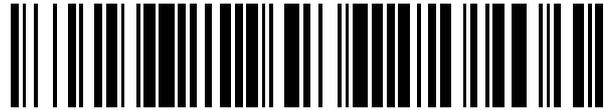


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 615**

51 Int. Cl.:

A61B 18/22 (2006.01)

A61B 17/3211 (2006.01)

A61B 18/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **10002220 .1**

96 Fecha de presentación: **04.03.2010**

97 Número de publicación de la solicitud: **2226031**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2010**

54 Título: **Escalpelo láser**

30 Prioridad:

06.03.2009 DE 102009011587

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

26.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

26.12.2012

73 Titular/es:

**A.R.C. LASER GMBH (100.0%)
BESSEMERSTRASSE 14
90411 NURNBERG, DE**

72 Inventor/es:

**THYZEL, REINHOLD;
VOLLAND, GERD y
WALKER, RUDOLF**

74 Agente/Representante:

BLANCO JIMÉNEZ, Araceli

ES 2 393 615 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

[0001] La invención se refiere a un escalpelo láser.

[0002] Se conoce un escalpelo láser quirúrgico de la WO 01/87176 A1 con un cuerpo de escalpelo formado de cristal de diamante que presenta, por un lado, una hoja de escalpelo afilada y superficies exteriores afiladas, y por otro lado un láser cuya luz láser entra a través de una fibra óptica al cuerpo de escalpelo y sale, principalmente en el área de la hoja del escalpelo del cuerpo del escalpelo. La radiación láser que sale en el área de la hoja del escalpelo provoca una fotocoagulación de la sangre y, por consiguiente, una disminución de la hemorragia en la herida. En una forma de realización descrita en la Fig. 10a y 10b, el eje del láser de la guía de luz se posiciona en una superficie de acoplamiento, en una superficie exterior de cristal plana, perpendicular con respecto a la superficie exterior de cristal y el rayo láser, por consiguiente, llega perpendicular al cuerpo del escalpelo cuyo filo del escalpelo se encuentra, por lo general, en un ángulo recto desplazado lateralmente con respecto a la superficie de acoplamiento. La luz láser acoplada transcurre en el interior del cuerpo del escalpelo hasta una superficie exterior de reflexión en frente de la superficie de acoplamiento, es reflejada de forma interna y sale por el filo del escalpelo del cuerpo del escalpelo. La dirección principal de expansión o el eje óptico de la luz láser cambia en la superficie de reflexión en aproximadamente 90° para que el ángulo de entrada y el ángulo de salida en la superficie de reflexión sean de 45° para el rayo central de luz láser. Según la Fig. 10a, el rayo láser se encuentra con una superficie de reflexión con forma cóncava hacia el exterior y convexa hacia el interior y se expande en ella. Si la superficie de reflexión es convexa hacia el exterior y cóncava hacia el interior, el foco de rayo láser puede focalizarse en la superficie de salida en el filo del escalpelo. En la Fig. 10b la superficie exterior de cristal principalmente plana en el área de la superficie de acoplamiento se forma de manera cóncava hacia el exterior y convexa hacia el interior para formar, de este modo, un tipo de lente en la superficie del cuerpo del escalpelo para expandir al rayo láser, que originalmente transcurre en paralelo, mediante la refracción de dicha lente y el rayo láser así expandido llega a la superficie de reflexión plana en el otro lado del cristal del cuerpo del escalpelo y se refleja desde allí hacia el filo de láser. También según la Fig. 10b, se puede focalizar el rayo láser diseñando la superficie de entrada al revés, es decir, en vez de convexa hacia el exterior se puede diseñar con una superficie cóncava hacia el interior. El rayo láser, por consiguiente, llega ya focalizado a la superficie de reflexión. La formación de una superficie de acoplamiento cóncava o convexa que actúa como si fuera una lente en el cristal, así como el ajuste preciso de la luz láser es bastante costosa. La formación

cóncava o convexa de la superficie de reflexión según la Fig. 10a también conlleva un mayor esfuerzo para pulir el cristal.

5 [0003] En la WO -03/009767 A1 se divulga un escalpelo láser con un cuerpo de escalpelo que consiste de un material transmisor para la radiación láser en una determinada área de longitudes de onda y, según la Fig. 1, una punta y dos filos de corte así como un dorso de escalpelo en el que los filos del escalpelo y el dorso del escalpelo se juntan en la punta. En el lado posterior que mira hacia el lado opuesto de los filos del escalpelo se encuentra una superficie de acoplamiento para la luz láser que sale del extremo de una guía de luz, que llega con una incidencia más perpendicular y se propaga a través del cuerpo del escalpelo mediante reflexiones
10 internas hasta la punta y los filos de corte y que se usa, en este punto, para la coagulación. La radiación se refleja por la misma trayectoria a través de la guía de luz y se evalúa para hacer mediciones.

15 [0004] La US 4.273.127 divulga un escalpelo láser con un cuerpo de escalpelo transmisor para la radiación láser con un filo de escalpelo. El cuerpo de escalpelo se acopla mediante una guía de ondas de luz con una luz láser que se propaga hasta el filo del escalpelo en el interior del escalpelo y sale de allí. La luz láser se utiliza en el filo para la coagulación.

20 [0005] La invención tiene como objeto presentar un escalpelo láser con un porcentaje alto de luz láser acoplado en el cuerpo de escalpelo para poder disponer de ella en el filo de escalpelo o salir allí y que, aun así, pueda fabricarse de forma relativamente fácil.

25 [0006] Este objeto se resuelve según la invención con las características de la reivindicación 1. Las formas de realización preferidas y perfeccionamientos según la invención se deducen de las reivindicaciones dependientes.

[0007] El escalpelo láser según la reivindicación 1 presenta un cuerpo de escalpelo que consiste de un material transmisor para la radiación láser en una determinada área de longitudes de onda en el que el cuerpo de escalpelo presenta un filo de escalpelo y un dorso de escalpelo, y en el que el filo de escalpelo y el dorso de
30 escalpelo se juntan en una punta, y en el que el cuerpo de escalpelo además presenta, en una parte posterior mirando hacia el lado opuesto del filo del escalpelo, una superficie de acoplamiento para acoplar la radiación láser.

[0008] La invención se basa inicialmente en la observación de que la luz láser (o: rayo láser) se acopla, en dirección hacia la normal de la superficie (o: eje de entrada o
35 incidencia) de la superficie de acoplamiento en el cuerpo de escalpelo, es decir en una dirección o eje perpendicular o normal hacia la superficie de acoplamiento, con un ángulo de acoplamiento agudo en un rango comprendido entre 25° y 45° en el cuerpo

, de escalpelo y no con una incidencia perpendicular. De esta forma, el rayo láser quedará refractado con respecto a la normal de la superficie transcurriendo, a continuación, cada vez más hacia la dirección o más cerca de la punta del cuerpo del escalpelo antes de entrar en el cuerpo del escalpelo. Además, la superficie de acoplamiento en el cuerpo del escalpelo se coloca y se dimensiona de tal manera que una parte de la radiación láser acoplada en la superficie de acoplamiento se refleja en el dorso del escalpelo, al menos parcialmente, mediante la reflexión interna hacia el filo del escalpelo y la otra parte de la radiación láser acoplada en la superficie de acoplamiento se propaga directamente a través del cuerpo del escalpelo hacia el filo del escalpelo o su punta, respectivamente. Eventualmente, la superficie de acoplamiento presenta una distancia mayor del dorso del escalpelo que desde la superficie inferior del cuerpo del escalpelo que conecta el filo del escalpelo con el extremo que mira hacia el lado opuesto de la punta con la parte posterior del cuerpo del escalpelo.

15 [0009] A continuación, la invención se describe con más detalle mediante sus formas de realización. Éstas hacen referencias a los dibujos, en los que representan esquemáticamente

la Fig. 1 un escalpelo láser con un cuerpo de escalpelo y una guía de luz en perspectiva lateral;

20 la Fig. 2 un cuerpo de escalpelo según la Fig. 1 con sus medidas en perspectiva lateral;

la Fig. 3 el cuerpo de escalpelo con fibra óptica según la Fig. 1 en una vista desde arriba, y;

25 la Fig. 4 una punta afilada adicional de un cuerpo de escalpelo, especialmente según las Figs. 1 a 3 en una vista desde arriba.

[0010] Las partes y tamaños correspondientes de las Figs. 1 a 4 están marcados con los mismos números de referencia.

[0011] El escalpelo láser (u hoja láser, cuchillo láser) 2 según las Figs. 1 a 3 presenta un cuerpo de escalpelo 12 y una guía de luz 3, especialmente una fibra óptica para el acoplamiento de luz láser (o radiación láser, rayo láser) L de una fuente de láser no ilustrada hacia el interior del cuerpo de escalpelo 12.

[0012] El cuerpo de escalpelo 12 tiene, principalmente, forma de poliedro irregular con varias superficies de poliedro planas o llanas (o: laterales planas, superficies exteriores, facetas) que forman bordes comunes y que limitan el cuerpo de escalpelo 12 hacia el exterior. Como superficies poliédricas del cuerpo de escalpelo 12 están previstos un dorso de escalpelo 21, un lado posterior 23, una superficie inferior 24, dos superficies laterales 27 y 28 y finalmente dos superficies de filo 25 y 26 que se juntan

- en un filo de corte 20. El cuerpo de escalpelo 12 tiene forma simétrica con respecto a un plano central M. La superficie inferior 24 y el dorso de escalpelo 21 transcurren en paralelo con una distancia predeterminada que define la altura h del cuerpo de escalpelo 12.
- 5 [0013] El filo de escalpelo en el lado frontal 13 del cuerpo de escalpelo 12 comprende un filo de corte 20 y las dos superficies de corte inclinadas una hacia la otra 25 y 26 que se unen en sus lados laterales con el filo de corte 20. Las superficies de corte 25 y 26 forman juntas un borde común más corto, tanto en el dorso de escalpelo 21 como también en la superficie inferior 24. El filo de escalpelo, es decir sus superficies de
- 10 corte 25 y 26 y el filo de corte 20 se unen (o se juntan) en el dorso de escalpelo 21 en una punta 22 del cuerpo del escalpelo 12 que, además, se encuentra en el centro del plano central M. Junto con el filo de corte 20, el dorso de escalpelo 21 forma en la punta 22 el ángulo interno agudo γ_1 que se define entre 21° y 35° , preferentemente entre 25° y 30° , por ejemplo es de aproximadamente 28° , para que el filo de corte 20
- 15 en el dorso de corte 21 se incline hacia el interior.
- [0014] Además, las superficies de corte 25 y 26 presentan la misma dimensión b2 en dirección longitudinal por toda la altura h, es decir, cada una tiene forma de paralelogramo que se desplazan en paralelo por la longitud a1. La longitud c del filo de corte 20 se obtiene de las relaciones geométricas en $c = a1/\cos \gamma_1 = h/\sin \gamma_1$. La
- 20 longitud b1 de la superficie inferior 24 hasta el inicio de las superficies de corte inclinadas y afiladas 25 y 26 se define como b1 y la otra longitud de la superficie inferior 24 que tiene forma de triángulo isósceles obtenido de las superficies de corte 25 y 26 inclinadas hacia el interior se define como b2, como muestra la Fig. 2.
- [0015] Las superficies de corte 25 y 26 del filo de escalpelo y sus bordes en común
- 25 con el dorso de escalpelo 21 se orientan con un ángulo interno agudo de γ_5 , que es de, por ejemplo, 30° , hacia el plano central M y, por consiguiente, se inclina o se posiciona de forma oblicua hacia el interior sobre el plano M. De esta manera, las superficies de corte abarcan el ángulo interno $2 \gamma_5$ doble que al mismo tiempo forma el ángulo de afilado o ángulo interno del filo del escalpelo.
- 30 [0016] Además, el dorso de escalpelo 21 conecta la punta 22 del filo de corte 20 con el lado posterior 23 formado como lado plano o superficie llana y forma, junto con el lado posterior 23, en el borde común el ángulo interno γ_2 , es decir, el lado posterior 23 se inclina de forma oblicua hacia el dorso de escalpelo. El lado posterior 23 se conecta en su parte superior mediante la superficie inferior 24 con el filo de escalpelo y forma
- 35 junto con la superficie 24 en el borde común el ángulo interno obtuso γ_3 . La superficie 24 además forma, junto con el filo de corte 20, en el vértice común, el ángulo interno

.obtuso. γ_4 . Por consiguiente, el cuerpo de escalpelo 12 en el plano central M del cuerpo de escalpelo 12 forma el trapecio ilustrado en la Fig. 1 con el ángulo interno γ_1 , γ_2 , γ_3 y γ_4 y las aristas laterales formadas por el filo de corte 20, el dorso de escalpelo 21, el lado posterior 23 y la superficie inferior 24. Resulta entonces que $\gamma_3 = 180^\circ - \gamma_2$;
 5 y $\gamma_1 + \gamma_4 = 180^\circ$, porque la superficie inferior 24 y el dorso de escalpelo 21 transcurren de forma paralela.

[0017] El dorso de escalpelo 21 se conecta con la superficie inferior 24 en la parte posterior mediante dos superficies laterales 27 y 28 y con la parte anterior mediante las superficies de corte 25 y 26. Las dos superficies laterales 27 y 28 transcurren de
 10 forma paralela y con una distancia d que es igual que el ancho del cuerpo del escalpelo 12 vertical con respecto a su plano central M y se orientan de forma paralela con respecto al eje central M y de forma ortogonal con respecto al dorso de escalpelo 21.

[0018] El cuerpo de escalpelo 12 se forma de un material que es, por lo menos en un espectro de transmisión o en un área de longitudes de onda predeterminados,
 15 transmisor o transparente para la luz láser L y, por el otro lado, presenta las características mecánicas requeridas para formar el filo de escalpelo para poder servir de bisturí o escalpelo quirúrgico o mecánico. En particular, el material debe ser lo suficientemente duro y estable como para poder afilarlo o pulirlo. Uno de los materiales
 20 preferidos es un material cristalino, preferentemente monocristalino, como zafiro o diamante.

[0019] El espectro de transmisión del cuerpo de escalpelo 12, por lo general, se encuentra en un área de longitudes de onda de 380 nm hasta 1200 nm, que comprende la región de espectro visible y una parte porcentual de la región de
 25 infrarrojo. La longitud de onda o el espectro de longitudes de onda de la luz láser L se encuentra dentro del espectro de transmisión del cuerpo de escalpelo 12 para que éste permita que la luz de láser lo traspase.

[0020] El cuerpo de escalpelo 12 se forma, en particular, por rectificación de un cristal, puliendo en el cristal unos lados planos o facetas individuales. Naturalmente, la forma
 30 del filo de corte 20 está ideada como un filo totalmente recto. Bajo el microscopio, un filo de corte 20 afilado se desvía de la forma geométrica ideal y puede presentar unas irregularidades microscópicas como ondulaciones, etc. En este contexto es suficiente si el filo de corte 20 para cortar un tejido corporal humano o animal es relativamente liso y continuo para considerarlo lineal.

[0021] El cuerpo de escalpelo 12 entonces tiene forma de escalpelo quirúrgico o de cuchilla o cuchillo que puede usarse para operar o llevar a cabo acciones quirúrgicas en humanos o animales cortando con el filo de escalpelo.

5 [0022] La luz láser L se utiliza para la coagulación de la sangre que sale durante la acción de cortar y puede usarse, por consiguiente, para el cierre de la herida o del tejido "in situ". Para ello, debe llegar el porcentaje más alto posible de luz láser L proveniente del extremo 30 de la guía de luz 3 por el cuerpo del escalpelo 12 hasta el área del filo de escalpelo y, preferiblemente también, el porcentaje más alto posible
10 cerca de la punta 22. Se prevé una superficie de acoplamiento EF para acoplar la luz láser L de la guía de luz 3 en el cuerpo de escalpelo 12 en su lado posterior 23.

[0023] El cuerpo de escalpelo 12, por lo general, se fija en un puño no mostrado que el cirujano utiliza con sus manos durante la operación. En este puño también se fija la fibra óptica o la guía de luz 3 y, con respecto a la superficie de acoplamiento EF, se ajusta y fija de forma óptica en el lado posterior 23 del cuerpo de escalpelo 12.

15 [0024] El eje óptico de la guía de luz 3 forma una dirección principal de expansión de luz láser L que se propaga a lo largo de la luz láser L en la guía de luz 3 y se denomina eje de láser LA. El eje de láser LA se orienta en paralelo con el dorso 21 y transcurre, preferiblemente, también por el plano central M del cuerpo de escalpelo 12. Al salir la luz de láser L del lado posterior 23 del cuerpo de escalpelo 12 en el extremo
20 30 de la guía de luz 3, el rayo láser se expande en un área de divergencia del láser LD según una apertura numérica de la guía de luz 3 con una divergencia cuantificable. En esta área de divergencia de luz LD la luz láser L se propaga libremente en el aire (o en otro gas) y luego se encuentra con la superficie del lado posterior 23 inclinado del cuerpo del escalpelo 12 en la parte proporcional que forma la superficie de
25 acoplamiento EF. Como el lado posterior 23 del cuerpo de escalpelo 12 tiene forma plana o llana, la superficie de acoplamiento EF se encuentra, por lo general, también en un plano inclinado con respecto al eje de láser LA. Por ejemplo, en una sección transversal principalmente redonda del extremo de la guía de luz 30 o con forma principalmente cónica del área de divergencia del láser LD, la superficie de
30 acoplamiento EF tiene, debido a la proyección inclinada en el lado posterior 23, forma elíptica.

[0025] El eje de láser LA llega en un punto P1 a la superficie del lado posterior 23. El punto P1 se encuentra aproximadamente en el centro de la superficie de acoplamiento EF. En este punto P1, se dibuja la normal de la superficie N en el lado posterior 23 que
35 se orienta de forma perpendicular con respecto al lado posterior 23. A través de dicha normal de la superficie N, la dirección de expansión del rayo láser L o de su eje de láser LA comprende un ángulo de acoplamiento o de entrada α que define la posición

inclinada entre el eje de láser LA y el lado posterior 23. En particular, el ángulo de entrada es de $\alpha = 90^\circ - \gamma_2$.

[0026] Debido al cambio en el índice de refracción del aire circundante al índice de refracción más elevado del cuerpo del escalpelo 12, la luz láser L se refracta cuando entra o se acopla en el cuerpo de escalpelo 12 a través de la superficie de acoplamiento EF y por las leyes de refracción hacia la normal de la superficie N para que el ángulo de transmisión β entre el eje de láser LA y la dirección de transmisión TR de la luz láser L en el interior del cuerpo de escalpelo 12 después de entrar en el cuerpo del escalpelo 12 sea menor que el ángulo de entrada α . Por ello, el ángulo de transmisión β se obtiene evidentemente según las leyes de refracción del ángulo de entrada α y depende de la relación de los índices de refracción n_1 del aire por un lado, y n_2 del cuerpo del escalpelo 12 por el otro, que, por lo general, también dependen de las longitudes de onda, según la fórmula $n_1 \text{ sen} \alpha = n_2 \text{ sen} \beta$.

[0027] El ángulo de entrada α se determina, por lo general, entre 15° y 55° , en un rango entre 25° y 45° , preferentemente en un rango entre 30° y 40° y más preferiblemente en un rango entre 34° y 36° .

[0028] Se ha manifestado que con este ángulo de entrada α entre el eje de láser LA y la normal de la superficie N, la mayoría de materiales cristalinos, especialmente el zafiro, pierden en el cuerpo del escalpelo 12 muy poca luz láser L por la reflexión en la superficie de acoplamiento EF, es decir, que la luz láser se aprovecha de forma eficaz.

[0029] Un ángulo de entrada α de $35^\circ \pm 1^\circ$ ha resultado ser el valor preferido para una geometría según las figuras y especialmente al usar zafiro como material para el cuerpo del escalpelo 12, porque de esta forma se produce una distribución de energía ventajosa de la luz láser L en el filo de escalpelo y en el dorso de escalpelo.

[0030] Para un zafiro de uso comercial se producía, redondeado a una parte decimal, por ejemplo con 810 nm un ángulo de transmisión de $\beta = 15^\circ$ con un ángulo de entrada de $\alpha = 35^\circ$ y un ángulo de transmisión de $\beta = 17^\circ$ con un ángulo de entrada de $\alpha = 40^\circ$, un ángulo de transmisión de $\beta = 19^\circ$ con un ángulo de entrada de $\alpha = 45^\circ$, un ángulo de transmisión de $\beta = 13^\circ$ con un ángulo de entrada de $\alpha = 30^\circ$ un ángulo de transmisión de $\beta = 11^\circ$ con un ángulo de entrada de $\alpha = 25^\circ$.

[0031] La Fig. 1 muestra un ejemplo para un ángulo de transmisión β de 22° .

[0032] El punto P1 que se encuentra en el centro de la superficie de acoplamiento EF, se encuentra, preferentemente, también en el plano central M porque el eje de láser LA se ajusta preferiblemente de tal manera que se posicione en el plano central M del cuerpo del escalpelo 12. La luz láser L, por consiguiente, se acopla de forma central en el cuerpo de escalpelo 12.

[0033] El punto de encuentro P1 del eje de láser LA con el lado posterior 23 en la superficie de acoplamiento EF ahora se encuentra separado a una altura h_1 de la superficie inferior 24 y a una altura h_2 del dorso del escalpelo 21 que es mayor que la altura h_1 . Entonces: $h_1 + h_2 = h$ y $h_2 > h_1$. Esto significa que el punto P1 y la totalidad de la superficie de acoplamiento EF así como el eje de láser LA se encuentran más cerca de la superficie inferior 24 que del dorso del escalpelo 21 o por encima de un plano de separación horizontal T del cuerpo del escalpelo 12 que transcurre en paralelo con respecto a la superficie inferior 24 y al dorso del escalpelo 21, y entre ellos con la misma distancia $h/2$ y que, preferiblemente, se orienta de forma perpendicular con respecto al plano central M.

[0034] Mientras que la punta 22 del cuerpo del escalpelo 12 se encuentra en un lado (en la Fig. 1 en la parte inferior) de este plano de separación T con una separación $h/2$, la intersección P1 del eje de láser LA con el lado inferior 23 del cuerpo de escalpelo 12 se encuentra entonces a una distancia del plano de separación T con una separación $h_2 - h/2$ y también la superficie de acoplamiento EF se encuentra, por lo menos en gran parte y preferiblemente por completo, por encima del plano de separación.

[0035] Después de la entrada de la luz láser L en el cuerpo de escalpelo 12 cerca de la superficie de acoplamiento EP, la luz láser L se propaga según el punto de entrada en la superficie de acoplamiento EF y la dirección principal de expansión de la luz láser L en la región de divergencia del láser LD con un ángulo de transmisión β diferente al cuerpo de escalpelo 12. En la Fig. 1 sólo se ven el ángulo de transmisión β del rayo láser L transcurriendo a lo largo del eje de láser LA a través del punto P1 así como la dirección de transmisión en el cuerpo del escalpelo 12.

[0036] La luz láser L se propaga, a causa del índice de refracción constante, en línea recta en el cuerpo del escalpelo 12 y se encuentra, por ejemplo, con un punto P2 para el rayo láser central con la superficie exterior del cuerpo del escalpelo 12 en el dorso de escalpelo 21, donde la luz láser L vuelve en el aire y su respectivo índice de refracción bajo, reuniéndose en el dorso del escalpelo 21. A causa del ángulo de incidencia δ relativamente grande en el punto P2, la luz láser L se refleja, por lo general completamente, hacia el interior y debido a la reflexión total interna se queda prácticamente por completo en el interior del cuerpo del escalpelo 12 y se extiende a lo largo de la dirección de transmisión TR' girada $180^\circ - 2\delta$ en el interior del cuerpo del escalpelo 12 hasta el siguiente punto exterior P3 que ya se encuentra en el área de corte en el filo de corte 20. En este punto, una parte de la luz láser L se refleja de nuevo hacia el interior con el ángulo de entrada ϵ que es igual que el ángulo de salida ϵ , sin embargo y según el tamaño del ángulo ϵ , ya sale una parte del filo hacia el exterior.

[0037]. De esta manera, la reflexión y la transmisión de la luz láser L continúa en el área del filo en el lado frontal 13 cerca de la punta 22 para que, por lo general, la luz láser L en la punta 22 y el área de corte adyacente alrededor del filo de corte 20 y las superficies de corte 25 y 26 salgan hacia el exterior y entren en el tejido corporal adyacente durante la operación o la intervención quirúrgica. Por consiguiente, la luz láser L puede coagular la sangre saliente justo en la región en la que se corta con el escalpelo láser 2, es decir en la región del filo de escalpelo, o hacer que coagule para frenar la hemorragia in situ ya durante la intervención.

[0038] Preferiblemente, el plano central M del cuerpo de escalpelo 12 se posiciona de tal forma, o el cristal, preferentemente zafiro, se pule de tal forma que el eje de crecimiento o el eje de extracción cristalográfico como, por ejemplo, el llamado eje c del cristal, se encuentre en el centro o en paralelo con respecto al plano central M y es, en particular un eje óptico central del cristal que forma la recta de intersección del plano central M y el plano de separación T y se posiciona de forma paralela con respecto al dorso del escalpelo 21 porque la transmisión del cristal hacia esta dirección es especialmente alta.

[0039] Las dimensiones pueden seleccionarse (redondeadas a una parte decimal) de los siguientes rangos de valores preferidos:

$1,2 \text{ mm} \leq h \leq 5 \text{ mm}$, en particular $2,5 \text{ mm} \leq h \leq 3,9 \text{ mm}$, preferentemente $h = 3,7 \text{ mm}$

$0,5 \text{ mm} \leq h_1 \leq 1,6 \text{ mm}$, en particular $0,9 \text{ mm} \leq h_1 \leq 1,3 \text{ mm}$, preferentemente $h_1 = 1,1 \text{ mm}$

$0,7 \text{ mm} \leq h_2 \leq 4,5 \text{ mm}$, en particular $1,2 \text{ mm} \leq h_2 \leq 3 \text{ mm}$, preferentemente $h_2 = 2,6 \text{ mm}$

$0,1 h_2 \leq h_1 \leq 0,8 h_2$, en particular $0,3 h_2 < h_1 \leq 0,6 h_2$, preferentemente $h_1 = 0,4 h_2$

$10 \text{ mm} \leq a \leq 25 \text{ mm}$, en particular $15 \text{ mm} \leq a \leq 19,5 \text{ mm}$, preferentemente $a = 17,3 \text{ mm}$

$5 \text{ mm} \leq a_1 \leq 10 \text{ mm}$, en particular $6 \text{ mm} \leq a_1 \leq 8,2 \text{ mm}$, preferentemente $a_1 = 7,1 \text{ mm}$

$1,5 \text{ mm} \leq b_1 \leq 7 \text{ mm}$, en particular $2,2 \text{ mm} \leq b_1 \leq 5,5 \text{ mm}$, preferentemente $b_1 = 3,7 \text{ mm}$

$1,5 \text{ mm} \leq b_2 \leq 7 \text{ mm}$, en particular $2,2 \text{ mm} \leq b_2 \leq 5,5 \text{ mm}$, preferentemente $b_2 = 3,7 \text{ mm}$

$1 \text{ mm} \leq d \leq 3,5 \text{ mm}$, en particular $1,4 \text{ mm} \leq b_2 \leq 2,8 \text{ mm}$, preferentemente $d = 2,1 \text{ mm}$

[0040] La Fig. 4 muestra una punta 22 adicionalmente afilada con las superficies agudas 22a y 22b laterales afiladas formando en frente de la punta original b3 una

, punta desplazada por b3. La longitud de la punta hasta la nueva punta se indica con b4 y los ángulos internos de la nueva punta con γ 6.

[0041] La Fig. 5 muestra la trayectoria de un rayo de luz láser en un cuerpo de escalpelo según las Figs. 1 a 3, calculada por simulación. Como se ve, gran parte de la luz láser L llega realmente hasta el área de corte en el filo de corte 20 y, en particular, en el área de la punta 22 y luego vuelve a salir del cuerpo del escalpelo 12. Por lo general, la reflexión total se produce en el dorso de escalpelo 21 antes de que la luz láser L llegue al área de corte o el filo del escalpelo, en el lado frontal 13 del cuerpo de escalpelo 12. Esto se produce como consecuencia del posicionamiento descentrado de la guía de luz 3 y de la superficie de acoplamiento EF con respecto al plano de separación T. El ángulo de entrada α , el punto P1 con la superficie de acoplamiento EF y una distancia h2 del dorso de escalpelo 21 así como la distancia a de la punta 22 del lado posterior 23 o del punto P1 se ajustan de tal manera que la reflexión interna, por lo general, sea suficiente, en particular en el punto P2 o alrededor del mismo. El punto P2 se obtiene del ángulo de transmisión β predeterminado por los índices de refracción y el ángulo de entrada α y de la superficie que transcurre de forma paralela respecto al eje de láser A del dorso de escalpelo 21 y el punto P2 se encuentra lo suficientemente cerca del lado frontal 13 y del filo de escalpelo, en particular, de la punta 22, es decir, la punta 22 no debe estar muy lejana del punto P2 o del lado posterior 23. Normalmente, primero se optimiza el ángulo de incidencia para conseguir un porcentaje lo más alto posible de transmisión durante el acoplamiento de la luz láser L en la superficie de acoplamiento EF y se determina y optimiza la geometría, en especial la longitud a y el posicionamiento del dorso del escalpelo 21 en relación al filo de escalpelo, en particular, el filo de corte 20 y la punta 22, para obtener una reflexión interna (en el punto P2) para que la mayor parte de la luz láser L, después de pasar por el cuerpo de escalpelo 12, salga en el área del filo del escalpelo, en particular cerca de la punta 22 del cuerpo del escalpelo.

Lista de números de referencia

[0042]

30	2	Escalpelo
	3	Guía de luz
	12	Cuerpo de escalpelo
	13	Lado frontal
	20	Filo de corte
35	21	Dorso de escalpelo
	22	Punta
	13	Lado posterior

	24	Superficie inferior
	25,26	Superficie de corte
	27,28	Superficie lateral
	30	Extremo
5	T	Plano de separación
	M	Plano central
	N	Normal de la superficie
	L	Radiación láser
	LA	Eje de láser
10	LD	Área de divergencia del láser
	EF	Superficie de acoplamiento
	P1, P2, P3	Puntos
	TR	Dirección de transmisión
	α	Ángulo de entrada
15	β	Ángulo de transmisión
	δ, ϵ	Ángulo
	γ_1	Primer ángulo de punta
	$\gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$	Ángulo interno
	γ_5	Segundo ángulo de punta
20	h, h1, h2	Altura
	a, a1	Longitud
	b1, b2	Longitud
	b3, b4	Longitud
	d	Anchura

25

REIVINDICACIONES

1. Escalpelo láser (2) con
- a) un cuerpo de escalpelo (12) de un material transmisor para la radiación láser de por lo menos un rango predeterminado de longitudes de onda,
- 5 b) en el que el cuerpo de escalpelo (12) presenta un filo de escalpelo (20) y un dorso de escalpelo (21) y en el que el filo de escalpelo y el dorso de escalpelo se juntan en una punta (22),
- c) en el que el cuerpo de escalpelo (12) además presenta, en una parte posterior (23), mirando hacia el lado opuesto de la lámina de escalpelo, una
- 10 superficie de acoplamiento (EF) para acoplar la radiación láser (L),
- d) medios (3) para el acoplamiento de la radiación láser (L) con el cuerpo de escalpelo (12) mediante la superficie de acoplamiento, cuyo eje óptico (LA) transcurre de forma paralela con respecto al dorso de escalpelo (21),
- e) en el que la superficie de acoplamiento (EF) en el cuerpo de escalpelo (12)
- 15 se posiciona y se dimensiona de tal manera que una parte de la radiación láser (L) acoplada a la superficie de acoplamiento (EF) se refleja en el dorso del escalpelo (21), al menos parcialmente, mediante la reflexión interna hacia el filo del escalpelo (20) y en el que otra parte de la radiación láser (L), acoplada a la superficie de acoplamiento (EF), se propaga directamente a
- 20 través del cuerpo de escalpelo (12) hacia su filo de escalpelo (20) o su punta (22), respectivamente,
- caracterizado por el hecho de que**
- f) el ángulo de acoplamiento (α) forma un ángulo entre 25° y 45° entre el eje óptico (LA) de los medios de acoplamiento de la radiación láser y la normal de
- 25 la superficie (N) de la superficie de acoplamiento para la radiación láser (L) en la superficie de acoplamiento (EF)
- g) y la superficie de acoplamiento (EF) presenta una distancia mayor (h_2) del dorso de escalpelo (21) que desde la superficie inferior (24) del cuerpo del escalpelo (12) que conecta el filo de escalpelo (20) con el extremo que mira
- 30 hacia el lado opuesto de la punta (22) con la parte posterior (23) del cuerpo del escalpelo (12).
2. Escalpelo láser según la reivindicación 1, en el que el ángulo de acoplamiento (α) para la radiación láser (L) en la superficie de acoplamiento (EF) se selecciona entre 30° y 40° .
- 35 3. Escalpelo láser según la reivindicación 2, en el que el ángulo de acoplamiento (α) para la radiación láser (L) en la superficie de acoplamiento (EF) se selecciona entre 34° y 36° .

4. Escalpelo láser según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el lado posterior (23) del cuerpo del escalpelo o por lo menos la superficie de acoplamiento (EF) en el lado posterior del cuerpo del escalpelo tiene forma plana o llana.
5. Escalpelo láser según una de las reivindicaciones anteriores en el que los medios para el acoplamiento de la radiación láser (L) con el cuerpo del escalpelo (12) comprende una guía de luz (3), especialmente una fibra óptica, cuyo extremo (30) se ajusta a una distancia determinada de la superficie de acoplamiento (EF).

10

FIG 1

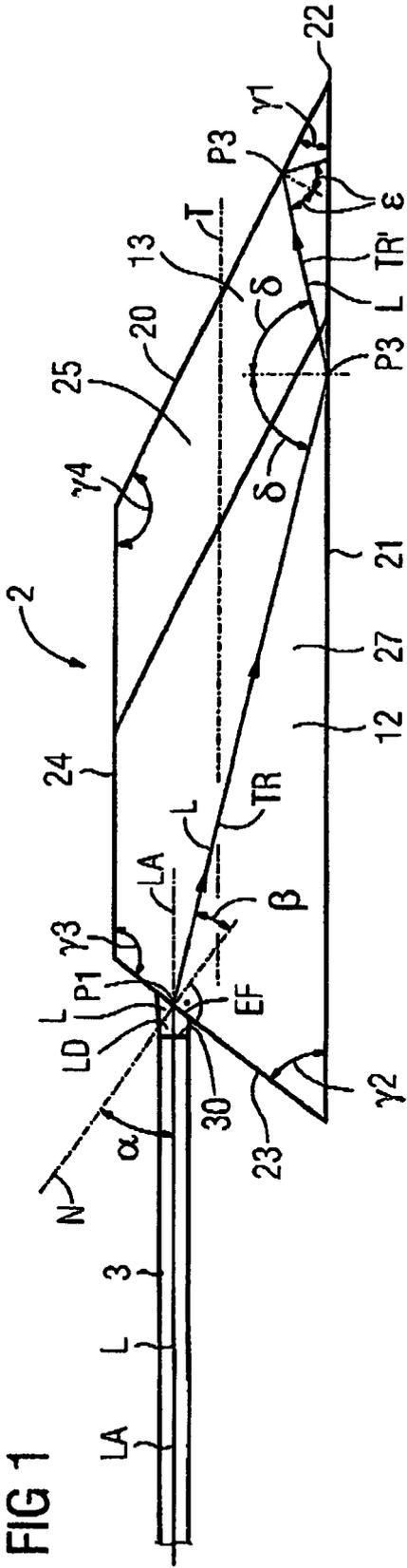


FIG 2

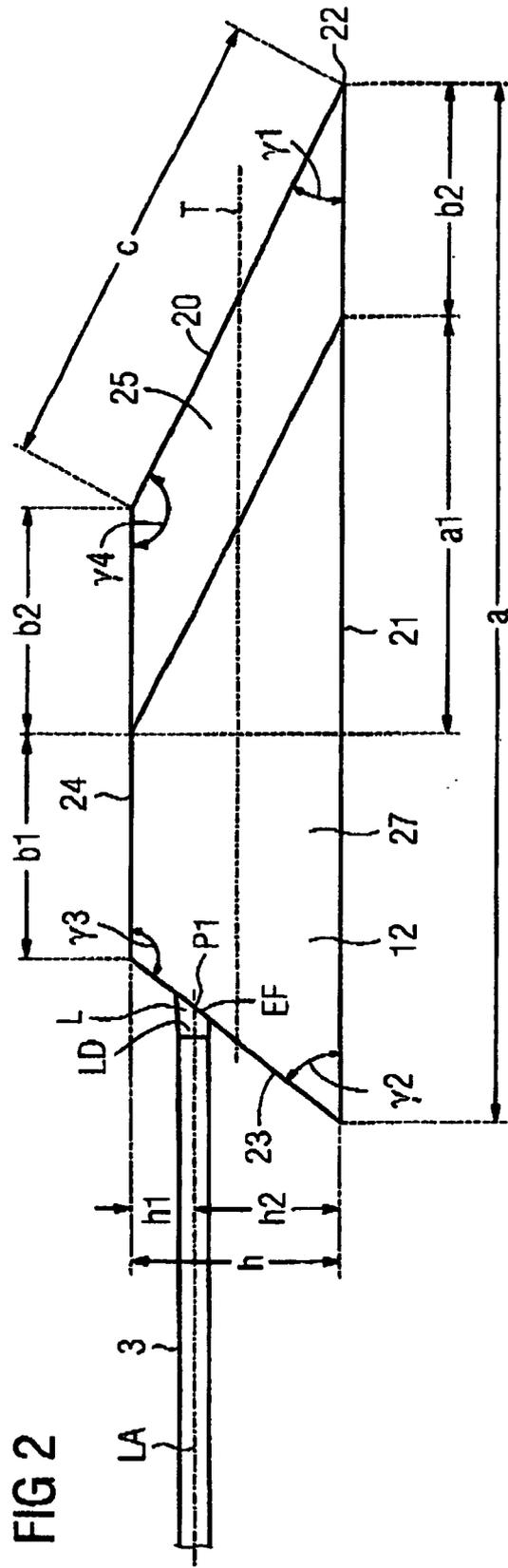


FIG 3

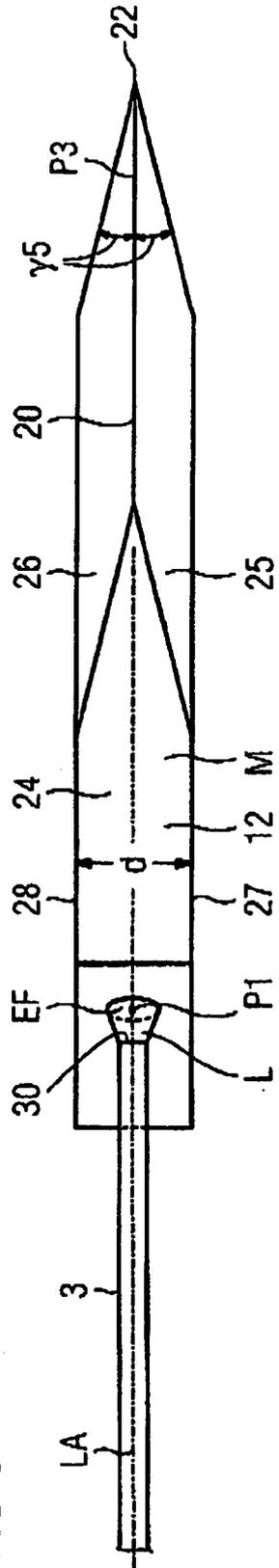


FIG 4

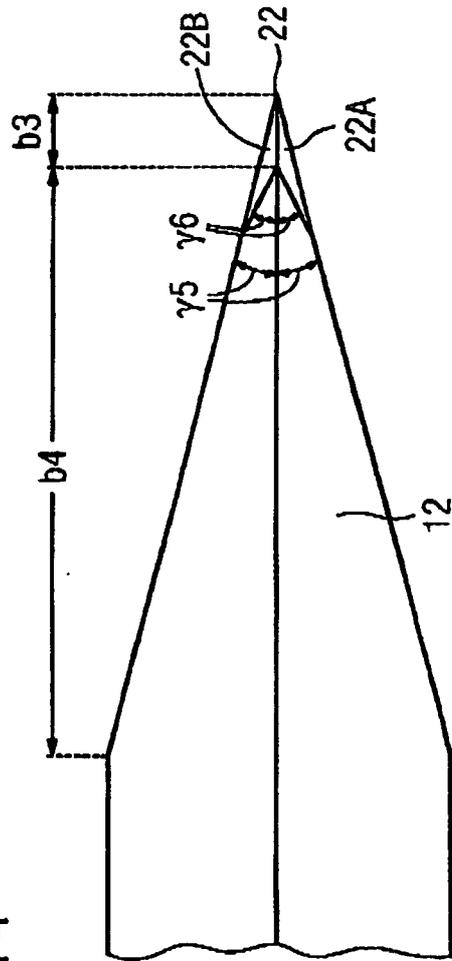
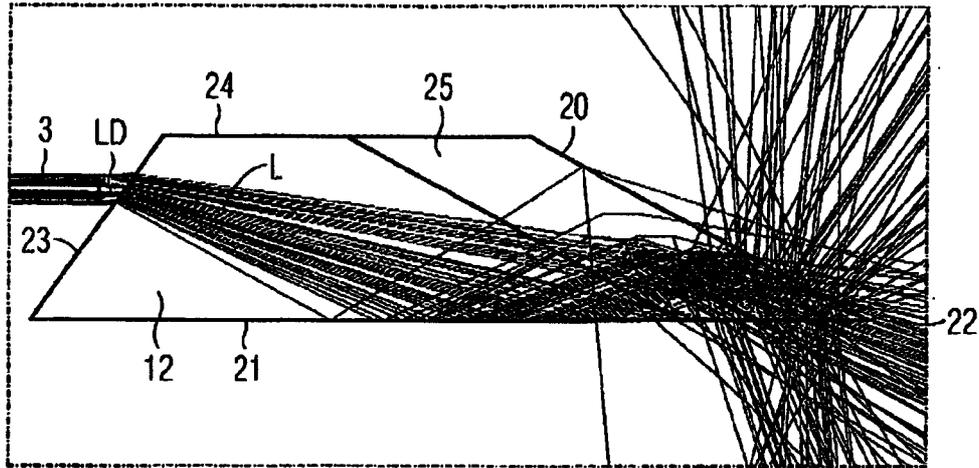


FIG 5



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante se ha elaborado únicamente como ayuda para el lector. No forma parte del documento de Patente Europea. Aunque se ha prestado mucha atención en la compilación de las mismas no se puede evitar
5 *incurrir en errores u omisiones, declinando la OEP toda responsabilidad a este respecto.*

Documentos de patente citados en la descripción

- WO 0187176 A1 [0002]
- US 4273127 A [0004]
- WO 03009767 A1 [0003]