forma de U, que se ha obtenido como producto intermedio mediante un procedimiento y un dispositivo según la figura 2. Estas pinzas, con o sin efecto de cizallamiento, están hechas todas preferiblemente de una aleación de acero.

ES 2 379 944 T3

La figura 3 muestra una pinza 13 según la invención. El un brazo 131 presenta una zona 1312 laminada conforme al procedimiento según la invención y el otro brazo 132 presenta una zona 1322 laminada conforme al procedimiento según la invención. Los dos extremos libres 1311, 1321 de los dos brazos 131, 132 están laminados igualmente como puntas y punzonados en forma de diente y las puntas se han curvado luego una hacia otra de modo que los dientes puedan engranar entre sí; la forma de realización aquí mostrada es así una pinza quirúrgica. El extremo 1321 libre inferior presenta un único diente mientras que el extremo 1311 libre superior presenta dos dientes.

La figura 4 muestra una pinza 14 según la invención en forma de un portaagujas. El un brazo 141 presenta una zona 1412 laminada conforme al procedimiento según la invención y el otro brazo 142 presenta una zona 1422 laminada conforme al procedimiento según la invención. Los dos extremos 1411, 1421 libres de los dos brazos 141, 142 están ligeramente retorcidos uno de otro para obtener una punta de pinza con superficie de apoyo relativamente grande, a fin de que se puede sujetar una aguja. Esta forma de realización presenta estrías que discurren en la dirección transversal sobre las partes no laminadas de los brazos, las cuales se pueden ver en la figura sólo en el perfil. Estas estrías transversales se pueden utilizar para bloquear el portaagujas 14 en el estado cerrado mediante un anillo de sujeción 64 que rodea los dos brazos 141, 142.

La figura 5 muestra una tijera de pinza 15 que corta por delante según la invención. El un brazo 151 presenta al menos una zona 1512 laminada conforme al procedimiento según la invención y el otro lado 152 al menos presenta una zona 1522 laminada conforme al procedimiento según la invención. Los extremos 1511 ó 1521 libres se cruzan y presenta cada vez una cuchilla 15111 ó 15211. Durante el apriete de los dos brazos 151, 152, el segundo brazo 152 se balancea sobre un punto de pivotación 1513 configurado en el primer brazo 151 (éste sobresale algo hacia delante en la dirección vista perpendicularmente al plano del dibujo), por lo que los extremos 1511, 1521 se mueven uno hacia otro y las cuchillas 15111, 15211 cizallan hacia delante de forma continua una contra otra.

La figura 6 muestra una tijera de pinza 16 que corta hacia atrás según la invención. El un brazo 161 presenta al menos una zona 1612 laminada conforme al procedimiento según la invención y el otro brazo 162 presenta al menos una zona 1622 laminada conforme al procedimiento según la invención. Los dos extremos 1611 ó 1621 libres están doblados hacia dentro y hacia atrás en la dirección del punto de doblado 163 en forma de U a través de un primer punto de acodamiento 164 ó un segundo punto de acodamiento 165 y presentan cada vez una cuchilla 16111 ó 16211 que se extiende de los puntos de acodamiento 164 ó 165 mencionadas a lo largo de todos los extremos 1611 ó 1621. Si se aprietan los brazos 161, 162, los puntos de acodamiento 164, 165 se mueven uno hacia otro y se cruzan, por lo que desde allí se cruzan igualmente las cuchillas 16111, 16211 y desde aquí hacia atrás, avanzando en la dirección del punto de doblado 163 en forma de U, se deslizan una hacia otra con cizallando, de tal manera que aparece un efecto de cizallamiento que actúa hacia atrás.

Las figuras 7 y 8 muestran un implante de sostén según la invención para una articulación de rodilla. El implante de sostén presenta, si se observa desde un lado (figura 8), por ejemplo la forma de la letra griega mayúscula aplanada omega "Ω". La parte activa del implante de sostén es en forma de un resorte en C compuesto, estando formado el resorte en C por tres partes de resorte en láminas 173, 174, 175 laminadas conforme al procedimiento según la invención y cuatro doblamientos 178, 179, 180 y 181 en forma de U. Las partes de resorte en láminas están dibujadas algo más delgadas que las partes restantes de la parte activa del implante de sostén, a fin de mostrar que en general se vuelven más delgadas por el proceso de laminado. La articulación está representada en las figuras 7 y 8 esquemáticamente por el fémur 171 y por el peroné 172 (igualmente se indica sin referencia la rótula). El implante de sostén comprende además dos partes de pie que se utilizan para colocar el implante de sostén en el lado de flexión de la articulación de la rodilla. La primera parte de pie comprende una zona 176 que en general no está laminada conforme al procedimiento según la invención y por ello en esta zona presenta una orientación de cristalitas menos anisotropía que en las tres partes de resorte en láminas 173, 174, 175, y que en general tiene forma de placa. La primera parte de pie puede limitar directamente con el primer doblamiento 178 o, preferiblemente, a través de una tercera parte de resorte en láminas 1761 más corta lo que produce una flexibilidad elevada. Lo análogo es válido para la segunda parte de pie con su zona 177 no laminada conforme al procedimiento según la invención, que puede limitar directamente o, igualmente preferiblemente, a través de una cuarta parte de resorte en láminas 1771 más corta con el cuarto doblamiento 181 en forma de U. En la forma de realización mostrada en las figuras 7 y 8 se concibe el implante de sostén para la fijación en los lados de flexión del fémur 171 y peroné 172; siempre y cuando las zonas 176, 177 no laminadas según la invención estén conformadas de otra manera a como se muestra, el implante de sostén también se podría fijar, por ejemplo, en otro punto del fémur 171 y peroné 172, así también en el lado de extensión o lateralmente en la articulación. Las tres partes de resorte en láminas 173, 174, 175 están conectadas unas bajo otras y con las partes de pie a través de doblamientos 178, 179, 180, 181 curvados en forma de U, no laminadas en general según la invención. El primer doblamiento 178 conecta la primera parte de pie con la primera parte de resorte en láminas 173 más corta; el segundo doblamiento 179 conecta la primera parte de resorte en láminas 173 más corta con la parte de resorte en láminas 175 más larga; el tercer doblamiento 180 conecta la parte de resorte en láminas 175 más larga con la segunda parte de resorte en láminas 174 más corta y el cuarto doblamiento 181 conecta la segunda parte de resorte en láminas 174 más pequeña con la segunda parte de pie. La primera parte de resorte en láminas 173 más corta, el segundo doblamiento 179 en forma de U, la parte de resorte en láminas 175 más larga, el tercer doblamiento 180 en forma de U y la segunda parte de resorte en láminas 174 más corta forman conjuntamente la parte activa mencionada del implante de sostén en forma de un resorte en C. El dorso de este resorte en C se forma precisamente por la parte de resorte en láminas 175 más larga. La parte de resorte en láminas 175 más larga presenta en este caso una curvatura que se opone a las curvaturas en forma de U del segundo doblamiento 179 en forma de U y el tercer doblamiento 180 en forma de U, es decir, es cóncavo y que señala hacia la abertura del resorte en C. En el estado fijado en la rodilla presenta así el doblamiento del resorte en C

ES 2 379 944 T3

5 hacia la rodilla, en particular hacia la corva. La parte de resorte en láminas 175 más larga presenta una abertura 1751 preferentemente oblonga o rectangular, que discurre en la dirección longitudinal de la parte de resorte en láminas 175 más larga y se extiende, igualmente preferiblemente, sobre toda su longitud. Esta abertura 1751 se vuelve importante durante la flexión de la rodilla (véase abajo la descripción de la figura 9). El implante de sostén no está configurado en conjunto de forma simétrica conforme a la 1 asimetría de la cabeza de hueso del fémur y peroné.

10 La figura 9 muestra como se dobla o pliega el implante de sostén de las figuras 7 y 8 si se flexiona la rodilla. En este caso el primer doblamiento 178 en forma de U y el cuarto doblamiento 181 en forma de J pasan a través de la abertura 1751 en la parte de resorte en láminas 175 más larga, sucediendo lo mismo con al menos una parte de la primera parte de resorte en láminas 173 más corta y con al menos una parte de la segunda parte de resorte en láminas 174 más corta. La parte de resorte en láminas 175 más larga se dobla para ello en dirección opuesta más aun hacia la corva. El borde exterior de las dos partes de resorte en láminas 173, 174 más cortas y los bordes interiores más largos de la abertura 1751 de la parte de resorte en láminas 175 más larga se mueven casi con cizallamiento por delante unas de otras. Ya que el implante de sostén dispone de una elevada flexibilidad en varias direcciones debido a las tres partes de resorte en láminas 173, 174, 175 y las dos partes de resorte en láminas 1761, 1771 opcionales posteriores, también se podría efectuar posteriormente un movimiento de protrusión o un movimiento de retrusión de la articulación con desplazamiento lateral uno contra otro del primer doblamiento 178 y cuarto doblamiento 181. Por el doblado o plegado el implante de sostén presenta en el estado flexionado de la rodilla un requerimiento de espacio relativamente pequeño, tal y como en el estado extendido de la rodilla.

20 El implante de sostén de las figuras 7-9 mantiene abierta la hendidura articular por su efecto de distracción en cada posición de la articulación cualesquiera bajo la influencia de fuerzas de recalcado extremas, de forma que los huesos implicados en la articulación se pueden mover unos contra otro sin contacto (la capa de cartílago que falta por desgaste o destruida parcialmente hace posible la fricción de hueso contra hueso y es la causa de los dolores). Su forma vista lateralmente de una omega aplanada resulta ser la mejor forma de realización según el estado de conocimiento actual de la solicitante, a fin de comprender los movimientos de una articulación de rodilla de la forma más natural posible.

30 Las figuras 10 y 11 muestran una prótesis articular según la invención que es apropiada en particular como prótesis articular de la mandíbula. Ésta comprende una parte de mandíbula superior 191, una parte de resorte en láminas 192, una parte de brazo 193 ascendente, una parte de apoyo 194, una parte de brazo 195 descendente y una parte de mandíbula inferior 196. La figura 10 muestra la prótesis articular de mandíbula en el estado implantado cuando el paciente ha cerrado la boca.

35 En este caso la parte de mandíbula superior 191 está fijada mediante tornillos 199 en la parte restante de la mandíbula superior, y la parte de mandíbula inferior 196 está fijada con tornillos 198 en la parte restante de la mandíbula inferior. La parte de soporte 194 está en contacto desde abajo con la parte de mandíbula superior 191; la parte de apoyo 194 y el lado inferior de la parte de mandíbula superior 191 proporcionan conjuntamente una movilidad que imita a la articulación natural de la mandíbula (rotación y desplazamiento de la mandíbula inferior y mandíbula superior una respecto a otra). La parte de resorte en láminas 192, que está laminada según la invención, proporciona la flexibilidad elástica requerida para ello de la prótesis. La figura 11 muestra la misma prótesis articular de la mandíbula otra vez cuando el paciente ha abierto la boca. En este caso la parte de resorte en láminas 192 se flexiona algo hacia atrás y se extiende algo, y la parte de apoyo 194 se gira conjuntamente con la parte de brazo 195 ascendente y la parte de mandíbula inferior 196 hacia abajo, la parte de apoyo 194 puede deslizar al mismo tiempo en el lado inferior de la parte de mandíbula superior 191 algo hacia delante. Esta prótesis articular de la mandíbula impide movimientos de distracción excesivos de la mandíbula superior e inferior: el impedimento de esta distracción comienza luego cuando la parte de resorte en láminas 192 está casi completamente recta.

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Banda metálica en una pieza sin cordón de soldadura y de una aleación de acero policristalina, que comprende al menos una zona en la que las cristalitas están orientadas con una anisotropía relativamente más elevada, y al menos una zona en la que las cristalitas están orientadas con una anisotropía relativamente menos elevada; y en la que los difractogramas θ - 2θ de rayos X medidos con radiación $\text{CuK}\alpha$ en dos puntos correspondientes de la banda no muestran diferencias estadísticamente significativas respecto a la posición o forma entre los respectivos picos correspondientes.

2. Banda metálica según la reivindicación 1, **caracterizada** porque la aleación de acero es un acero ferrítico, martensítico o mezclado ferrítico/martensítico que cristaliza en la red cristalina cúbica centrada en el cuerpo, preferiblemente un acero de composición Cr 12,50-14,50% en peso, C 0,42-0,50% en peso, Si máx. 1,00% en peso, Mn máx. 1,00% en peso, P máx. 0,045% en peso, S máx. 0,030% en peso, y el resto es esencialmente hierro e impurezas inevitables.

3. Banda metálica según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada** porque la zona con una orientación de cristalitas relativamente más anisotrópica presenta también una inhomogeneidad de la estructura relativamente más elevada que la zona con una orientación de cristalitas relativamente menos anisotrópica.

4. Procedimiento de laminado para la deformación de un cuerpo metálico conformado inicial (11, 12) de una aleación de acero policristalina, en el que el proceso de laminado se realiza entre por un lado un rodillo (21, 221, 222) con un eje de rotación (211, 2211, 2221) y con una superficie del rodillo (212, 2212, 2222) y por otro lado un soporte (31, 32) con una superficie de soporte (311, 321, 322), **caracterizado** porque la velocidad angular ω del rodillo se controla de manera que

$$0 \leq \omega < \frac{v}{R} \quad (1)$$

se aplica en al menos un punto de la superficie del rodillo (212, 2212, 2222) que entra en contacto de laminado con el cuerpo conformado inicial (11, 12), en cuya fórmula v es la velocidad de laminado con la que un punto imaginario que se encuentra sobre el eje de rotación (211, 2211, 2221) del rodillo (21, 221, 222) en el centro entre los puntos de intersección del eje de rotación (211, 2211, 2221) con las dos superficies frontales del rodillo (21, 221, 222), se mueve respecto al cuerpo conformado inicial (11, 12) antes de su entrada en la zona de laminado entre el rodillo (21, 221, 222) y soporte (31, 32); y R es la distancia medida perpendicularmente al eje de rotación (211, 2211, 2221) del rodillo (21, 221, 222) entre el eje de rotación (211, 2211, 2221) y dicho punto de la superficie del rodillo (212, 2212, 2222), y porque la temperatura del cuerpo conformado inicial y de la banda metálica laminada no supera los 100°C en ningún lugar durante todo el proceso de laminado.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la velocidad angular ω del rodillo se controla de manera que

$$0 \leq \omega < \frac{v}{R}, \quad (1)$$

se aplica en cada punto de la superficie del rodillo (212, 2212, 222) que entra en contacto de laminado con el cuerpo conformado inicial (11, 12), teniendo ω , v y R el mismo significado que en la reivindicación 4.

6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque el cuerpo conformado inicial (12) está doblado en forma de U, de manera que presenta dos brazos (121, 122), porque el soporte (32) presenta una primera superficie de soporte (321) y una segunda superficie de soporte (322), porque el primer brazo (121) se lamina entre una primera superficie del rodillo (2212) de un primer rodillo (221) y la primera superficie de soporte (321), y al mismo tiempo el segundo brazo (122) se lamina entre una segunda superficie del rodillo (2222) de un segundo rodillo (222) y la segunda superficie de soporte (322).

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** porque la velocidad angular ω de cada rodillo (21, 221, 222) se sitúa en el rango del 30 al 95%, preferiblemente 50 al 80% del cociente v/R .

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizado** porque el frenado del rodillo o de los rodillos (21, 221, 222) se efectúa mediante un freno por fricción, por ejemplo, un freno de disco (41) o un freno de tambor (421, 422) o mediante un freno por corrientes parásitas, o porque el control de la velocidad angular del rodillo se efectúa a través de la velocidad de rotación de un motor eléctrico o hidráulico.

ES 2 379 944 T3

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 8, **caracterizado** porque el cuerpo conformado inicial (11, 12) está hecho de una aleación de acero ferrítico, martensítico o mezclada ferrítico/martensítico, más preferiblemente de un acero de composición Cr 12,50-14,50% en peso, C 0,42-0,50% en peso, Si máx. 1,00% en peso, Mn máx. 1,00% en peso, P máx. 0,045% en peso, S máx. 0,030% en peso, y el resto es esencialmente hierro e impurezas inevitables.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado** porque el rodillo es un rodillo perfilado.

11. Dispositivo de laminado para la realización del procedimiento según la reivindicación 4, que comprende un rodillo (21, 221, 222) con un eje de rotación (211, 2211, 2221) y una superficie del rodillo (212, 2212, 2222), un soporte (31, 32) con una superficie de soporte (311, 321, 322) y un freno (41 ó 421 ó 422) que está capacitado para el frenado del rodillo (21 ó 221 ó 222) durante el laminado.

12. Dispositivo según la reivindicación 11, **caracterizado** porque presenta un primer rodillo (221) con un primer eje de rotación (2211) y una primera superficie del rodillo (2212), un primer freno (421), un segundo rodillo (222) con un segundo eje de rotación (2221) y una segunda superficie del rodillo (2222), un segundo freno (422) y un soporte (32) con una primera superficie de soporte (321) y una segunda superficie de soporte (322), porque el primer rodillo (221) está capacitado para la realización de un proceso de laminado sobre la primera superficie de soporte (321), y el segundo rodillo (222) está capacitado para el realizador simultánea de un proceso de laminado sobre la segunda superficie de soporte (322), y porque el primer freno (421) está capacitado para el frenado del primer rodillo (221) y el segundo freno (422) para el frenado del segundo rodillo (222).

13. Pinza (13, 14, 15, 16) hecha de una banda metálica según la reivindicación 1 con un punto de doblado en U (133, 143, 153, 163) y dos brazos (131/132, 141/142, 151/152, 161/162) elásticos, en la que cada brazo (131 ó 132 ó 141 ó 142 ó 151 ó 152 ó 161 ó 162) presenta un extremo (1311 ó 1321 ó 1411 ó 1421 ó 1511 ó 1521 ó 1611 ó 1621) distal, **caracterizada** porque los brazos (131 ó 132 ó 141 ó 142 ó 151 ó 152 ó 161 ó 162) presentan al menos cada vez una zona (1312 ó 1322 ó 1412 ó 1422 ó 1512 ó 1522 ó 1612 ó 1622), que se puede obtener por el procedimiento de laminado según una de las reivindicaciones 4 a 10, o en el que la orientación de cristalitas es relativamente más anisotrópica, el punto de doblado de la pinza (133, 143, 153, 163) es una zona en la que la orientación de cristalitas es relativamente menos anisotrópica, y los difractogramas θ - 2θ de rayos X medidos con una radiación $\text{CuK}\alpha$ en dos puntos cualquiera de la pinza no muestran diferencias estadísticamente significativas respecto a la posición o forma de los respectivos picos correspondientes.

14. Pinza (15) según la reivindicación 13, **caracterizada** porque los extremos (1511 ó 1521) distales presentan una hoja (15111 ó 15211) y porque el primer brazo (151) presenta un punto de pivotación (1513), de manera que durante la apriete de los brazos (151, 152) el segundo brazo (152) está capacitado para bascular sobre el punto de pivotación (1513), los extremos (1511, 1521) están capacitados para el movimiento de aproximación, y las hojas (15111, 15211) están capacitadas para el deslizamiento de cizallamiento una contra otra durante este movimiento de aproximación.

15. Pinza según una de las reivindicaciones 13 a 14, en la que la aleación de acero es un acero ferrítico, martensítico, o mezclado ferrítico/martensítico, más preferiblemente un acero de composición Cr 12,50-14,50% en peso, C 0,42-0,50% en peso, Si máx. 1,00% en peso, Mn máx. 1,00% en peso, P máx. 0,045% en peso, S máx. 0,030% en peso, y el resto es esencialmente hierro e impurezas inevitables.

16. Implante de sostén para una articulación que comprende un extremo de hueso distal y uno proximal, en el que estos extremos de hueso están conectados entre sí de forma articulada, y en la que el implante de sostén comprende una banda metálica según una de las reivindicaciones 1 a 3 o está hecho de ésta.

17. Prótesis articular para el reemplazamiento total de una articulación, que comprende una banda metálica o está hecha de una banda metálica según una de las reivindicaciones 1 a 3.

18. Prótesis articular según la reivindicación 17 para el reemplazamiento total de una articulación de la mandíbula, en la que la banda metálica presenta una zona en forma de una parte de resorte en láminas (192), la cual presenta una orientación de cristalitas relativamente más anisotrópica o se puede obtener mediante el procedimiento de laminado según una de las reivindicaciones 4 a 10, y cinco zonas con preferiblemente una orientación de cristalitas relativamente menos anisotrópica en forma de una parte de mandíbula superior (191), de una parte de brazo (193) ascendente, de una parte de apoyo (194), de una parte de brazo (195) descendente y de una parte de mandíbula inferior (196), de manera que la parte de resorte en láminas (192) es adyacente a la parte de mandíbula superior (191), la parte de brazo (193) ascendente es adyacente a la parte de resorte en láminas (192), la parte de apoyo (194) es adyacente a la parte de brazo (193) ascendente, la parte de brazo (195) descendente es adyacente a la parte de apoyo (194) y la parte de mandíbula inferior (196) es adyacente a la parte de brazo (195) descendente, y de manera que la parte de resorte en láminas (192) y la parte de brazo (193) ascendente forman un primer bucle cuya abertura indica hacia la parte de mandíbula superior (191), y la parte de brazo (193) ascendente, parte de apoyo (194) y parte de brazo (195) descendente forman un segundo bucle cuya abertura indica en la dirección opuesta, la parte de apoyo (194) y parte de mandíbula superior (191) se pueden tocar de manera que la parte de apoyo (194) se puede desenrollar sobre la parte de mandíbula superior (191) y se puede deslizar a largo de ella, de modo que la prótesis presenta las posibilidades de movimiento de la articulación de la mandíbula debido a la parte de resorte en láminas (192) y el punto de contacto entre parte de mandíbula superior (191) y parte de apoyo (194).

Fig. 1

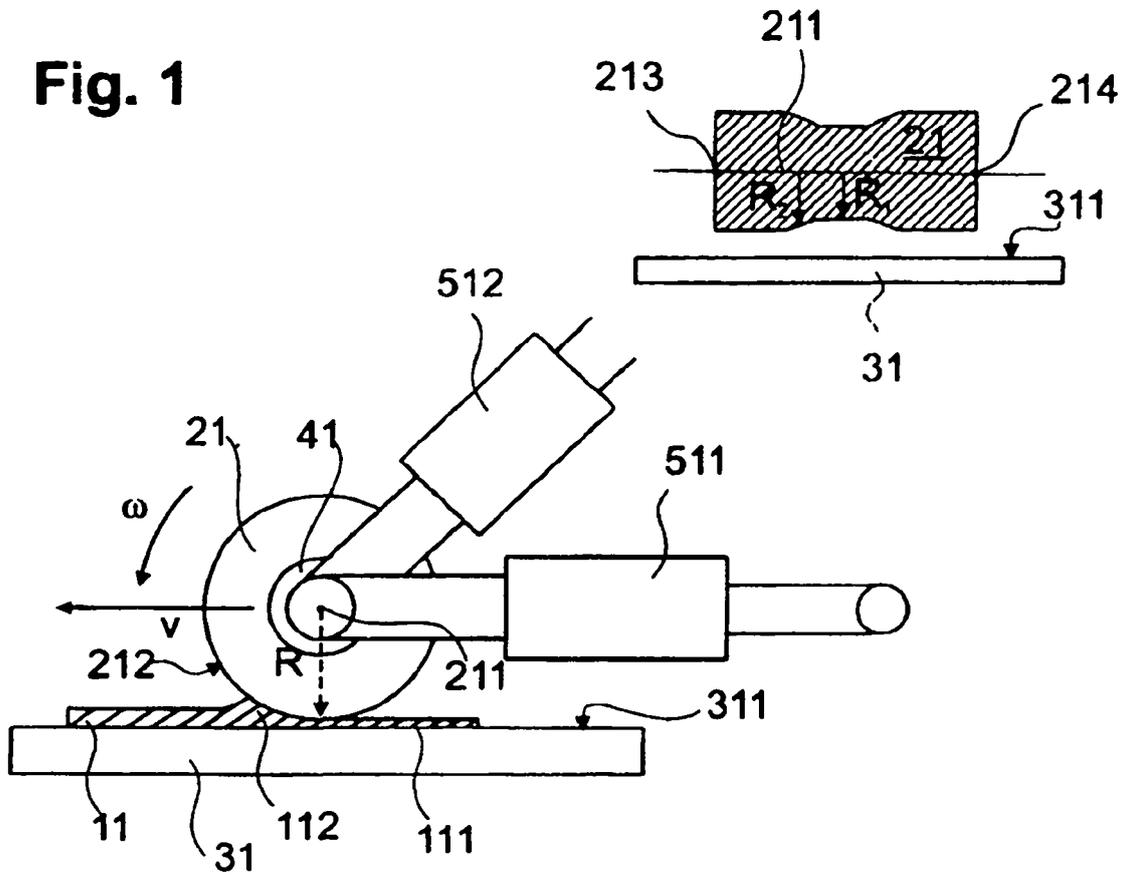


Fig. 2

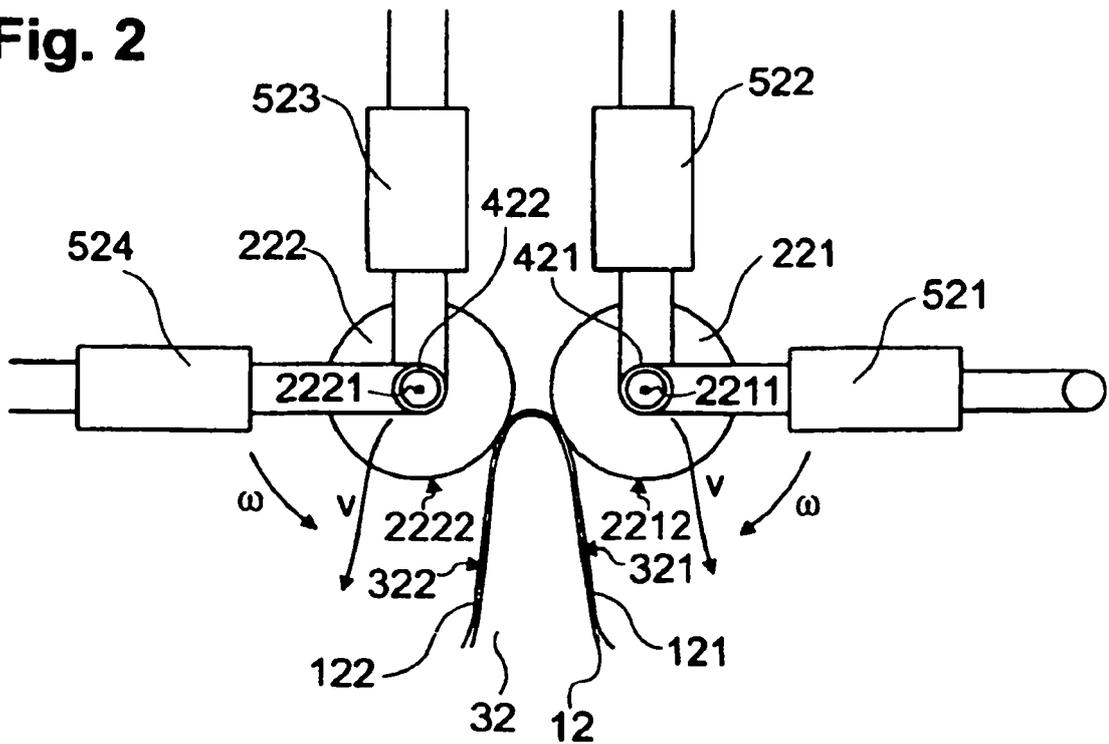


Fig. 3

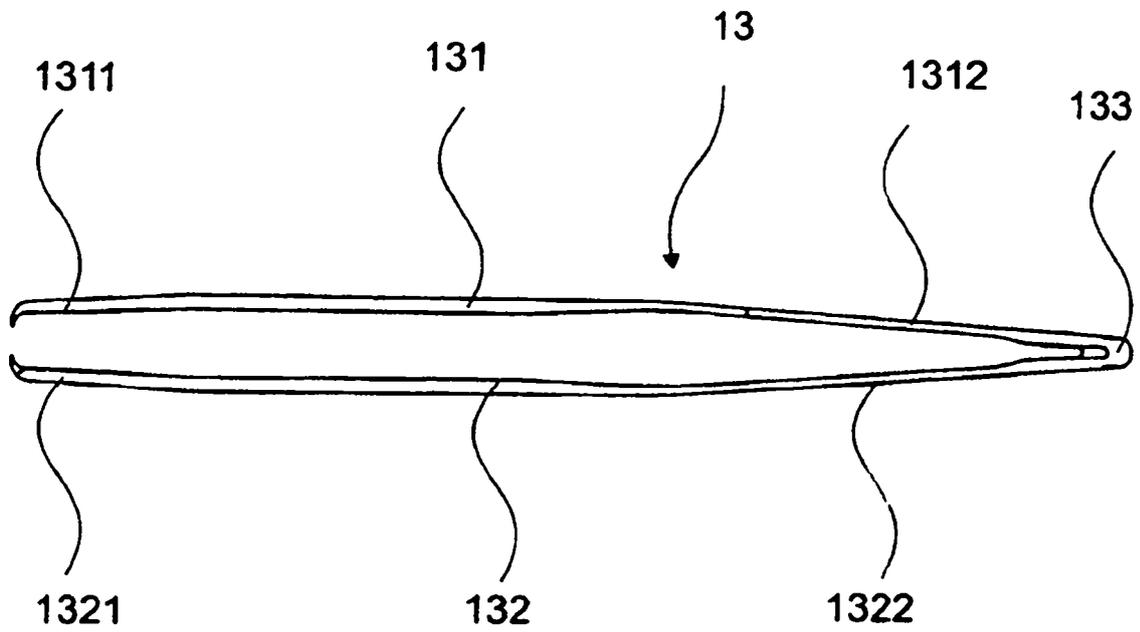


Fig. 4

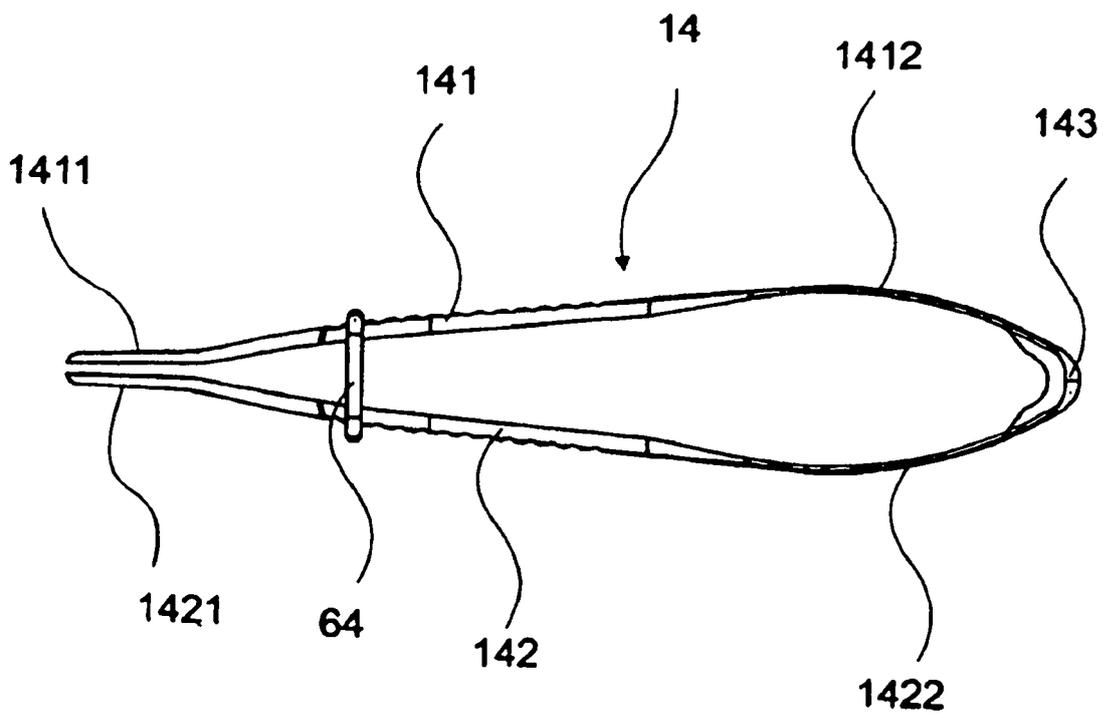


Fig. 5

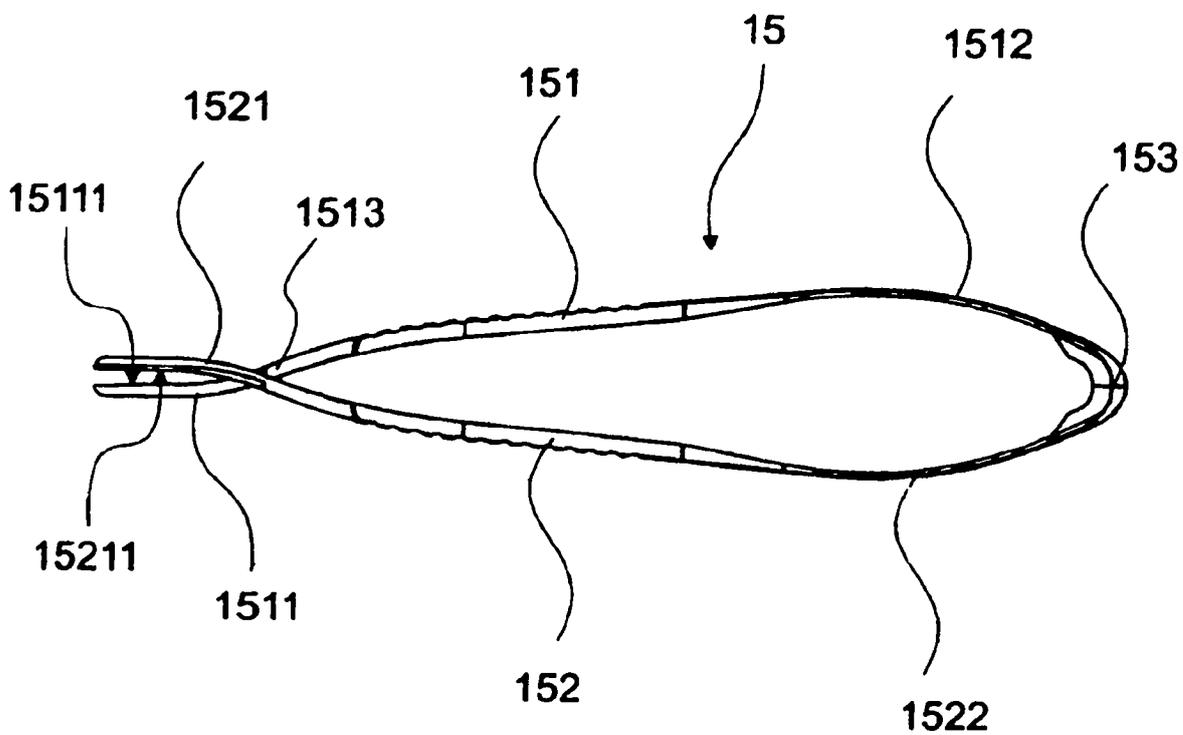


Fig. 6

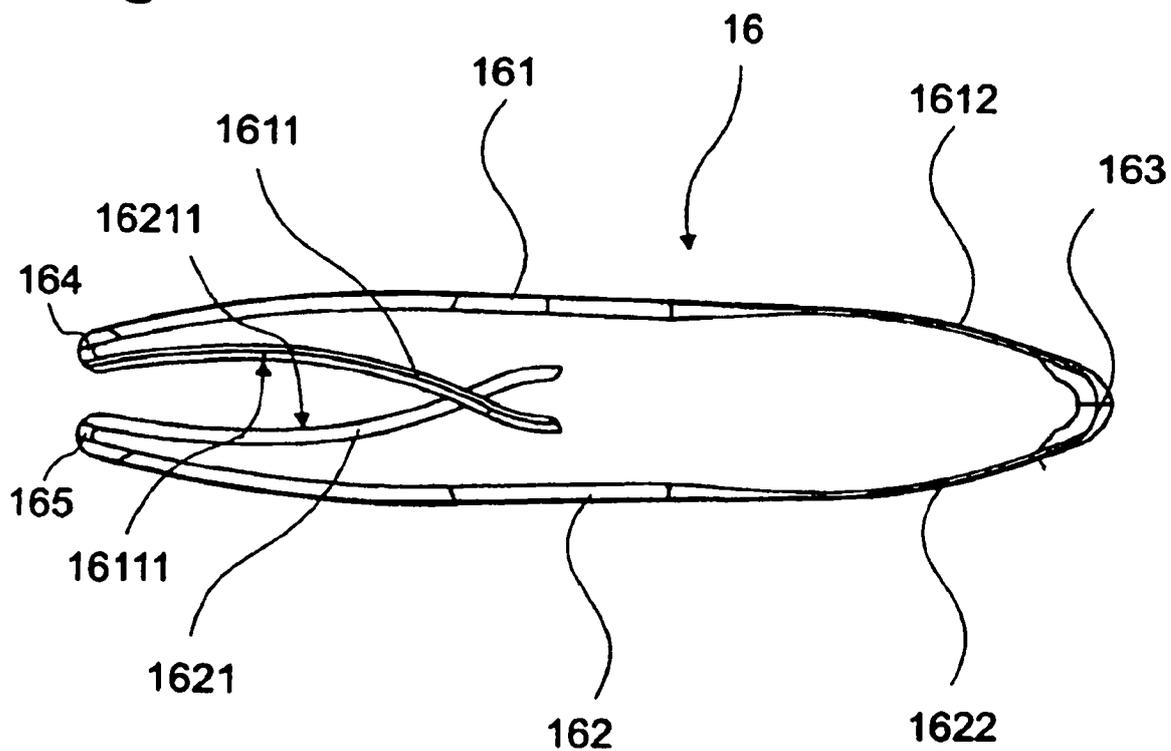


Fig. 7

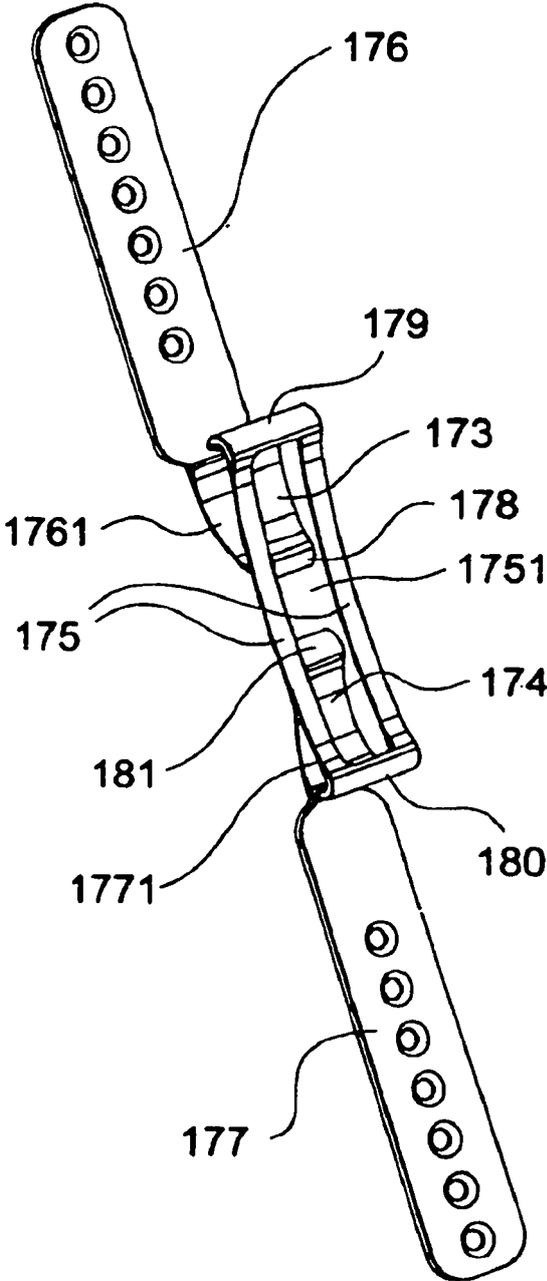


Fig. 8

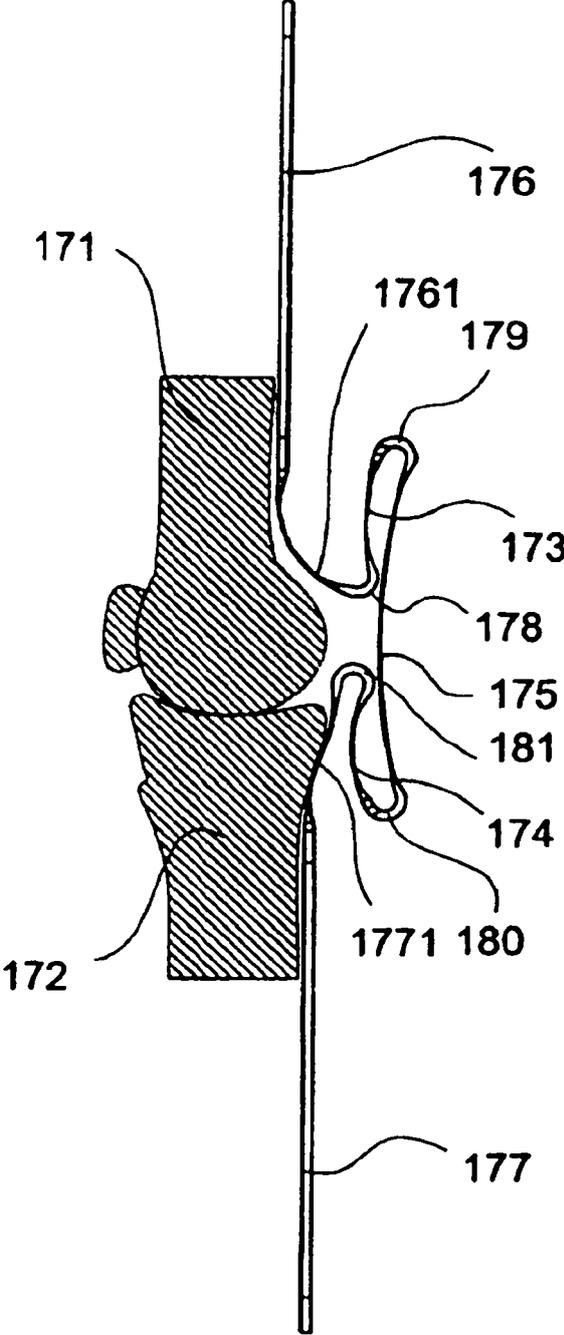


Fig. 9

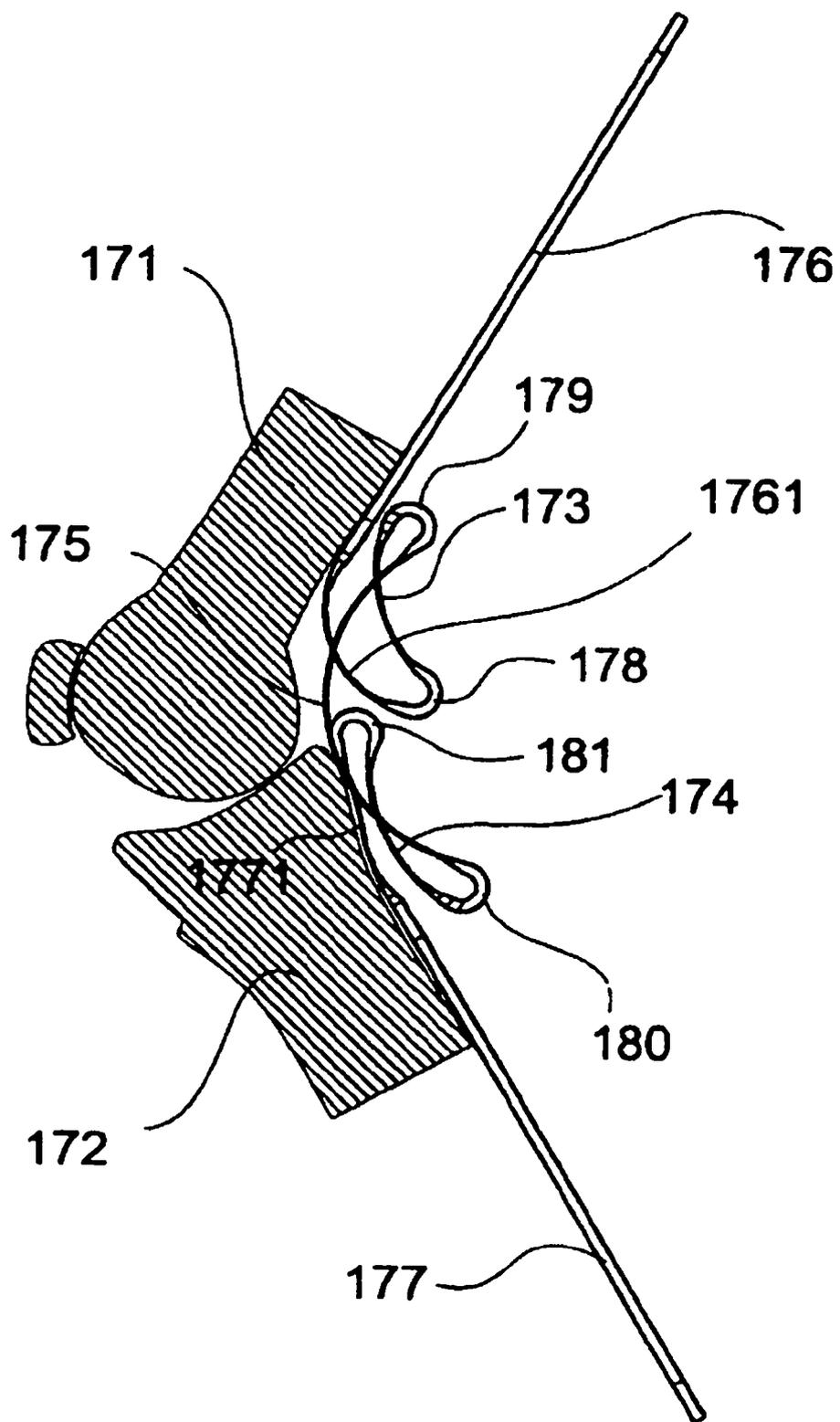


Fig. 10

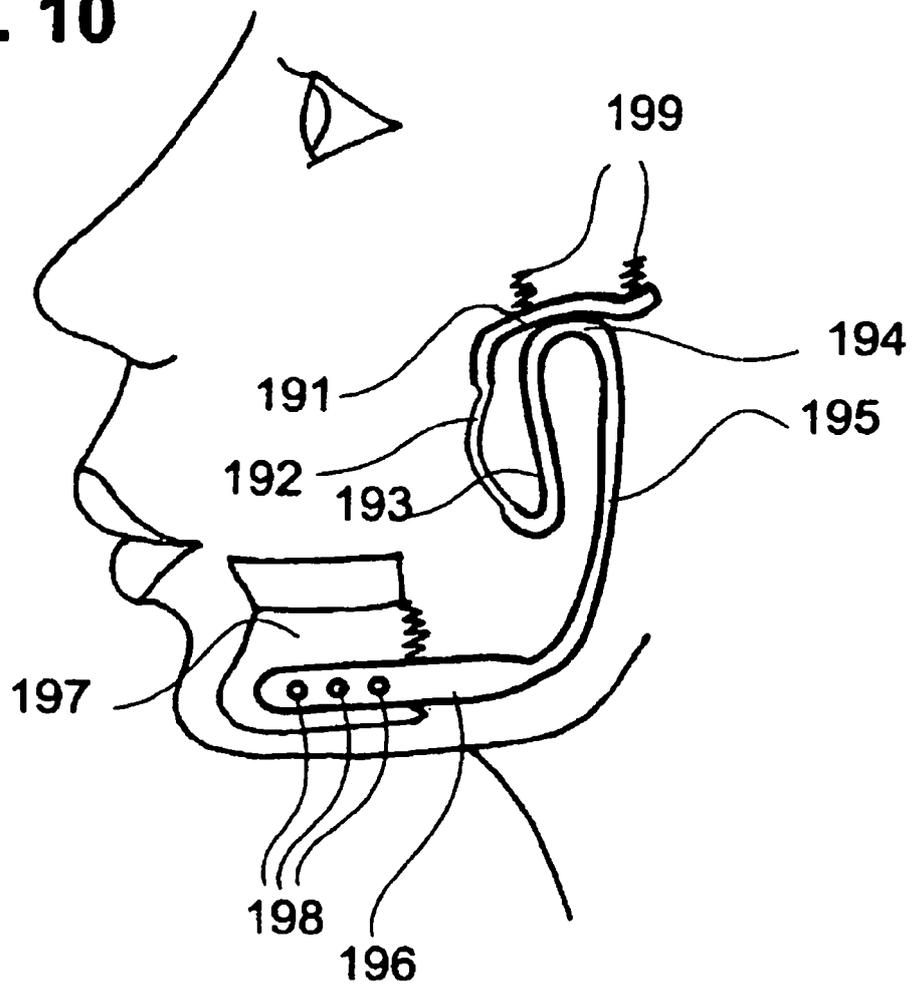


Fig. 11

