

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 999**

51 Int. Cl.:

A61F 9/008 (2006.01)

B23K 26/02 (2006.01)

B23K 26/36 (2014.01)

B23K 26/40 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.12.2011 E 11808577 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2790621**

54 Título: **Dispositivo de prueba para calibrar un dispositivo láser**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.05.2016

73 Titular/es:

**WAVELIGHT GMBH (100.0%)
Am Wolfsmantel 5
91058 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**GOOS, EVI;
DONITZKY, CHRISTOF y
WUELLNER, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 571 999 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

Dispositivo de prueba para calibrar un dispositivo láser.

5 La invención se refiere a la calibración de un dispositivo láser, que puede utilizarse por ejemplo para tratamiento con cirugía láser del ojo humano, y en ese caso en particular para ablaciones tisulares con radiación láser. En particular, la invención se refiere a la calibración de la energía de pulso de radiación láser pulsada que se proporciona mediante un dispositivo láser de este tipo. Para este fin, la invención proporciona un dispositivo de prueba, que mide la profundidad de ablaciones de prueba, que se realizan sobre una superficie de prueba por medio del dispositivo láser en una fase de calibración, según el principio de sonda de medición.

15 A partir del documento WO 2010/022754 A1, ya se conoce una técnica para calibrar la energía de pulsos de radiación láser. En él, sobre un disco de un material de prueba, se realizan múltiples ablaciones de prueba por medio de la radiación láser y se mide la profundidad del cráter de ablación resultante sin contacto por medio de un dispositivo de medición de OLCR. Para cada una de las ablaciones de prueba, la energía de pulso de la radiación láser se ajusta de manera diferente; de esta manera, puede determinarse una relación entre la energía de pulso y la profundidad de ablación resultante. Entonces, a partir de esta relación, que por ejemplo puede describirse mediante una ecuación lineal, para una profundidad de ablación de punto de referencia especificada, puede determinarse una energía de pulso de punto de referencia asociada y ajustarse en el dispositivo láser. En el documento WO 2010/022754 A1, también se ha mencionado ya que puede medirse la profundidad de un cráter de prueba generado de manera ablativa por medio de una sonda de medición.

20 Un objetivo de la invención es mostrar una manera en que un usuario calibra una energía de pulso de un dispositivo láser, con un gasto comparativamente pequeño de tiempo y trabajo.

25 Para lograr este objetivo, la invención proporciona utilizar un dispositivo de prueba para calibrar la energía de pulso de un dispositivo láser que proporciona radiación láser pulsada, incluyendo el dispositivo de prueba un cabezal de medición con múltiples sondas de medición. Dentro de la invención, por medio de la radiación láser se realizan múltiples ablaciones de prueba sobre una superficie de prueba, en una disposición correspondiente a la disposición espacial relativa de las sondas de medición. Entonces se miden las profundidades de las ablaciones de prueba, con la utilización simultánea de las múltiples sondas de medición del cabezal de medición. Tal como se propone en el documento WO 2010/022754 A1, las ablaciones de prueba se generan cada una preferiblemente con una energía de pulso diferente de la radiación láser. En particular, cada ablación de prueba puede generarse mediante múltiples pulsos de radiación láser, por ejemplo varios cientos o incluso varios miles de pulsos. A partir de las profundidades de ablación medidas, por ejemplo puede determinarse entonces una relación lineal entre la energía de pulso y la profundidad de ablación, y puede determinarse la energía de pulso de punto de referencia asociada con una profundidad de ablación de punto de referencia especificada. Los detalles de este método de ajuste y la determinación de una energía de pulso de punto de referencia que va a ajustarse en el dispositivo láser a partir de la relación, determinada mediante ajuste, entre la profundidad de ablación y la energía de pulso, pueden tomarse del documento WO 2010/022754 A1, al que se hace referencia expresamente a este respecto.

30 El conocimiento de la extensión del efecto de ablación en el caso de una energía de pulso especificada es necesario, por ejemplo, para el tratamiento ablativo del tejido corneal humano por medio de radiación láser UV (generada mediante un láser de excímero, por ejemplo). Dependiendo de la ametropía del paciente que ha de corregirse, se calcula un perfil de ablación específico para el paciente, definido, indicando en qué parte de la córnea y cuánto tejido corneal ha de retirarse. El tratamiento satisfactorio sólo es posible si se conoce qué cantidad de retirada se produce con un determinado ajuste de energía del dispositivo láser. Las pruebas correspondientes se llevan a cabo sobre una superficie de prueba, que de manera conveniente consiste en un material que en relación con la radiación láser se comporta de manera similar al tejido corneal humano o por lo menos en una razón conocida al tejido corneal humano. En particular, se ha mostrado que el material de plástico PMMA (poli(metacrilato de metilo)) es adecuado para este fin.

35 Puesto que en la invención se utiliza un cabezal de medición que no está equipado solamente con una única sonda de medición, sino con múltiples sondas de medición, es posible la medición simultánea de la profundidad de cráter de múltiples ablaciones de prueba sobre la superficie de prueba. Sin embargo, suponiendo una posición espacial fija de las sondas de medición unas en relación con las otras en el cabezal de medición, debe tenerse cuidado en que las ablaciones de prueba correspondientes sobre la superficie de prueba se generen con la misma disposición que corresponde a la disposición de las sondas de medición en el cabezal de medición. El cabezal de medición, con sus múltiples sondas de medición, posibilita medir las ablaciones de prueba a la vez que se ahorra tiempo y trabajo.

40 En una versión preferida, el cabezal de medición incluye un total de tres sondas de medición. Sin embargo, se entiende que la invención no se limita a este número de sondas de medición, y que en cambio, en realizaciones alternativas, pueden estar presentes dos o cuatro o incluso más sondas de medición en el cabezal de medición. Las sondas de medición consideradas aquí habitualmente presentan una punta de medición que puede desviarse, que puede introducirse en el cráter de ablación para medirlo y desviarse más o menos según la profundidad de cráter. La punta de medición puede desviarse de manera inductiva o capacitiva, por ejemplo.

Según una realización preferida, la superficie de prueba está formada por un disco de prueba con un perfil circular, estando dispuestas las sondas de medición en el cabezal de medición distribuidas a intervalos angulares iguales a lo largo de una línea circular imaginaria. En tal caso, con el fin de garantizar que se guía el disco de prueba sobre el cabezal de medición en la orientación correcta de ángulo de rotación, de modo que las sondas de medición estén exactamente sobre las ablaciones de prueba, tanto el disco de prueba como el cabezal de medición se implementan preferiblemente con un marcaje de índice para la alineación del ángulo de rotación uno en relación con el otro. Los marcajes de índice pueden implementarse como marcajes de forma y/o color. En particular, el disco de prueba puede presentar, en su borde de disco, por lo menos un marcaje de forma, y un marcaje de forma de este tipo puede formarse a partir de un bisel, una muesca o una ranura, por ejemplo. Como marcaje de color, se plantea cualquier marcaje perceptible ópticamente que difiera en color de las zonas adyacentes de la superficie de prueba.

Puede suponerse que pese a los marcajes de índice del disco de prueba y el cabezal de medición, son posibles ajustes de ángulo de rotación "falsos" en los que puede disponerse el disco de prueba sobre el cabezal de medición. En estas circunstancias, se deja que sea el usuario el que realice la calibración, mientras observa los marcajes de índice, para guiar el disco de prueba sobre el cabezal de medición en la orientación correcta de ángulo de rotación.

Sin embargo, se vuelve especialmente sencillo para el usuario si el cabezal de medición presenta una zona de recepción para recibir el disco de prueba, y los marcajes de índice del disco de prueba y del cabezal de medición permiten que el disco de prueba se aloje en la zona de recepción sólo en por lo menos una posición predeterminada de ángulo de rotación en relación con el cabezal de medición. Por ejemplo, una posibilidad es que dos marcajes de forma que se proporcionan en el disco de prueba y el cabezal de medición puedan engancharse entre sí solo en la posición predeterminada de ángulo de rotación, y por tanto el disco de prueba puede colocarse en la zona de recepción del cabezal de medición sólo en esa posición predeterminada de ángulo de rotación.

Por ejemplo, el disco de prueba puede presentar un marcaje de forma que interrumpe el recorrido circular del borde de disco, y la zona de recepción del cabezal de medición puede presentar un marcaje de forma que es complementario al marcaje de forma del disco de prueba. Por ejemplo, un marcaje de forma de este tipo que interrumpe el recorrido circular del borde de disco puede estar en una forma tal que el borde del disco de prueba en una parte de la circunferencia del disco no siga la forma de un arco o de un círculo, sino un cordón (es decir conceptualmente se interrumpe una parte de un disco completamente circular).

Según un desarrollo adicional de la invención, la superficie de prueba puede estar formada por una lámina de prueba, presentando el cabezal de medición una zona de recepción que se adapta a la forma de la periferia de la lámina de prueba, para recibir la lámina de prueba. Un sistema de trayectoria de evacuación, que se abre al interior de la zona de recepción, para su conexión a una bomba de vacío, puede discurrir entonces en el cabezal de medición. La bomba de vacío puede alojarse en el propio cabezal de medición, o el cabezal de medición puede presentar una pieza de conexión adecuada, a través de la cual el cabezal de medición puede conectarse a una bomba de vacío externa. Mediante la aplicación de presión negativa al sistema de trayectoria de evacuación, la lámina de prueba puede aspirarse en la zona de recepción del cabezal de medición y sujetarse allí de manera segura.

El dispositivo de prueba también puede incluir un dispositivo portador de objetos, para ser dispuesto sobre o unido a una mesa de reconocimiento de pacientes, para sujetar un objeto de prueba que forma la superficie de prueba (por ejemplo, lámina de prueba, en particular disco de prueba) mientras que se aplican las ablaciones. Con el fin de poder aplicar las ablaciones de prueba al objeto de prueba con una disposición especificada con respecto a la posición y la orientación en relación con el objeto de prueba, resulta ventajoso si sobre el dispositivo portador de objetos y/o el objeto de prueba se proporciona una disposición de múltiples marcas (por lo menos dos y preferiblemente por lo menos tres), que pueden detectarse ópticamente y a una distancia entre sí. Dentro de la invención, esta disposición de marcas puede capturarse entonces por medio de un sistema de cámara, siendo posible determinar, a partir de los datos de imágenes del sistema de cámara, información de orientación relativa a la disposición de marcas, y definiéndose las posiciones de disparo del dispositivo láser para generar las ablaciones de prueba dependiendo de la información de orientación determinada.

El dispositivo portador de objetos puede incluir un soporte de base y un soporte auxiliar, implementándose el soporte de base con primeras formaciones de posicionamiento para el posicionamiento amovible del soporte auxiliar sobre el soporte de base, e implementándose el soporte auxiliar con segundas formaciones de posicionamiento para el posicionamiento amovible del objeto de prueba sobre el soporte auxiliar. Una versión de dos partes de este tipo del dispositivo portador de objetos puede utilizarse, en particular, una vez realizadas las ablaciones de prueba, para retirar el soporte auxiliar, con el objeto de prueba situado sobre él, del soporte de base, y para llevarlo al cabezal de medición. En el cabezal de medición, el objeto de prueba puede aspirarse entonces del soporte auxiliar mediante una fuerza de succión, y se aspira sobre el cabezal de medición. Entonces no es necesario que el usuario tenga el objeto de prueba directamente en la mano para llevarlo desde el lugar en el que se generan las ablaciones de prueba hasta el punto de medición. Esto reduce el peligro de que las ablaciones de prueba puedan contaminarse al tocar el objeto de prueba con la mano, o de que el polvo inevitable de la ablación se introduzca involuntariamente en el cráter de ablación al llevarse con la mano, lo que daría como resultado la falsificación de los resultados de

medición.

Para colocar el dispositivo portador de objetos en la mesa de reconocimiento de pacientes, puede incluir una parte de pie que se adapta al contorno periférico de un rebaje de cabeza en una parte de cabeza de la mesa de reconocimiento, insertándose el dispositivo portador de objetos con la parte de pie en el rebaje de cabeza de la mesa de reconocimiento para comenzar su funcionamiento. De esta manera, es posible un montaje suficientemente estable del dispositivo portador de objetos. Si el dispositivo portador de objetos está equipado con un nivel de burbuja de aire, el usuario puede realizar una alineación fina segura del dispositivo portador de objetos observando el nivel de burbuja de aire. Entonces es posible compensar la imprecisión de colocación restante capturando los marcajes especificados del dispositivo portador de objetos y/o del objeto de prueba que se coloca sobre el dispositivo portador de objetos por medio de un rastreador ocular basado en cámara, y mediante las posiciones de disparo de la radiación láser para generar las ablaciones de prueba que están ajustándose automáticamente mediante una unidad de control del dispositivo láser, dependiendo de la posición y orientación capturadas de estos marcajes.

Según un desarrollo adicional, el dispositivo de prueba puede incluir un dispositivo de lectura para leer un código de identificación sobre un objeto de prueba que forma la superficie de prueba, leyéndose este código de identificación antes de que se realice la ablación de prueba. El código de identificación puede estar en forma de un código de barras, por ejemplo, y contener una única identificación del objeto de prueba o incluso de la superficie de prueba (si un mismo objeto de prueba proporciona múltiples superficies de prueba, y puede utilizarse de manera correspondiente varias veces). Cada vez que se lleva a cabo una calibración de energía del dispositivo láser y se generan ablaciones de prueba sobre una superficie de prueba, por medio del dispositivo de lectura puede leerse y almacenarse el código de identificación relevante. Entonces, si un usuario quiere utilizar involuntariamente la misma superficie de prueba una segunda vez para realizar ablaciones de prueba, el dispositivo de lectura, o una unidad de control externa conectada al mismo, puede reconocer esto basándose en el código de identificación leído, y por ejemplo emitir una señal de advertencia óptica y/o acústica. Una reacción alternativa o adicional a la lectura repetida del mismo código de identificación puede ser, por ejemplo, que el dispositivo de lectura se bloquee temporalmente frente a la emisión de radiación láser, y que sólo la libere de nuevo cuando se lee un nuevo código de identificación, es decir se utiliza una superficie de prueba que todavía no se ha utilizado.

Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de prueba puede incluir un dispositivo de marcaje para realizar un marcaje sobre un objeto de prueba que forma la superficie de prueba. Por medio de un marcaje de este tipo, puede almacenarse permanentemente información adecuada sobre el objeto de prueba, por ejemplo información sobre un instante (por ejemplo fecha, hora) en la que se generaron las ablaciones de prueba sobre el objeto de prueba, y/o información sobre la energía de pulso que se utiliza para las ablaciones de prueba, el número de pulsos por ablación de prueba y/o por tanto las profundidades de cráter generadas. Una información de este tipo puede colocarse sobre el objeto de prueba en forma de un código de barras o en otra forma codificada, por ejemplo.

El marcaje realizado por el dispositivo de marcaje tampoco tiene que portar necesariamente información sobre las ablaciones de prueba. Es concebible que el dispositivo de marcaje realice sólo un simple marcaje de forma o de color sobre el objeto de prueba antes o después de generar las ablaciones de prueba, señalizando esencialmente el marcaje así realizado, como única información, que el objeto de prueba relevante o la superficie de prueba relevante ya se ha utilizado una vez, y por tanto no debe utilizarse de nuevo. Por ejemplo, una muesca que no se proporcionó originalmente sobre el objeto de prueba, y que se genera por el dispositivo de marcaje, puede portar este contenido de información. Una muesca de este tipo u otro marcaje de forma o de color puede capturarse inmediatamente por los sensores adecuados.

La invención se explica a continuación en más detalle basándose en los dibujos adjuntos, de los que:

la figura 1 muestra esquemáticamente componentes de un dispositivo láser y un dispositivo de prueba asociado para calibrar la energía de los pulsos de radiación láser del dispositivo láser según una realización,

las figuras 2 y 3 muestran diversas vistas de un cabezal de medición y un soporte auxiliar para un objeto de prueba con forma de disco según una realización del dispositivo de prueba,

la figura 4 muestra el soporte auxiliar de las figuras 2 y 3, junto con un soporte de base según una realización, mostrándose el soporte auxiliar y el soporte de base por separado entre sí,

la figura 5 muestra el soporte auxiliar y el soporte de base según la figura 4, estando colocado el soporte auxiliar sobre el soporte de base, y

la figura 6 muestra una sección transversal a través del soporte de base de las figuras 4 y 5.

Se hace referencia en primer lugar a la figura 1. Esta muestra, en una simplificación muy esquematizada, una mesa 10 de reconocimiento, sobre la que se tiende un paciente por lo demás no mostrado, para tratar oftalmológicamente al paciente utilizando un dispositivo láser 12. La mesa 10 de reconocimiento presenta una parte de cabeza 14, que

por ejemplo puede ajustarse mediante basculación, y sobre la que descansa la cabeza del paciente. En la representación de la figura 1, el dispositivo láser 12 se muestra como el único bloque de función, e incluye componentes funcionales tales como una fuente de laser, componentes ópticos de enfoque, componentes de exploración para el control posicional por lo menos transversal y si se requiere también longitudinal de la radiación láser que emite el dispositivo láser 12, etc. Esta radiación láser es preferiblemente radiación pulsada, y por ejemplo presenta una longitud de onda en el intervalo UV, por ejemplo de aproximadamente 193 nm. La radiación láser de una longitud de onda de este tipo puede utilizarse para la ablación del tejido corneal del ojo humano, por ejemplo como parte del tratamiento LASIK (LASIK: queratomileusis *in situ* asistida por láser). La radiación láser que emite el dispositivo láser 12 se muestra esquemáticamente en la figura 1 como un haz enfocado de rayos 16.

El dispositivo láser 12 se controla mediante una unidad 18 de control electrónica, que en el ejemplo mostrado también recibe señales de medición desde un cabezal 20 de medición, analiza estas señales de medición y dependiendo de los resultados de medición, ajusta la energía de pulso de los pulsos de radiación que emite el dispositivo láser 12.

El cabezal 20 de medición forma parte de un dispositivo de prueba, que adicionalmente incluye un dispositivo portador de objetos de dos partes que consiste en un soporte de base 22 y un soporte auxiliar 24. El soporte de base 22 se monta sobre la mesa 10 de reconocimiento. Para este fin, se utiliza un rebaje de cabeza (entalladura u orificio), no mostrado en más detalle en la figura 1, que normalmente está presente en la parte de cabeza 14 y dentro de la cual coloca normalmente el paciente la parte posterior de su cabeza. El soporte de base 22 se coloca en este rebaje de cabeza, presentando el soporte de base 22 una parte de pie 26, cuyo contorno periférico se adapta al contorno del rebaje de cabeza mencionado anteriormente, de modo que el soporte de base 22 obtiene cierta estabilidad sobre la mesa 10 de reconocimiento.

El soporte de base 22 forma un asiento, sobre el que puede colocarse el soporte auxiliar 24. El propio soporte auxiliar 24 actúa como soporte y soporte para una lámina 28 de prueba (placa de prueba), que está compuesta por ejemplo por PMMA, y sobre la que, para el fin de calibrar la energía de pulso del dispositivo láser 12, se realizan múltiples ablaciones de prueba por medio de la radiación láser. La lámina 28 de prueba se implementa como un disco de prueba con un perfil circular, por ejemplo. Para realizar las ablaciones de prueba, el soporte auxiliar 24, con la lámina 28 de prueba situado sobre él, se coloca sobre el soporte de base 22, que se inserta él mismo en el rebaje de cabeza de la parte de cabeza 14 de la mesa 10 de reconocimiento. Una vez generadas las ablaciones de prueba sobre la lámina 28 de prueba, el soporte auxiliar 24 se retira del soporte de base 22, y junto con la lámina 28 de prueba se porta al cabezal 20 de medición instalado de manera remota, donde por ejemplo, se guía al soporte auxiliar 24 desde abajo sobre una interfaz de medición del cabezal 20 de medición, hasta que puede medirse la profundidad de las ablaciones de prueba sobre la lámina 28 de prueba utilizando sondas 30 de medición del cabezal 20 de medición. Las sondas 30 de medición presentan puntas 32 de medición que pueden desviarse, que sobresalen sobre la interfaz de medición del cabezal 20 de medición y entran en contacto con la lámina 28 de prueba cuando esta se mueve sobre el cabezal 20 de medición. La lámina 28 de prueba se sujeta firmemente sobre la interfaz de medición por medio de fuerza de succión, que resulta de una presión negativa que se aplica a la interfaz de medición, generándose dicha presión negativa mediante una fuente 34 de vacío, que puede conectarse al cabezal 20 de medición. Para este fin, el cabezal 20 de medición puede presentar una pieza 36 de conexión, a la que puede conectarse la conducción de vacío que conduce a la fuente 34 de vacío.

De manera conveniente, una vez que se mide la lámina 28 de prueba y se desconecta el vacío, la lámina 28 de prueba se recoge de nuevo por el soporte auxiliar 24 y se lleva a una ubicación de archivo adecuada, donde se archiva. El soporte auxiliar 24 puede ocuparse entonces por una nueva lámina de prueba, y puede comenzar de nuevo el procedimiento de calibración. De manera conveniente, un procedimiento de calibración de este tipo siempre se lleva a cabo tras un tiempo de inactividad relativamente largo del dispositivo láser 12, durante el cual no está en funcionamiento. Por ejemplo, la energía de pulso del dispositivo láser 12 puede calibrarse a un ritmo diario, o incluso antes de cada tratamiento con láser.

Antes de explicar detalles adicionales del dispositivo de prueba en relación a la figura 1, van a explicarse realizaciones preferidas del cabezal 20 de medición, la lámina 28 de prueba, el soporte auxiliar 24 y el soporte de base 22 basándose en las figuras 2 a 6.

Se hace referencia en primer lugar a las figuras 2 y 3. Según el ejemplo mostrado en ellas, el cabezal 20 de medición está equipado con un total de tres sondas 30 de medición, que están ajustadas en un alojamiento 38 y que se extienden con sus puntas 32 de medición al interior de una zona 40 de recepción, que se adapta al contorno periférico de la lámina 28 de prueba, para la lámina 28 de prueba. Las sondas 30 de medición están en forma de clavijas, y por ejemplo están formadas por sondas de medición inductivas de la designación tipo Millimar serie P2000 de la empresa Mahr GmbH. La disposición de las sondas 30 de medición es de manera que sus puntas 32 de medición están en las esquinas de un triángulo equilátero. Esta imagen puede expresarse de otro modo como una distribución de las sondas 30 de medición a intervalos angulares iguales a lo largo de una línea circular imaginaria.

Puede observarse fácilmente en la figura 3 que la zona 40 de recepción, que está abierta hacia abajo, está encerrada por una pared 42 circular, no sobresaliendo las puntas 32 de medición axialmente (es decir en la dirección

de un eje de anillo imaginario) hacia fuera más allá de la pared 42 circular. En la circunferencia interior de la pared 42 circular, está formado un saliente 44 de tope límite circundante anular dirigido axialmente, que delimita la profundidad de inserción axial de la lámina 28 de prueba en la zona 40 de recepción. Las puntas 32 de medición se extienden en la dirección axial más allá de este saliente 44 de tope límite, de modo que cuando la lámina 28 de prueba se inserta en la zona 40 de recepción, empuja contra las puntas 32 de medición, y las fuerza de vuelta hasta que la lámina 28 de prueba entra en contacto con el saliente 44 de tope límite. Según lo profundos que sean los cráteres de ablación de la lámina 28 de prueba bajo las puntas 32 de medición, las puntas 32 de medición se desvían en grados diferentes. La desviación se captura en una señal, y se hace pasar sobre la unidad 18 de control en forma de una señal de medición apropiada.

Las ablaciones de prueba se generan por medio del dispositivo láser 12, bajo el control de la unidad 18 de control, con la misma disposición sobre la lámina 28 de prueba que corresponde a la disposición de las sondas 30 de medición una en relación con la otra. Es decir, se generan un total de tres ablaciones de prueba, que se distribuyen a intervalos angulares iguales a lo largo de una línea circular imaginaria, es decir, están en las esquinas de un triángulo isósceles, sobre la lámina 28 de prueba. Existe entonces el problema de garantizar, cuando la lámina 28 de prueba se inserta en la zona 40 de recepción del cabezal 20 de medición, que la lámina 28 de prueba presente la orientación correcta de ángulo de rotación en relación con todas las sondas 30 de medición, de modo que el cráter de ablación esté exactamente bajo las puntas 32 de medición. Para este fin, la lámina 28 de prueba y la zona 40 de recepción se implementan con marcajes de forma 46, 48 que son complementarios entre sí, y que permiten la inserción de la lámina 28 de prueba en la zona 40 de recepción en sólo una única orientación relativa de ángulo de rotación. En cambio, en otras posiciones de ángulo de rotación, la lámina 28 de prueba no puede insertarse en la zona 40 de recepción. En el ejemplo mostrado, la forma del marcaje de forma 48 de la lámina 28 de prueba es la de una pieza (en este caso un segmento de un círculo) que se corta conceptualmente del borde de la lámina 28 de prueba. Por consiguiente, en la región de este segmento cortado conceptualmente de un círculo, el contorno periférico de la lámina 28 de prueba discurre a lo largo de un cordón, mientras que en las otras regiones periféricas discurre a lo largo de una línea circular.

En cambio, el marcaje de forma 48 de la zona 40 de recepción está formado por una parte de segmento circular que está prevista sobre la circunferencia interior de la pared 42 circular, que corresponde al segmento circular que se corta conceptualmente de la lámina 28 de prueba.

Se entiende que pueden proporcionarse otros marcajes de forma complementarios sobre la lámina 28 de prueba y la zona 40 de recepción, con el fin de lograr la indexación deseada de una orientación de ángulo de rotación única, especificada de la lámina 28 de prueba en relación con la zona 40 de recepción. Por ejemplo, en la lámina 28 de prueba, podría formarse un orificio que se dispone de manera excéntrica con respecto al centro de la lámina, y con el que se asocia una clavija o cojinete que sobresale del suelo de la zona 40 de recepción, enganchándose dicha clavija o cojinete con el orificio mencionado anteriormente en la lámina 28 de prueba cuando la lámina de prueba se inserta en la zona 40 de recepción en el ángulo correcto.

Alternativamente a los marcajes de forma complementarios que se enganchan entre sí, es concebible aplicar marcajes de color adecuados, que actúan como ayudas ópticas para el usuario, a la lámina 28 de prueba y el cabezal 20 de medición (sobre la pared 42 circular, por ejemplo), con el fin de encontrar manual y visualmente, la orientación correcta de ángulo de rotación de la lámina 28 de prueba en relación con la zona 40 de recepción.

La representación (transparente únicamente por motivos prácticos del dibujo) del alojamiento 38 del cabezal 20 de medición en la figura 2 permite una vista de un sistema de trayectoria de evacuación que está formado en el cabezal 20 de medición, y que discurre desde la pieza 36 de conexión hasta una abertura 52 formada en el suelo de la zona 40 de recepción. A través de la abertura 52, cuando se hace funcionar la fuente de vacío, se aspira aire de la zona 40 de recepción; el efecto de succión que se produce sujeta la lámina 28 de prueba firmemente en la zona 40 de recepción.

En las figuras 2 y 3, puede observarse un total de tres enchufes 54 de conector eléctricos que, para conectar las sondas 30 de medición eléctricamente pueden conectarse a la unidad 18 de control en conexiones de enchufe correspondientes del cabezal 20 de medición.

También se hace referencia ahora a las figuras 4 y 5. El soporte auxiliar 24 está en forma de una parte de placa, que presenta una bandeja 56 de recepción con entalladura, en la que puede insertarse la lámina 28 de prueba. La bandeja 56 de recepción está dotada de un marcaje de forma 58 que es complementario al marcaje de forma 46 de la lámina 28 de prueba, y que presenta el efecto de que la lámina 28 de prueba puede insertarse en la bandeja 56 de recepción sólo en una única orientación de ángulo de rotación en relación con el soporte auxiliar 24. Se entiende que como alternativa a los marcajes de forma, pueden proporcionarse marcajes de color sobre el soporte auxiliar 24 y la lámina 28 de prueba, y ayudan al usuario a alinear la lámina 28 de prueba en la bandeja 56 de recepción en relación con el soporte auxiliar 24 a simple vista. La bandeja 56 de recepción, con el marcaje de forma 58, forma segundas formaciones de posicionamiento en el sentido de la invención.

El soporte de base 22 presenta, sobre su lado de cabeza (parte superior) opuesto a la parte de pie 26, una superficie

60 de soporte para el soporte auxiliar 24. Formaciones de posicionamiento 62, 64 adecuadas sobre el soporte de base 22 garantizan que el soporte auxiliar 24 puede colocarse sobre la superficie 60 de soporte sólo en una única posición (horizontal). En la figura 5 se muestra el estado de soporte del soporte auxiliar 24 sobre el soporte de objetos 22. Las formaciones de posicionamiento 62, 64 mencionadas anteriormente forman primeras formaciones de posicionamiento en el sentido de la invención. En el ejemplo mostrado, la formación de posicionamiento 64 está formada por una aleta que se eleva desde la superficie 60 de soporte, y que cuando el soporte auxiliar 24 está colocado, se introduce en la ranura 66 formada de manera complementaria (véase la figura 3) que está formada en el lado inferior del soporte auxiliar 24. Por otra parte, la formación de posicionamiento 62 se implementa como una pared de delimitación lateral, que sigue por lo menos parte del contorno de borde del soporte auxiliar 24 y garantiza la estabilización de posicionamiento adicional del soporte auxiliar 24 sobre el soporte de base 22.

Según la figura 6, un ventilador 68, que se controla mediante componentes electrónicos de control que están dispuestos en una placa 70 de circuito impreso que también está alojada en el soporte de base 22, está alojado en el soporte de base 22. A través de una conexión 72 de enchufe eléctrico, puede suministrarse corriente eléctrica a la placa 70 de circuito impreso y por tanto al ventilador 68. La corriente de aire que genera el ventilador 68 escapa a través de una abertura de ventilación 74, que está colocada de modo que el flujo de aire que escapa desde la abertura de ventilación 74 fluye hacia fuera a través de la lámina 28 de prueba, que está situada en la bandeja 56 de recepción. De esta manera, el polvo de ablación que puede resultar del procesamiento con láser de la lámina 28 de prueba puede eliminarse por soplado de la lámina 28 de prueba. Alternativamente, es concebible eliminar por succión este polvo de ablación utilizando un ventilador extractor.

En el lado de cabeza del soporte de base 22, también está previsto un nivel 76 de burbuja de aire, y permite que el usuario alinee el soporte de base 22 sobre la mesa 10 de reconocimiento visualmente, de modo que se instala horizontalmente con respecto a la superficie 60 de soporte y por consiguiente con respecto al soporte auxiliar 24 sobre el que va a colocarse. La elasticidad existente de manera regular del material de relleno de la parte de cabeza 14 de la mesa 10 de reconocimiento permite, dentro de determinados límites, la alineación del soporte de base 22, que se inserta en el rebaje de cabeza de la parte de cabeza 14.

Aunque mediante la utilización del nivel 76 de burbuja de aire puede lograrse una colocación horizontal suficientemente precisa de la superficie 60 de soporte para los fines del procedimiento de calibración, debido a la elasticidad mencionada anteriormente del material de relleno de la parte de cabeza 14, habitualmente es inevitable que la posición del soporte de base 22 en el plano horizontal varíe de un caso a otro de una manera en traslación y/o en rotación. La consecuencia de esto es que el soporte auxiliar 24 y por tanto la lámina 28 de prueba pueden estar en una posición diferente de un caso a otro en el plano horizontal y también con una orientación diferente en el plano horizontal. Si tales variaciones de un caso a otro de posición y orientación de la lámina 28 de prueba sobre el soporte de base 22 no se compensan mediante el ajuste en traslación y en rotación correspondiente del patrón de ablación formado por las ablaciones de prueba, el resultado es finalmente que sobre el cabezal 20 de medición las puntas 32 de medición ya no pueden introducirse de manera precisa en los cráteres de ablación. El resultado sería errores de medición correspondientes.

Por tanto, en el ejemplo mostrado, en el lado de cabeza del soporte de base 22, se forma un patrón de un total de tres marcas de alineación que pueden detectarse ópticamente 80, 82, 84 dispuestas a una distancia entre sí, siendo la marca de alineación 80 central con respecto a la lámina 28 de prueba si esta última está colocada de manera apropiada sobre el soporte de base 22 (por medio del soporte auxiliar 24). Basándose en la marca de alineación 80, puede determinarse una posición del soporte de objetos 22 en el plano horizontal. Las otras dos marcas de alineación 82, 84 están, por ejemplo, en una línea recta común con la marca de alineación 80. Hacen posible determinar una orientación del soporte de base 22 en el plano horizontal.

Una cámara 86, mostrada en la figura 1, se utiliza para obtener una fotografía del lado de cabeza del soporte de base 22, reconociendo un software de análisis de imágenes adecuado en la unidad 18 de control las marcas de alineación 80, 82, 84 de los datos de la fotografía suministrados por la cámara 86, y determinando información sobre la posición y la orientación del patrón formado por las marcas 80, 82, 84 en un sistema de coordenadas del dispositivo láser 12. Dependiendo de esta información determinada de la posición y la orientación, la unidad 18 de control define entonces las posiciones de disparo para los pulsos de radiación láser con los que van a generarse las ablaciones de prueba, en el sistema de coordenadas del dispositivo láser 12. Este mecanismo hace que el procedimiento de calibración para el usuario sea especialmente sencillo, puesto que sólo tiene que invertir un esfuerzo relativamente pequeño en montar el soporte de base 22 sobre la mesa 10 de reconocimiento, y sólo tiene que garantizar una alineación horizontal máxima del soporte de base 22 utilizando el nivel 76 de burbuja de aire.

El soporte de base 22 también está implementado con una luz 88 de monitorización y/o advertencia que en el ejemplo mostrado también está dispuesta en el lado de cabeza del soporte de base 22, y puede dar indicaciones ópticas para diferentes fines. Por ejemplo, la lámpara 88 puede estar conectada al funcionamiento del ventilador 68, y señalar si está funcionando o no.

En la figura 1, en asociación con el soporte de base 22 (en general: con el dispositivo portador de objetos), se indica un dispositivo 90 de lectura, por medio del cual puede leerse un código de identificación proporcionado sobre la

lámina 28 de prueba. Por ejemplo, un código de identificación de este tipo se indica en 92 en la figura 2 en forma de un código de barras. El código 92 de barras puede haberse impreso de antemano por el fabricante de la lámina 28 de prueba, e identifica de manera única la lámina 28 de prueba. Si la lámina 28 de prueba va a utilizarse por ambos lados, es decir, es adecuada tanto por el lado superior como por el lado inferior para realizar ablaciones de prueba, puede proporcionarse un código 92 de barras por ambos lados de la lámina 28 de prueba, y entonces se identifica de manera única el lado de lámina relevante.

Antes de que se generen las ablaciones de prueba sobre la lámina 28 de prueba, la unidad 18 de control, basándose en el código 92 de barras leído, puede establecer si la lámina 28 de prueba, o su lado de lámina relevante, ya se ha utilizado. Para este fin, por ejemplo, puede acceder a una base de datos, no mostrada en más detalle en las figuras, en la que se almacena información sobre cada lámina de prueba que ya se ha utilizado. Si la unidad 18 de control establece que la lámina 28 de prueba que acaba de leerse es nueva, libera el dispositivo láser 12 para emitir radiación láser. Por otra parte, si la unidad 18 de control establece que está implicada una lámina de prueba ya utilizada, que el usuario por ejemplo sólo quiere utilizar de nuevo involuntariamente, la unidad 18 de control puede emitir una indicación de advertencia a través de un altavoz 94 u otro dispositivo de salida adecuado, y bloquear el dispositivo láser 12 frente a la emisión de radiación láser.

Puesto que recibe señales de medición que se capturan por las sondas 30 de medición y se suministran por el cabezal 20 de medición, la unidad 18 de control puede almacenar los resultados de medición junto con el código de identificación de la lámina de prueba relevante de manera electrónica en un archivo, si se requiere también puede almacenar información adicional tal como la fecha y/o la hora de la prueba. Alternativa o adicionalmente a tal archivo en un archivo separado, el dispositivo de prueba puede incluir un dispositivo de marcaje que se proporciona, por ejemplo, sobre o en el cabezal 20 de medición, y por medio del cual se escriben los resultados de medición (si se requiere junto con la fecha y/o la hora) en forma codificada o no codificada directamente sobre la lámina 28 de prueba relevante. En este caso, puede ser suficiente con archivar sólo la lámina 28 de prueba, sin archivos electrónicos adjuntos.

En la figura 1, también se representa esquemáticamente un dispositivo de marcaje 96, que se muestra en asociación con el soporte de base 22 (en general: con el dispositivo portador de objetos). Este dispositivo de marcaje 96 puede utilizarse, por ejemplo, para dotar a la lámina 28 de prueba, tras el procesamiento con láser, de marcaje permanente, cuya presencia indica que la lámina relevante ya se ha utilizado. El dispositivo 90 de lectura puede instalarse entonces, por ejemplo, alternativa o adicionalmente para capturar un código de barras u otro código, para someter a prueba la presencia o ausencia de tal marcaje de utilización sobre la lámina 28 de prueba.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Utilización de un dispositivo de prueba para calibrar la energía de pulso de un dispositivo láser (12) que proporciona una radiación láser pulsada, en la que el dispositivo de prueba incluye un cabezal (20) de medición con múltiples sondas (30) de medición en forma de clavijas, en la que por medio de la radiación láser, se generan múltiples cráteres de ablación de prueba sobre una superficie de prueba, en la misma disposición espacial relativa que las sondas de medición, y a continuación, se miden las profundidades de cráter, introduciendo simultáneamente cada una de las múltiples sondas de medición del cabezal de medición en un respectivo cráter de ablación de prueba, en la que las profundidades de cráter medidas se utilizan para la calibración de la energía de pulso del dispositivo láser.
- 10 2. Utilización según la reivindicación 1, en la que el cabezal (20) de medición incluye por lo menos tres sondas (30) de medición.
- 15 3. Utilización según la reivindicación 2, en la que el cabezal (20) de medición incluye un total de tres sondas (30) de medición.
- 20 4. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la superficie de prueba está formada por un disco (28) de prueba con un perfil circular, y las sondas (30) de medición están dispuestas en el cabezal (20) de medición distribuidas a intervalos angulares iguales a lo largo de una línea circular imaginaria.
- 25 5. Utilización según la reivindicación 4, en la que tanto el disco (28) de prueba como el cabezal (20) de medición se implementan con un marcaje de índice (46, 48) para la alineación del ángulo de rotación uno con respecto al otro.
- 30 6. Utilización según la reivindicación 5, en la que los marcajes de índice (46, 48) se implementan como marcajes de forma y/o color.
- 35 7. Utilización según la reivindicación 5 o 6, en la que el cabezal (20) de medición presenta una zona (40) de recepción para recibir el disco (28) de prueba, y los marcajes de índice (46, 48) del disco de prueba y del cabezal de medición permiten que el disco de prueba sea recibido en la zona de recepción sólo en por lo menos una posición predeterminada de ángulo de rotación con respecto al cabezal de medición.
- 40 8. Utilización según la reivindicación 7, en la que el disco (28) de prueba presenta un marcaje de forma (46) que interrumpe el recorrido circular del borde de disco, y la zona (40) de recepción presenta un marcaje de forma (48) que es complementario al marcaje de forma del disco de prueba.
- 45 9. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la superficie de prueba está formada por una lámina (28) de prueba, y el cabezal (20) de medición presenta una zona (40) de recepción que está adaptada a la forma de la periferia de la lámina de prueba, para recibir la lámina de prueba, y en la que un sistema de trayectoria de evacuación (50), que se abre en el interior de la zona de recepción, para su conexión a una bomba (34) de vacío, discurre en el cabezal de medición.
- 50 10. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de prueba además incluye un dispositivo portador de objetos (22, 24), para ser dispuesto sobre o unido a una mesa (10) de reconocimiento de pacientes, para sujetar un objeto de prueba que forma la superficie de prueba mientras se aplican las ablaciones de prueba, y en la que sobre el dispositivo portador de objetos y/o el objeto de prueba está prevista una disposición de por lo menos dos marcas (80, 82, 84), que pueden detectarse ópticamente y a una distancia entre sí, y dentro de la invención, esta disposición de marcas es capturada por medio de un sistema de cámara (86), la información de orientación relativa a la disposición de marcas es determinada a partir de los datos de imágenes del sistema de cámara, y las posiciones de disparo del dispositivo láser (12) son definidas para generar las ablaciones de prueba en función de la información de orientación determinada.
- 55 11. Utilización según la reivindicación 10, en la que el dispositivo portador de objetos (22, 24) incluye un soporte (22) de base y un soporte (24) auxiliar, implementándose el soporte de base con unas primeras formaciones de posicionamiento (62, 64) para el posicionamiento amovible del soporte auxiliar sobre el soporte de base, e implementándose el soporte auxiliar con unas segundas formaciones de posicionamiento (56, 58) para el posicionamiento amovible del objeto de prueba sobre el soporte auxiliar.
- 60 12. Utilización según la reivindicación 11, en la que dentro de la invención, una vez realizadas las ablaciones de prueba, el soporte (24) auxiliar, con el objeto de prueba situado sobre el mismo, es retirado del soporte (22) de base, y es llevado al cabezal (20) de medición, y en la que en el cabezal de medición, el objeto de prueba es aspirado del soporte auxiliar por una fuerza de succión, y aspirado sobre el cabezal de medición.
- 65 13. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en la que el dispositivo portador de objetos (22, 24) incluye una parte de pie (26) que está adaptada al contorno periférico de un rebaje de cabeza en una parte de cabeza (14) de la mesa de reconocimiento (10), y durante la utilización, es insertado con su parte de pie frente al

rebaje de cabeza de la mesa de reconocimiento.

5 14. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de prueba incluye un dispositivo (90) de lectura para leer un código (92) de identificación sobre un objeto de prueba que forma la superficie de prueba, siendo este código de identificación leído en la utilización antes de que se realice la ablación de prueba.

10 15. Utilización según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el dispositivo de prueba incluye un dispositivo de marcaje (96) para poner un marcaje que lleva información sobre las ablaciones de prueba sobre un objeto de prueba que forma la superficie de prueba.

FIG 1

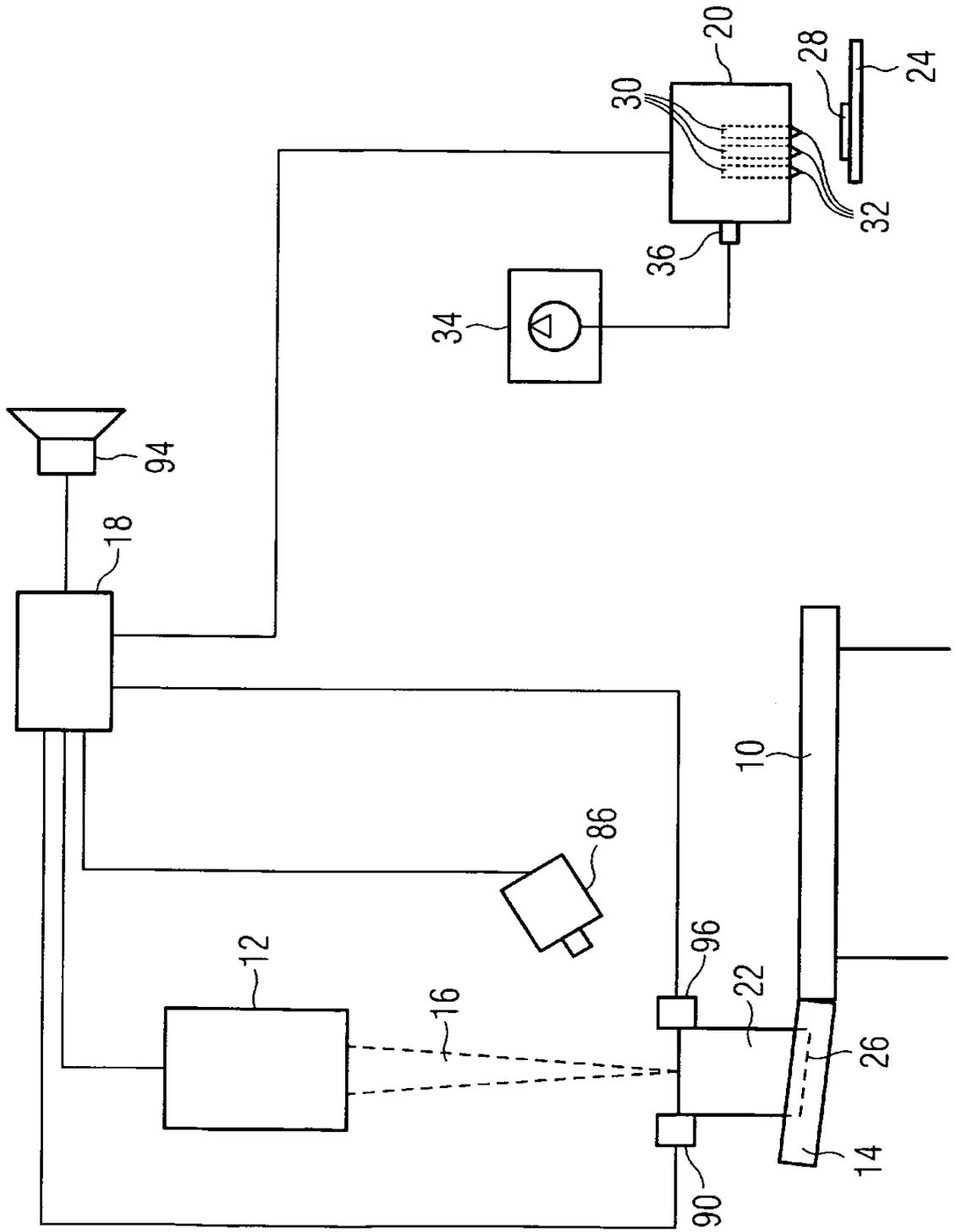


FIG 2

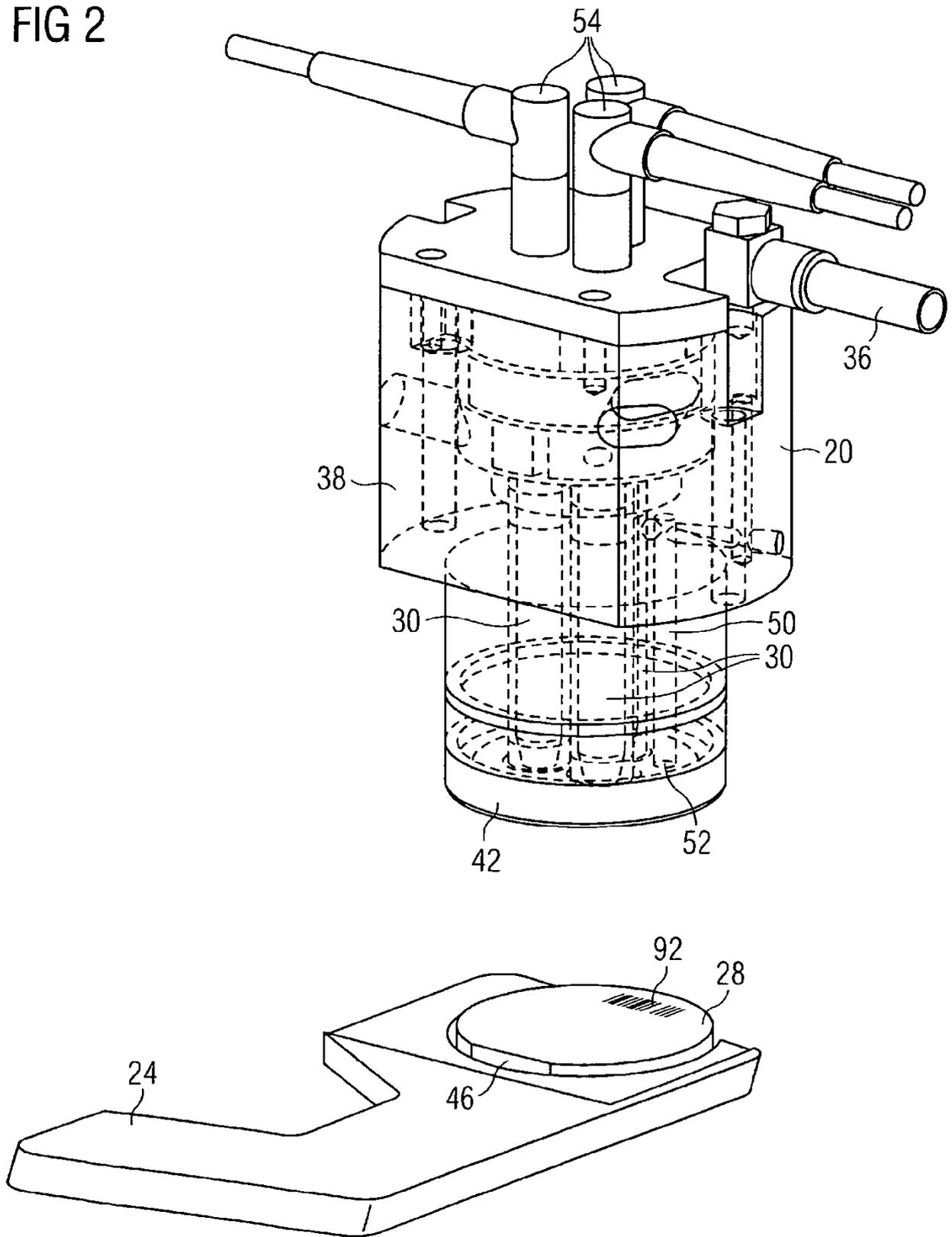


FIG 3

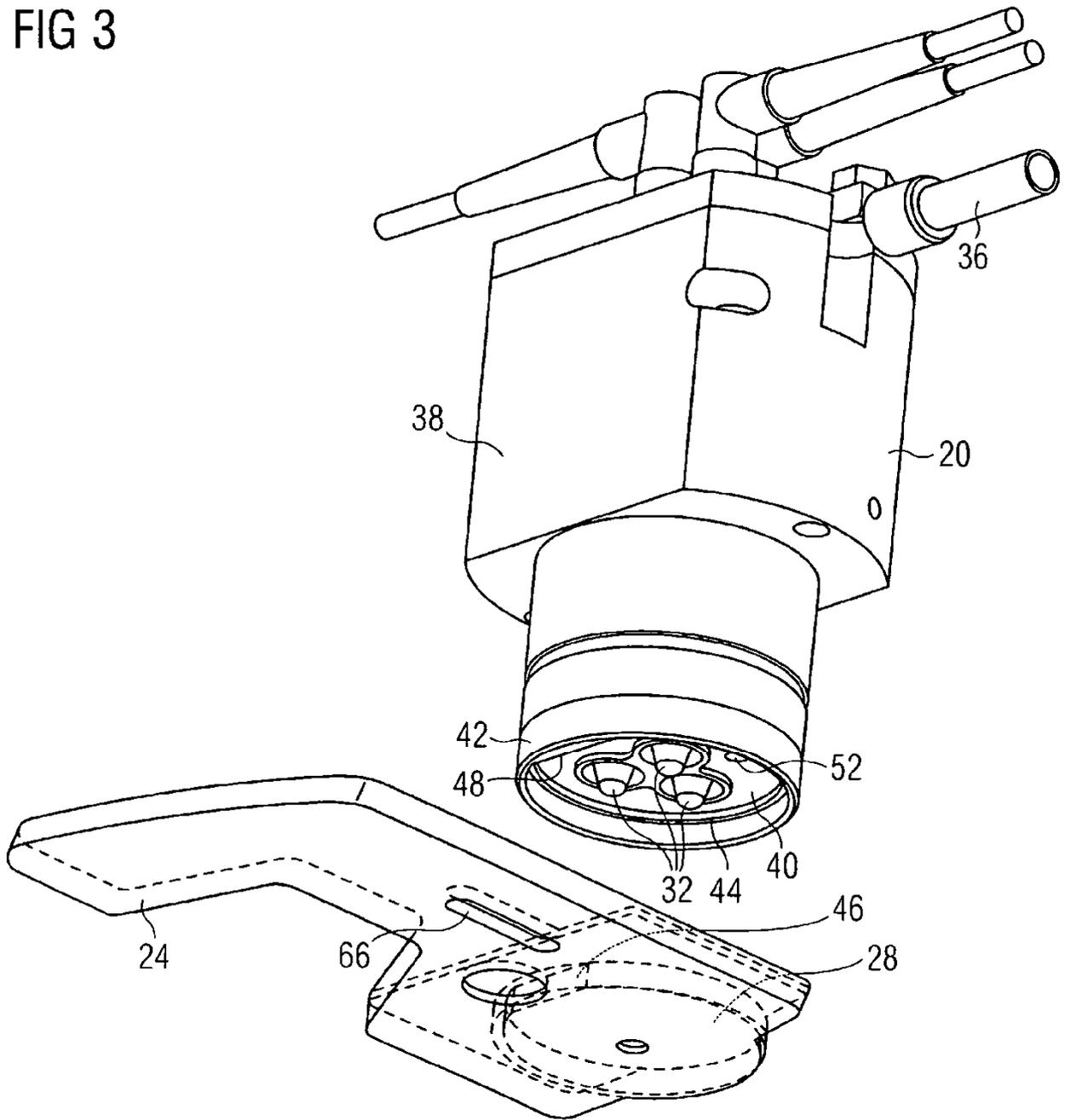


FIG 4

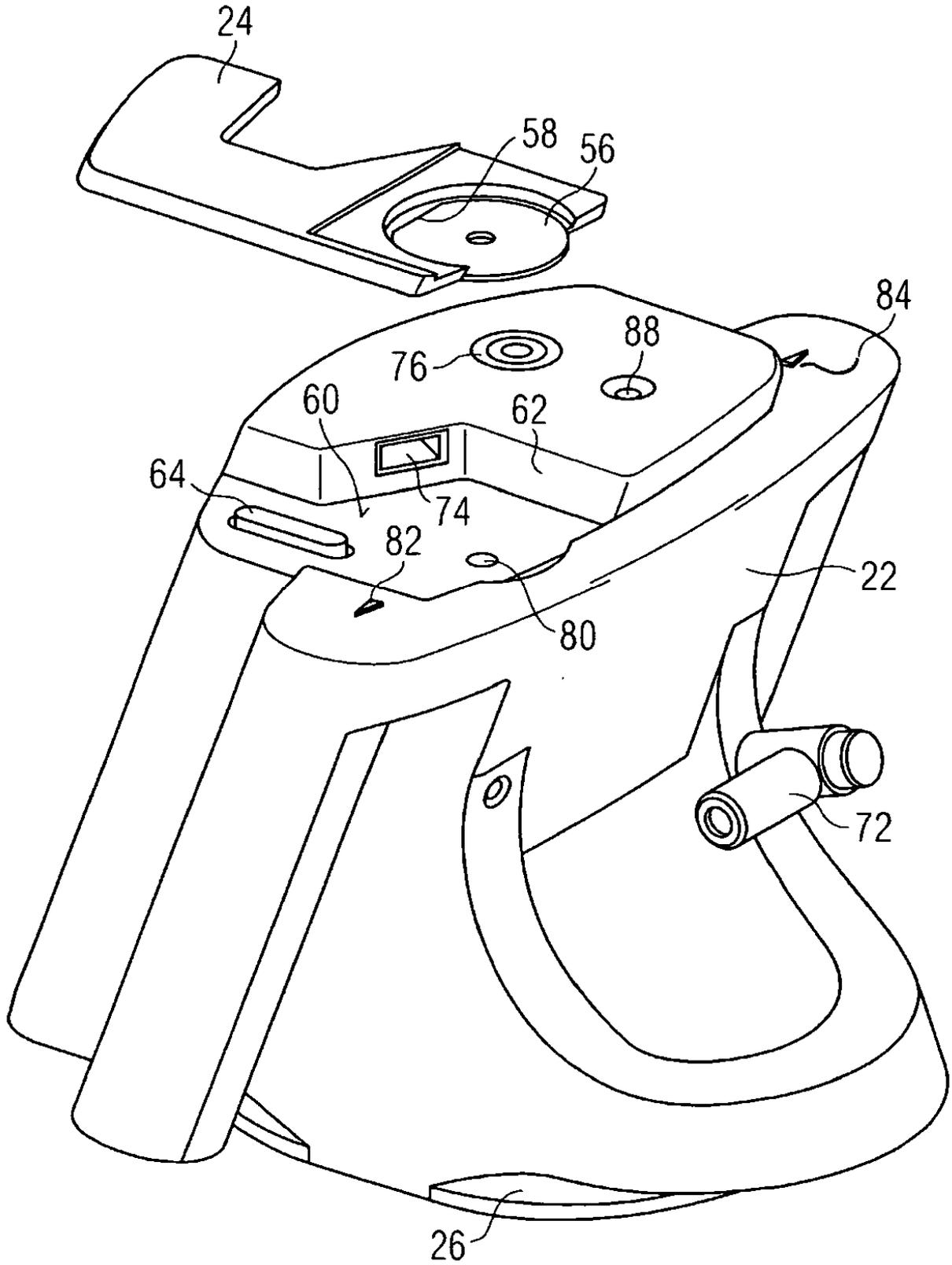


FIG 5

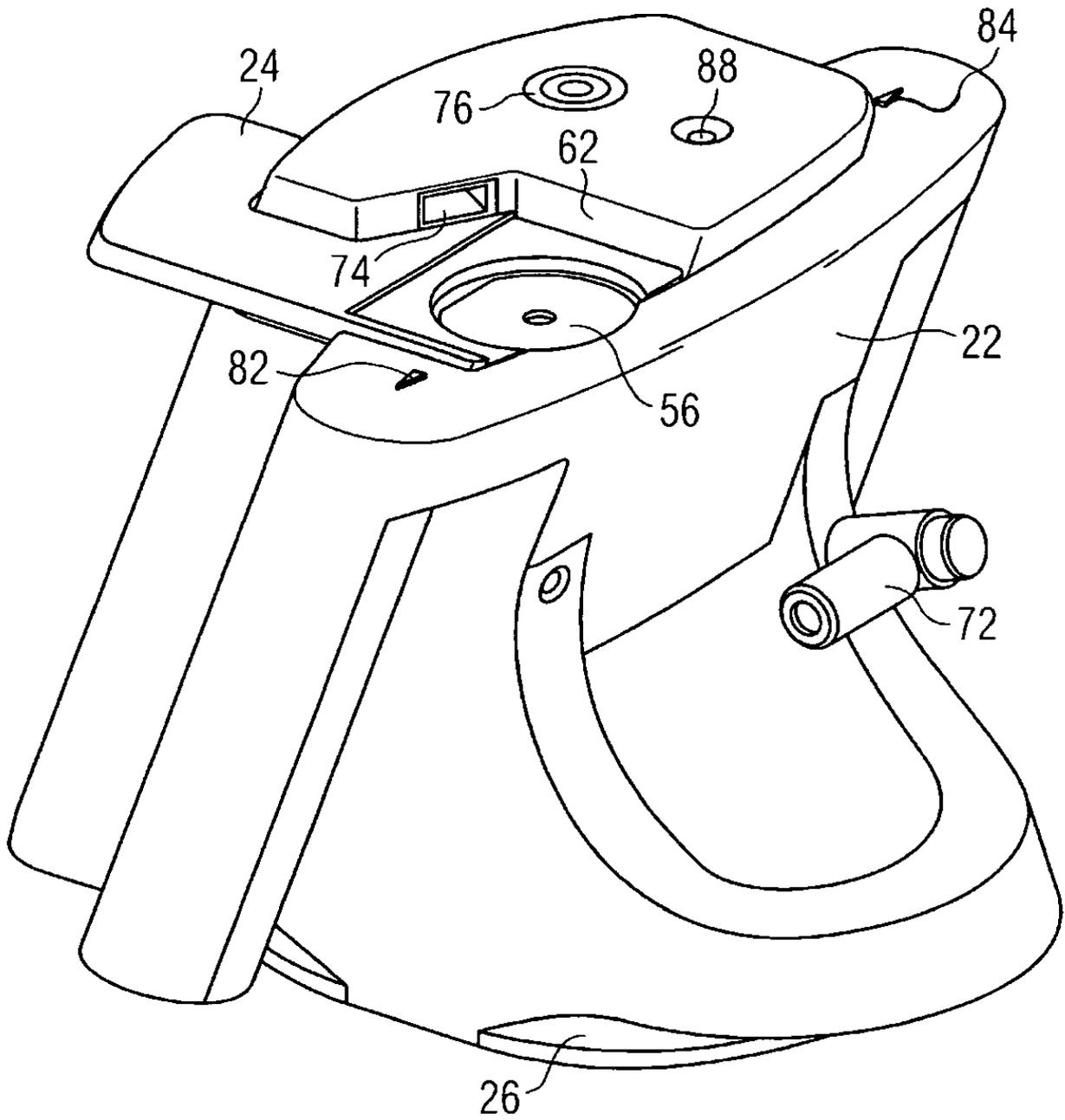


FIG 6

