

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 469**

51 Int. Cl.:

G02B 27/00 (2006.01)

G02B 21/22 (2006.01)

G02B 5/00 (2006.01)

G02B 21/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.05.2015 PCT/EP2015/061448**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2015 WO15181095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.05.2015 E 15726078 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 3149536**

54 Título: **Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional**

30 Prioridad:

27.05.2014 DE 102014107432

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

22.06.2018

73 Titular/es:

**ATMOS MEDIZINTECHNIK GMBH & CO. KG
(100.0%)**

**Ludwig-Kegel-Strasse 16
79853 Lenzkirch, DE**

72 Inventor/es:

CZANIERA, JÜRGEN

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 673 469 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

Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional

5 La invención se refiere a un aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

10 Los aparatos ópticos para generar imágenes con efecto tridimensional aprovechan la capacidad del cerebro humano para la visión espacial, es decir, la capacidad del cerebro humano para fusionar información de imágenes individuales entre sí y/o analizar información de imágenes individuales fusionadas entre sí, de tal manera que quede una impresión general tridimensional en el observador.

15 Es decir, con otras palabras, mediante tales aparatos ópticos se proporcionan dos canales de observación con diferentes propiedades ópticas, como por ejemplo diferentes trayectorias de rayo, diferentes polarizaciones de la luz y/o diferentes colores de luz, que ponen a disposición del observador información de dos imágenes diferentes del objeto observado, percibidas por los ojos del observador, lo que conduce entonces a una percepción tridimensional del objeto. A este respecto resulta importante que tenga lugar una fusión de la información. Esta se lleva a cabo por parte del cerebro, cuando los dos ojos de un observador pueden observar al mismo tiempo los dos canales de observación, tal como es el caso, por ejemplo, en un microscopio estereoscópico.

20 Sin embargo, el mismo efecto puede conseguirse también en particular en el caso de objetos de observación estáticos o casi estáticos, que no se mueven o solo se mueven lentamente, cuando los dos canales de observación no se proporcionan simultáneamente, sino en diferentes instantes, por ejemplo mediante una conmutación muy rápida entre dos canales de observación o porque se captan imágenes de un primer canal de observación e imágenes de un segundo canal de observación, por ejemplo con una cámara o videocámara, y entonces por medio del procesamiento de imágenes (en particular electrónico) se fusionan entre sí y se observan en el estado fusionado. Por consiguiente, el efecto tridimensional también puede conseguirse en instrumentos ópticos, que en un instante dado solo presentan un canal de observación, por ejemplo en un microscopio con vídeo o endoscopio, cuando las propiedades ópticas del canal de observación son variables, por ejemplo mediante la intercalación de diafragmas variables o recambiables para influir en la trayectoria de rayo y/o de filtros variables o recambiables para influir en la polarización y/o el color de la luz. Ya en este caso se remite al hecho explicado en detalle más adelante, de que también mediante una combinación y una colocación adecuadas de filtros de polarización o de color puede conseguirse el efecto de un diafragma, de definir una apertura o abertura de paso en la trayectoria de rayo, por lo que por el término de un "diafragma" en el sentido de esta divulgación también deben entenderse combinaciones correspondientes de filtros de polarización o de color.

35 El tipo quizás más habitual de instrumentos ópticos para generar imágenes con efecto tridimensional son los microscopios estereoscópicos.

40 Los microscopios estereoscópicos forman un subtipo de los microscopios ópticos, que se caracteriza porque presentan, al menos por secciones, diferentes trayectorias de rayo en los canales de observación para los dos ojos de un observador, presentando los microscopios estereoscópicos del tipo Greenough un objetivo por canal de observación y los microscopios estereoscópicos del tipo Abbe un objetivo principal común para ambos canales de observación. Como resultado de proporcionar dos canales de observación con diferentes trayectorias de rayo, el cerebro del observador procesa dos imágenes diferentes, percibidas por los ojos del observador, del objeto observado mediante el microscopio estereoscópico, lo que conduce a una percepción tridimensional del objeto.

50 Por este motivo, los microscopios estereoscópicos se emplean en muchos campos, en los que se trata de procesar objetos desde el punto de vista tridimensional, en particular en la medicina y en esta entre otros como microscopios quirúrgicos.

55 Sin embargo, un problema de los instrumentos ópticos para generar imágenes con efecto tridimensional en general y en particular en los microscopios estereoscópicos radica en que la percepción tridimensional deseada solo puede implementarse cuando se consigue una profundidad de campo suficientemente grande. Para ello se necesita una apertura numérica reducida, lo que además de un oscurecimiento de la imagen obtenida, también limita la definición que puede conseguirse, pero reduce los costes para el microscopio.

60 A diferencia de esto, en el caso de usar aperturas numéricas grandes con una alta complejidad óptica y por consiguiente altos costes pueden obtenerse imágenes claras, de alta definición, pero en estas condiciones la profundidad de campo que puede conseguirse, es decir, la región en la que un objeto se representa con nitidez, es reducida y como consecuencia desaparecen los efectos tridimensionales en la observación del objeto. Por este motivo apenas pueden implementarse instrumentos ópticos para generar imágenes con efecto tridimensional, en particular microscopios estereoscópicos, con alta definición.

Como ya se ha mencionado, la profundidad de campo conseguida puede aumentarse mediante la reducción de la apertura numérica. Por tanto, se han desarrollado ya microscopios estereoscópicos, en los que el usuario puede adaptar la apertura numérica de los canales de observación con diafragmas regulables, por ejemplo en forma de diafragmas de iris, lo que, cuando la adaptación tiene lugar manualmente, se omite dado el caso si se da un cambio de usuario, de modo que un usuario posterior trabaja en condiciones inferiores a las óptimas.

Por ello, por ejemplo en el documento DE 10 2004 006 066 B4 se propone prever, para diafragmas de apertura que pueden adaptarse en cuanto a su tamaño, una unidad de control, que adapta automáticamente el tamaño de la abertura del diafragma de apertura en función de los parámetros de observaciones seleccionados, en particular del aumento seleccionado. Sin embargo, un ajuste automático de este tipo tampoco conduce en la práctica en la mayoría de los casos a experiencias de observación óptimas, lo que en última instancia es atribuible a que el mejor ajuste del microscopio depende de los ojos del usuario, de modo que un ajuste estandarizado evita ajustes erróneos bastos, pero al mismo tiempo se opone a una adaptación individualizada.

Otro enfoque interesante para proporcionar la profundidad de campo deseada lo describe el documento DE 10 2006 036 300 B4. Esta publicación propone diseñar de diferente manera los dos canales de observación en particular en cuanto a su apertura numérica y cuenta con la capacidad del cerebro para combinar la información de los dos canales de observación diferentes. Es decir, el microscopio estereoscópico descrito en el mismo tiene un canal de observación con una apertura numérica reducida, una alta profundidad de campo y una imagen oscura, pero que dado el caso tiene una peor definición que los que permitiría nominalmente el aumento óptico y un canal de observación con una apertura numérica alta, una profundidad de campo reducida y un alto poder de resolución alta.

Sin embargo, esta solución conlleva también una serie de desventajas. En primer lugar se renuncia a ventajas de coste que se consiguen por una construcción esencialmente igual de los dos canales de observación.

En segundo lugar, el sistema asimétrico cuando los ojos del usuario tienen propiedades diferentes, puede conducir a una situación en la que el ojo que es más adecuado fisiológicamente para percibir imágenes de alta definición esté asociado al canal de observación con una apertura numérica reducida, mientras que el ojo que es menos adecuado fisiológicamente para ello se asocia al canal de observación con una apertura numérica alta.

En tercer lugar existe un riesgo no despreciable de que durante la fusión de las dos imágenes en la cabeza del observador se suprima la imagen claramente más oscura del canal con la apertura pequeña. Básicamente, este fenómeno puede contrarrestarse con un filtro de densidad neutro en el canal de observación con una apertura numérica alta, lo que sin embargo acaba entonces de nuevo en su mayor parte con la ventaja de la representación más clara.

El objetivo de la invención consiste en proporcionar un instrumento óptico mejorado para generar imágenes con efecto tridimensional, en particular un microscopio estereoscópico mejorado, con el que pueda proporcionarse de manera económica una definición mejorada en el caso de una profundidad de campo dada.

Este objetivo se soluciona con un instrumento óptico para generar imágenes con efecto tridimensional con las características de la reivindicación 1. Perfeccionamientos ventajosos de la invención son el objeto de las reivindicaciones dependientes.

El instrumento óptico según la invención para generar imágenes con efecto tridimensional presenta un primer canal de observación y un segundo canal de observación presente al mismo tiempo o que puede proporcionarse con alternancia en el tiempo con el primer canal (100) de observación. Estos canales de observación pueden construirse tal como se conoce por el estado de la técnica.

Normalmente, en el caso de un microscopio estereoscópico presentan en cada caso un ocular, un sistema tubular que puede presentar por ejemplo un prisma deflector y una o varias lentes adicionales, un sistema de aumento con el que puede variarse el aumento del microscopio estereoscópico, que está realizado en la mayoría de los casos de tal manera que como condición forzosa se ajusta el mismo aumento para ambos canales de observación y un objetivo, que está previsto en el caso de microscopios estereoscópicos del tipo Greenough para cada canal de observación individualmente y en el caso de microscopios estereoscópicos del tipo Abbe para ambos canales de observación conjuntamente.

Esencial según la invención para el instrumento óptico para generar imágenes con efecto tridimensional es que en el primer canal de observación esté dispuesto un primer diafragma con una primera abertura de paso, presentando la primera abertura de paso un primer semieje grande, y un primer semieje pequeño que está en perpendicular con respecto al primer semieje grande, de modo que la extensión de la primera abertura de paso en la dirección del primer semieje grande es mayor que la extensión de la primera abertura de paso en la dirección del primer semieje pequeño, que en el segundo canal de observación esté dispuesto un segundo diafragma con una segunda abertura de paso, presentando la segunda abertura de paso un segundo semieje grande, y un segundo semieje pequeño que está en perpendicular con respecto al segundo semieje grande, de modo que la extensión de la abertura de paso en

la dirección del segundo semieje grande es mayor que la extensión de la abertura de paso en la dirección del segundo semieje pequeño, y que el primer semieje grande discorra en paralelo al segundo semieje pequeño y el segundo semieje grande discorra en paralelo al primer semieje pequeño.

5 En instrumentos ópticos, en los que los dos canales de observación no se proporcionan simultáneamente, sino secuencialmente, esto puede implementarse porque en el proceso de cambio entre el primer y el segundo canal de observación el primer diafragma se cambia por el segundo diafragma, lo que puede tener lugar por ejemplo mediante la extracción del primer diafragma de la trayectoria de rayo y la introducción del segundo diafragma en la trayectoria de rayo o puede implementarse mediante el uso de un diafragma, cuya abertura de paso es variable y
10 que al cambiar al funcionamiento del instrumento óptico se adapta con el, en cada caso, otro canal de observación.

En este punto se indica que la abertura de paso no tiene que presentar necesariamente una transición aguda a la región del diafragma que bloquee el paso de luz, como es el caso en un diafragma perforado sencillo. Es decir, también puede implementarse mediante un filtro graduado insertado en la abertura de un diafragma, por ejemplo un
15 filtro de apodización, siempre que este defina una abertura de paso que presente las propiedades esenciales según la invención, mencionadas anteriormente. Una definición de este tipo de una abertura de paso puede venir dada, por ejemplo, por la cantidad de puntos de un filtro graduado, en los que este presenta un grado de transmisión por encima de un cierto valor umbral, por ejemplo >67%.

20 Igualmente insignificante es la cuestión de cómo y dónde se consigue el efecto de bloqueo de la región del diafragma que bloquee el paso de luz. Por ejemplo es posible implementar un diafragma o su región que bloquee el paso de luz mediante la actuación conjunta de varios filtros de polarización o mediante la actuación conjunta de varios filtros de color. Esto puede conseguirse, por ejemplo, imprimiéndose a la luz que atraviesa esta región, mediante un primer filtro de polarización o de color, una polarización o distribución de longitudes de onda
25 predeterminada por el mismo, que entonces se bloquea en la evolución adicional de la trayectoria de rayo mediante un segundo filtro de polarización que están en perpendicular con respecto al primer filtro de polarización o mediante un segundo filtro de color con una región de paso para longitudes de onda que no se solapa con la región de paso para longitudes de onda del primer filtro de color.

30 A este respecto, el término "semieje grande", que por ejemplo es ampliamente conocido para elipses, se usa en esta divulgación de manera generalizada en el sentido de que en diafragmas con aberturas de paso con simetría axial quiere hacerse referencia con ello a la unión más larga de dos puntos de borde de la abertura de paso, que se encuentra en un eje de reflexión de la abertura de paso, mientras que en diafragmas, que no presentan una abertura de paso con simetría especular, quiere hacerse referencia con ello a la unión más larga de dos puntos de borde de
35 la abertura de paso. Evidentemente, esta definición conduce para elipses al mismo resultado que el uso de la definición habitual.

El "semieje pequeño" en el sentido de esta divulgación está entonces definido por la unión más larga de dos puntos de borde de la abertura de paso de un diafragma, que está en perpendicular al semieje grande. Esta definición conduce en el caso de una abertura de paso en forma de elipse también al mismo resultado que el uso de la
40 definición del semieje pequeño en una elipse.

La configuración según la invención del instrumento óptico para generar imágenes con efecto tridimensional conlleva el efecto de que en los dos canales de observación la profundidad de campo para diferentes direcciones sobre el
45 objeto es diferente, en concreto normalmente alta en la dirección del semieje pequeño de la abertura de paso del diafragma y reducida en la dirección del semieje grande de la abertura de paso del diafragma. Sin embargo, dado que los semiejes grandes de las aberturas de paso del diafragma, que están dispuestas en los dos canales de observación, están en perpendicular entre sí, la profundidad de campo en la dirección en la que no se proporciona en el primer canal de observación se proporciona mediante el segundo canal de observación. Las dos imágenes se
50 combinan entonces en el cerebro del observador para dar una imagen completa, que presenta una mayor profundidad de campo en todo el plano de observación.

Por ejemplo, un diafragma elíptico cuyo semieje grande discurre en vertical al objeto que debe observarse conduce en el primer canal de observación a una profundidad de campo mejorada en la dirección horizontal. Por
55 consiguiente, el diafragma elíptico en el segundo canal de observación según la invención está dispuesto de tal manera que su semieje grande horizontal discurre hacia el objeto que debe observarse, de modo que provoca una profundidad de campo mejorada en la dirección vertical. Se muestra entonces que la imagen completa con respecto a la cual el cerebro del observador combina la información de imagen de ambos canales de observación esencialmente corresponde a la imagen que se obtiene cuando se trabaja alta profundidad de campo en horizontal y
60 vertical, pero menores pérdidas de claridad en comparación a este caso. Naturalmente, el primer semieje grande y el segundo semieje grande no tienen que estar orientados obligatoriamente en la dirección vertical y horizontal en el plano de la imagen. Realmente parece ser ventajoso que, cuando el primer semieje grande y el segundo semieje grande están orientados en los canales de observación, se obtenga, en lugar de una cruz producida en la orientación horizontal/vertical comentada a modo de ejemplo anteriormente, una cruz de San Andrés.

65

Resulta ventajoso cuando adicionalmente en al menos uno de los canales de observación se prevé un dispositivo para variar la apertura numérica del canal de observación, porque de ese modo puede garantizarse que un observador puede optimizar adicionalmente la profundidad de campo que puede conseguirse. Por ejemplo, como dispositivo de este tipo para reducir la apertura numérica puede usarse un diafragma de iris regulable adicional.

5 Resulta especialmente ventajoso que la primera abertura de paso y la segunda abertura de paso sean congruentes, dado que así pueden conseguirse una alta similitud de las propiedades de imagen de las imágenes individuales obtenidas de ambos canales de observación, en particular en cuanto a su brillo de imagen, lo que simplifica su fusión en el cerebro.

10 Una forma especialmente preferida para la primera abertura de paso y la segunda abertura de paso es la de una elipse, dado que esta conformación conlleva para la mayoría de las aplicaciones las mejores propiedades de imagen. Sin embargo, también es posible desviarse de la forma de elipse, lo que puede conllevar en particular una ganancia de brillo, pero, en particular en diafragmas con aberturas de paso que presentan numerosas esquinas, puede conducir a representaciones no deseadas de reflejos que se encuentran fuera del rango de enfoque, que en la práctica aparecen frecuentemente en particular en microscopios quirúrgicos. Por consiguiente, una solución de este tipo es una solución intermedia en la que, aunque puede optimizarse el brillo, solo es a costa de la calidad de la representación.

15 A una optimización del brillo de las imágenes obtenidas contribuye esencialmente que la longitud del primer semieje grande y la longitud del segundo semieje grande correspondan en cada caso al diámetro de lente libre de la lente, por ejemplo la lente convergente de un cambiador de aumento Galileo, que en la trayectoria de rayo paralela delimita la apertura entre el objetivo y el sistema tubular. A este respecto ha resultado ser especialmente ventajoso en ensayos una razón del primer semieje grande con respecto al primer semieje pequeño y/o una razón del segundo semieje grande con respecto al segundo semieje pequeño de 2:1.

20 Han dado un resultado especialmente bueno los aparatos ópticos según la invención para generar imágenes con efecto tridimensional en forma de microscopios estereoscópicos. Por tanto, se prefiere especialmente que el aparato óptico sea un microscopio estereoscópico con un primer canal de observación para un ojo de un usuario y un segundo canal de observación para el segundo ojo del usuario.

25 Una posibilidad para dotar al microscopio estereoscópico de un aumento variable es que el microscopio estereoscópico en el primer canal de observación como cambiador de aumento presente un primer objetivo con zoom pancrático para variar el aumento del microscopio estereoscópico mediante la variación de la posición de elementos ópticos presentes en el objetivo con zoom pancrático y en el segundo canal de observación presenta un segundo objetivo con zoom pancrático para variar el aumento del microscopio estereoscópico mediante la variación de la posición de elementos ópticos presentes en el objetivo con zoom pancrático. A este respecto, los dos objetivos con zoom pancrático pueden estar realizados en particular de tal manera que en ambos esté ajustado siempre el mismo aumento. La ventaja de este tipo de variación de aumento es que con el mismo es posible una variación continua del aumento.

30 Un perfeccionamiento ventajoso de la forma de realización que acaba de describirse consiste en que en el primer canal de observación y en el segundo canal de observación esté presente en cada caso un diafragma adicional, siendo su abertura de paso en cada caso congruente con la abertura de paso del primer diafragma y/o congruente con la abertura de paso del segundo diafragma, estando montados de manera giratoria los diafragmas adicionales en cada caso alrededor de una mediatriz que está dispuesta en perpendicular con respecto a su abertura de paso, en el punto central del diafragma, de modo que el ángulo entre el semieje grande de la abertura de paso del primer diafragma y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el primer canal de observación y el ángulo entre el semieje grande de la abertura de paso del segundo diafragma y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal de observación pueden modificarse en función del aumento ajustado.

35 A este respecto, esta capacidad de modificación debería estar configurada de tal manera que en el caso de un aumento máximo el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el primer canal de observación discurra en paralelo al semieje grande de la abertura de paso del primer diafragma y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal de observación discurra en paralelo al semieje grande de la abertura de paso del segundo diafragma, mientras que en el caso de un aumento mínimo el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el primer canal de observación discurra en perpendicular al semieje grande de la abertura de paso del primer diafragma y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal de observación discurra en perpendicular al semieje grande de la abertura de paso del segundo diafragma y entre estos dos valores el ángulo entre los semiejes grandes correspondientes varíe entre 0° en el caso de un aumento máximo y 90° en el caso de un aumento mínimo.

40 En la práctica, un movimiento de este tipo puede realizarse en función del aumento seleccionado de un objetivo con zoom pancrático, por ejemplo mediante una activación a través de árboles y/o engranajes o mediante una activación

electrónica, en la que se activa la posición del diafragma adicional asociada a un aumento dado o también de ambos diafragmas por medio de un motor.

5 Alternativamente a esto, una variación no continua, discreta, del aumento puede conseguirse porque el microscopio estereoscópico presenta un cambiador de aumento que está realizado como tambor giratorio con anteojos de Galileo dispuestos por pares y para la utilización en configuración inversa con una lente convergente y una lente divergente, de modo que mediante el giro del tambor en cada caso puede introducirse con giro otro par de anteojos de Galileo en el primer y el segundo canal de observación. Dado que la al menos una lente de dispersión y al menos una lente convergente de los anteojos de Galileo para la utilización en configuración inversa están dispuestas sobre el tambor, aumentan el aumento, cuando la lente convergente está dirigida hacia el objetivo y reducen la imagen, cuando están giradas 180° con respecto a esta posición, es decir, se hacen funcionar en configuración inversa.

15 En este tipo de cambiador de aumento resulta ventajoso que en las lentes convergentes de los anteojos de Galileo dispuestos por pares estén dispuestos diafragmas adicionales, cuya abertura de paso es en cada caso congruente con la abertura de paso del primer diafragma y/o congruente con la abertura de paso del segundo diafragma.

20 Una variante preferida de la disposición de los diafragmas adicionales prevé que en la posición del tambor, en la que el par de anteojos de Galileo ajustado incorporado en cada caso en la trayectoria de rayo del microscopio estereoscópico realiza un aumento (es decir, la posición en la que su lente convergente está dirigida hacia el objetivo del microscopio estereoscópico), el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el primer canal de observación discurre en paralelo al semieje grande de la abertura de paso del primer diafragma y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal de observación discurre en paralelo al semieje grande de la abertura de paso del segundo diafragma.

25 Esto conlleva que en la posición en la que está ajustado el aumento máximo, también la apertura numérica efectiva del sistema es máxima, de modo que la definición que puede conseguirse con este aumento es tan grande como sea posible.

30 A diferencia de esto, en la posición en la que el antejo de Galileo reduce, es decir, en una posición en la que el tambor está girado 180° en comparación con la posición de aumento en el respectivo canal de observación, el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional se encuentra en un ángulo de 90° con respecto al semieje grande de la primera o segunda abertura de paso, lo que conduce a que la apertura se minimice y con ello se maximice la profundidad de campo para aumentos pequeños.

35 La invención se describirá a continuación más detalladamente por medio de figuras, que representan ejemplos de realización de la invención representados como microscopios estereoscópicos. Muestra:

la figura 1a: la estructura esquemática de un primer ejemplo de realización de la invención,

40 la figura 1b: la estructura esquemática de un segundo ejemplo de realización de la invención,

la figura 1c: la estructura esquemática de un tercer ejemplo de realización de la invención,

45 la figura 2: un primer ejemplo para la configuración de la abertura de paso de un diafragma,

la figura 3: un segundo ejemplo para la configuración de la abertura de paso de un diafragma,

la figura 4: un tercer ejemplo para la configuración de la abertura de paso de un diafragma,

50 la figura 5: una primera disposición de dos diafragmas elípticos con semiejes grandes que discurren en perpendicular entre sí, visto en la dirección de propagación de la luz,

55 la figura 6: una segunda disposición de dos diafragmas elípticos con semiejes grandes que discurren en perpendicular entre sí, visto en la dirección de propagación de la luz,

la figura 7: un cambiador de aumento con diafragmas realizado como tambor con anteojos de Galileo dispuestos por pares y para su utilización en configuración inversa, visto desde fuera,

60 la figura 8: un dibujo en corte a través del cambiador de aumento de la figura 7, que permite echar un vistazo a su estructura interna,

la figura 9: la posición del diafragma que resulta de la disposición mostrada en la figura 7 en los canales de observación de un microscopio estereoscópico,

la figura 10a: una primera posición del diafragma que resulta de una etapa de aumento media de un objetivo con zoom pancrático en los canales de observación de un microscopio estereoscópico, y

5 la figura 10b: una segunda posición del diafragma que resulta de una etapa de aumento de un objetivo con zoom pancrático superior a la etapa de aumento en la posición del diafragma que resulta en la figura 10a en los canales de observación de un microscopio estereoscópico.

10 En las figuras se usan para los componentes iguales o los grupos constructivos iguales en cada caso los mismos signos de referencia, siempre que no se mencione lo contrario.

10 Siempre que en las figuras estén dibujadas trayectorias de rayo, estas sirven solo para aclarar el supuesto y no corresponden necesariamente a la trayectoria de rayo real, sino que están representadas, dado el caso, difiriendo de la misma, para ilustrar el principio de manera clara, pero sin sobrecarga o complicación excesiva.

15 La figura 1a muestra esquemáticamente la estructura de un ejemplo de realización de la invención en el ejemplo de un microscopio 10 estereoscópico de tipo Abbe y la trayectoria de rayo a través del mismo. A este respecto, los componentes ópticos se representan únicamente de manera esquemática como lentes, pero pueden ser también grupos constructivos ópticos más complejos, dado el caso, también separados espacialmente entre sí. Para representar de manera completa la trayectoria de rayo, en la figura 1 se representan también los ojos 101,201 del observador como elemento óptico, que naturalmente no representan una parte del microscopio.

20 El microscopio 10 estereoscópico presenta un primer canal 100 de observación y un segundo canal 200 de observación. En el primer canal 100 de observación están dispuestos un ocular 110, un sistema 120 tubular a modo de ejemplo con un prisma 121 y una lente 122 de tubo, y un cambiador 130 de aumento.

25 En la representación de la figura 1a, el cambiador 130 de aumento se representa a modo de ejemplo realizado como tambor con anteojos de Galileo que pueden hacerse funcionar en configuración inversa, que como ya es sabido son según su principio una disposición de una lente “-” y de una lente “+”. Esquemáticamente esto se representa mediante dos lentes 131,132, de las que una diverge, es decir es una lente “-” y la otra converge, es decir es una lente “+”, que están dispuestas en la trayectoria de rayo del primer canal 100 de observación, y mediante el giro alrededor del eje 137 de giro pueden sacarse con giro de la trayectoria de rayo, introduciéndose con giro entonces otro antejo de Galileo que no puede reconocerse en la figura 1a en la trayectoria de rayo. Detalles adicionales con respecto a la estructura de un cambiador 130 de aumento realizado como tambor se describen más adelante mediante las figuras 7 y 8.

35 El segundo canal 200 de observación está estructurado de manera análoga y presenta un ocular 210, un sistema 220 tubular a modo de ejemplo con un prisma 221 y una lente 222 de tubo, y un cambiador 230 de aumento realizado como tambor, como se representa esquemáticamente en el primer canal de observación a través de dos lentes 231,232 de uno de los anteojos de Galileo dispuestos en el tambor y el eje de giro 237. La luz de los puntos del plano de objeto 150 se conducen con un ángulo α estereoscópico a través del objetivo 140 común al interior del primer canal 100 de observación y al interior del segundo canal 200 de observación y genera dos imágenes ligeramente diferentes en el ojo 101,102 del observador, que se procesan por parte de su cerebro para dar una imagen con un efecto tridimensional.

45 La estructura esquemática descrita hasta el momento corresponde a una estructura habitual de un microscopio estereoscópico de tipo Abbe, tal como se conoce del estado de la técnica y está presente en el mercado en un gran número de realizaciones concretas de microscopios estereoscópicos, por ejemplo de las empresas Zeiss, Leica, Atmos y otros fabricantes. La estructura no representada según Greenough se diferencia únicamente porque en esta, en lugar del objetivo 140 común, a cada uno de los dos canales 100,200 de observación está asociado un objetivo y los ejes de los sistemas ópticos están inclinados entre sí de tal manera que ambos ojos ven el mismo objeto en el plano de nitidez.

50 El microscopio 10 estereoscópico según la invención presenta además de estos componentes habituales en el primer canal 100 de observación un primer diafragma 160 y en el segundo canal 200 de observación un segundo diafragma 260, que están dispuestos a modo de ejemplo entre el sistema 120 o 220 tubular y el cambiador 130 o 230 de aumento, pero también pueden colocarse en otro punto en la trayectoria de rayo paralela entre el objetivo y la lente de tubo.

60 Alternativamente a esto, una variación no continua, discreta, del aumento puede conseguirse porque el microscopio estereoscópico presenta un cambiador de aumento que está realizado como tambor giratorio con anteojos de Galileo dispuestos por pares y para la utilización en configuración inversa con una lente convergente y una lente divergente, de modo que mediante el giro del tambor en cada caso puede introducirse con giro otro par de anteojos de Galileo en el primer y el segundo canal de observación. Dado que la al menos una lente de dispersión y al menos una lente convergente de los anteojos de Galileo para la utilización en configuración inversa están dispuestas sobre

el tambor, aumentan el aumento, cuando la lente convergente está dirigida hacia el objetivo y reducen la imagen, cuando están giradas 180° con respecto a esta posición, es decir, se hacen funcionar en configuración inversa.

5 En este tipo de cambiador de aumento resulta ventajoso que en las lentes convergentes de los anteojos de Galileo dispuestos por pares estén dispuestos diafragmas adicionales, cuya abertura de paso es en cada caso congruente con la abertura de paso del primer diafragma y/o congruente con la abertura de paso del segundo diafragma.

10 Una variante preferida de la disposición de los diafragmas adicionales prevé que en la posición del tambor, en la que el par de anteojos de Galileo ajustado incorporado en cada caso en la trayectoria de rayo del microscopio estereoscópico realiza un aumento (es decir, la posición en la que su lente convergente está dirigida hacia el objetivo del microscopio estereoscópico), el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el primer canal de observación discurre en paralelo al semieje grande de la abertura de paso del primer diafragma y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal de observación discurre en paralelo al semieje grande de la abertura de paso del segundo diafragma.

15 Esto conlleva que en la posición en la que está ajustado el aumento máximo, también la apertura numérica efectiva del sistema es máxima, de modo que la definición que puede conseguirse con este aumento es tan grande como sea posible.

20 A diferencia de esto, en la posición en la que el antejo de Galileo reduce, es decir, en una posición en la que el tambor está girado 180° en comparación con la posición de aumento en el respectivo canal de observación, el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional se encuentra en un ángulo de 90° con respecto al semieje grande de la primera o segunda abertura de paso, lo que conduce a que la apertura se minimice y con ello se maximice la profundidad de campo para aumentos pequeños.

25 La invención se describirá a continuación más detalladamente por medio de figuras, que representan ejemplos de realización de la invención representados como microscopios estereoscópicos. Muestra:

30 la figura 1a: la estructura esquemática de un primer ejemplo de realización de la invención,

la figura 1b: la estructura esquemática de un segundo ejemplo de realización de la invención,

la figura 1c: la estructura esquemática de un tercer ejemplo de realización de la invención,

35 la figura 2: un primer ejemplo para la configuración de la abertura de paso de un diafragma,

la figura 3: un segundo ejemplo para la configuración de la abertura de paso de un diafragma,

40 la figura 4: un tercer ejemplo para la configuración de la abertura de paso de un diafragma,

la figura 5: una primera disposición de dos diafragmas elípticos con semiejes grandes que discurren en perpendicular entre sí, visto en la dirección de propagación de la luz,

45 la figura 6: una segunda disposición de dos diafragmas elípticos con semiejes grandes que discurren en perpendicular entre sí, visto en la dirección de propagación de la luz,

la figura 7: un cambiador de aumento con diafragmas realizado como tambor con anteojos de Galileo dispuestos por pares y para su utilización en configuración inversa, visto desde fuera,

50 la figura 8: un dibujo en corte a través del cambiador de aumento de la figura 7, que permite echar un vistazo a su estructura interna,

la figura 9: la posición del diafragma que resulta de la disposición mostrada en la figura 7 en los canales de observación de un microscopio estereoscópico,

55 la figura 10a: una primera posición del diafragma que resulta de una etapa de aumento media de un objetivo con zoom pancreático en los canales de observación de un microscopio estereoscópico, y

60 la figura 10b: una segunda posición del diafragma que resulta de una etapa de aumento de un objetivo con zoom pancreático superior a la etapa de aumento en la posición del diafragma que resulta en la figura 10a en los canales de observación de un microscopio estereoscópico.

En las figuras se usan para los componentes iguales o los grupos constructivos iguales en cada caso los mismos signos de referencia, siempre que no se mencione lo contrario.

65

Siempre que en las figuras estén dibujadas trayectorias de rayo, estas sirven solo para aclarar el supuesto y no corresponden necesariamente a la trayectoria de rayo real, sino que están representadas, dado el caso, difiriendo de la misma, para ilustrar el principio de manera clara, pero sin sobrecarga o complicación excesiva.

5 La figura 1a muestra esquemáticamente la estructura de un ejemplo de realización de la invención en el ejemplo de un microscopio 10 estereoscópico de tipo Abbe y la trayectoria de rayo a través del mismo. A este respecto, los componentes ópticos se representan únicamente de manera esquemática como lentes, pero pueden ser también grupos constructivos ópticos más complejos, dado el caso, también separados espacialmente entre sí. Para representar de manera completa la trayectoria de rayo, en la figura 1 se representan también los ojos 101,201 del observador como elemento óptico, que naturalmente no representan una parte del microscopio.

10 El microscopio 10 estereoscópico presenta un primer canal 100 de observación y un segundo canal 200 de observación. En el primer canal 100 de observación están dispuestos un ocular 110, un sistema 120 tubular a modo de ejemplo con un prisma 121 y una lente 122 de tubo, y un cambiador 130 de aumento.

15 En la representación de la figura 1a, el cambiador 130 de aumento se representa a modo de ejemplo realizado como tambor con anteojos de Galileo que pueden hacerse funcionar en configuración inversa, que como ya es sabido son según su principio una disposición de una lente “-” y de una lente “+”. Esquemáticamente esto se representa mediante dos lentes 131,132, de las que una diverge, es decir es una lente “-” y la otra converge, es decir es una lente “+”, que están dispuestas en la trayectoria de rayo del primer canal 100 de observación, y mediante el giro alrededor del eje 137 de giro pueden sacarse con giro de la trayectoria de rayo, introduciéndose con giro entonces otro antejo de Galileo que no puede reconocerse en la figura 1a en la trayectoria de rayo. Detalles adicionales con respecto a la estructura de un cambiador 130 de aumento realizado como tambor se describen más adelante mediante las figuras 7 y 8.

20 El segundo canal 200 de observación está estructurado de manera análoga y presenta un ocular 210, un sistema 220 tubular a modo de ejemplo con un prisma 221 y una lente 222 de tubo, y un cambiador 230 de aumento realizado como tambor, como se representa esquemáticamente en el primer canal de observación a través de dos lentes 231,232 de uno de los anteojos de Galileo dispuestos en el tambor y el eje de giro 237. La luz de los puntos del plano de objeto 150 se conducen con un ángulo α estereoscópico a través del objetivo 140 común al interior del primer canal 100 de observación y al interior del segundo canal 200 de observación y genera dos imágenes ligeramente diferentes en el ojo 101,102 del observador, que se procesan por parte de su cerebro para dar una imagen con un efecto tridimensional.

25 El segundo canal 200 de observación está estructurado de manera análoga y presenta un ocular 210, un sistema 220 tubular a modo de ejemplo con un prisma 221 y una lente 222 de tubo, y un cambiador 230 de aumento realizado como tambor, como se representa esquemáticamente en el primer canal de observación a través de dos lentes 231,232 de uno de los anteojos de Galileo dispuestos en el tambor y el eje de giro 237. La luz de los puntos del plano de objeto 150 se conducen con un ángulo α estereoscópico a través del objetivo 140 común al interior del primer canal 100 de observación y al interior del segundo canal 200 de observación y genera dos imágenes ligeramente diferentes en el ojo 101,102 del observador, que se procesan por parte de su cerebro para dar una imagen con un efecto tridimensional.

30 La estructura esquemática descrita hasta el momento corresponde a una estructura habitual de un microscopio estereoscópico de tipo Abbe, tal como se conoce del estado de la técnica y está presente en el mercado en un gran número de realizaciones concretas de microscopios estereoscópicos, por ejemplo de las empresas Zeiss, Leica, Atmos y otros fabricantes. La estructura no representada según Greenough se diferencia únicamente porque en esta, en lugar del objetivo 140 común, a cada uno de los dos canales 100,200 de observación está asociado un objetivo y los ejes de los sistemas ópticos están inclinados entre sí de tal manera que ambos ojos ven el mismo objeto en el plano de nitidez.

35 El microscopio 10 estereoscópico según la invención presenta además de estos componentes habituales en el primer canal 100 de observación un primer diafragma 160 y en el segundo canal 200 de observación un segundo diafragma 260, que están dispuestos a modo de ejemplo entre el sistema 120 o 220 tubular y el cambiador 130 o 230 de aumento, pero también pueden colocarse en otro punto en la trayectoria de rayo paralela entre el objetivo y la lente de tubo.

40 A este respecto, las aberturas de paso de los diafragmas 160/260 no visibles en la figura 1a están diseñadas de tal manera que la primera/segunda abertura de paso del primer/segundo diafragma 160/260 presentan un primer/segundo semieje grande, y un primer/segundo semieje pequeño que están en perpendicular con respecto al primer/segundo semieje grande, de modo que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje grande es mayor que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje pequeño. De esta manera se crea una apertura anisotrópica, que conduce a una profundidad de campo dependiente de la dirección.

45 A este respecto, las aberturas de paso de los diafragmas 160/260 no visibles en la figura 1a están diseñadas de tal manera que la primera/segunda abertura de paso del primer/segundo diafragma 160/260 presentan un primer/segundo semieje grande, y un primer/segundo semieje pequeño que están en perpendicular con respecto al primer/segundo semieje grande, de modo que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje grande es mayor que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje pequeño. De esta manera se crea una apertura anisotrópica, que conduce a una profundidad de campo dependiente de la dirección.

50 A este respecto, las aberturas de paso de los diafragmas 160/260 no visibles en la figura 1a están diseñadas de tal manera que la primera/segunda abertura de paso del primer/segundo diafragma 160/260 presentan un primer/segundo semieje grande, y un primer/segundo semieje pequeño que están en perpendicular con respecto al primer/segundo semieje grande, de modo que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje grande es mayor que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje pequeño. De esta manera se crea una apertura anisotrópica, que conduce a una profundidad de campo dependiente de la dirección.

55 A este respecto, las aberturas de paso de los diafragmas 160/260 no visibles en la figura 1a están diseñadas de tal manera que la primera/segunda abertura de paso del primer/segundo diafragma 160/260 presentan un primer/segundo semieje grande, y un primer/segundo semieje pequeño que están en perpendicular con respecto al primer/segundo semieje grande, de modo que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje grande es mayor que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje pequeño. De esta manera se crea una apertura anisotrópica, que conduce a una profundidad de campo dependiente de la dirección.

60 A este respecto, las aberturas de paso de los diafragmas 160/260 no visibles en la figura 1a están diseñadas de tal manera que la primera/segunda abertura de paso del primer/segundo diafragma 160/260 presentan un primer/segundo semieje grande, y un primer/segundo semieje pequeño que están en perpendicular con respecto al primer/segundo semieje grande, de modo que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje grande es mayor que la extensión de la primera/segunda abertura de paso en la dirección del primer/segundo semieje pequeño. De esta manera se crea una apertura anisotrópica, que conduce a una profundidad de campo dependiente de la dirección.

Además, la orientación de los diafragmas 160, 260 en relación entre sí cumple la condición de que el primer semieje grande, es decir, discurre en paralelo al segundo semieje pequeño y el segundo semieje grande discurre en paralelo al primer semieje pequeño. De esta manera se garantiza que en los dos canales 100,200 de observación la profundidad de campo mejorada en la dirección del respectivo semieje grande se proporciona en direcciones perpendiculares entre sí, de modo que el cerebro puede combinar esta información de los ojos 101,201 para dar una imagen completa con una alta profundidad de campo en todo el plano de imagen.

Las figuras 2 a 4 muestran ejemplos de diafragmas cuya abertura de paso cumplen las condiciones para los diafragmas 160 o 260 y por consiguiente pueden utilizarse como diafragma 160 o 260.

Un componente adicional, opcional, que en relación con ejemplos de realización de la invención con cambiador de aumento realizado como tambor puede desplegar efectos ventajosos, son los diafragmas 311,314 adicionales representados en la figura 1a, que se comentarán aún más exactamente más adelante en el comentario de las figuras 7 y 8.

El ejemplo de realización de un microscopio 10 estereoscópico según la figura 1b se diferencia del ejemplo de realización según la figura 1a únicamente en cuanto a la configuración concreta del cambiador 130 de aumento, que en la figura 1b está realizado como zoom pancrático dispuesto por pares -igualmente solo representado esquemáticamente -, en el que una activación 138 mecánicamente o mediante activación electrónica de uno o varios dispositivos de accionamiento no representados desplaza la posición de lentes 138b,138c o lentes 238b,238c entre lentes 138a, 138d o lentes 238a,238d en el primer o segundo canal 100,200 de observación sobre el eje óptico y de ese modo varía el aumento. Naturalmente el tipo y el número de las lentes puede ser variable, en particular también pueden estar realizadas más lentes de manera desplazable.

También en el ejemplo de realización con zoom pancrático según la figura 1b puede disponerse un diafragma opcional 320 en los canales 100,200 de observación, pudiendo verse influida su orientación y/o la orientación del diafragma 160,260 en el respectivo canal 100, 200 de observación, es decir, la dirección en la que los ejes principales muestran aberturas de paso del diafragma puede verse influida igualmente mediante la activación 138. El efecto de esta medida se explicará más detalladamente más adelante mediante las figuras 10a y 10b.

El ejemplo de realización de un microscopio 10 estereoscópico según la figura 1c muestra, como el ejemplo de realización según la figura 1b, un sistema, en el que el cambiador 130 de aumento está realizado como zoom pancrático por pares (representado de nuevo solo esquemáticamente), en el que una activación 138 mecánicamente o mediante la activación electrónica de uno o varios dispositivos de accionamiento no representados desplaza la posición de lentes 138b,138c o lentes 238b,238c entre lentes 138a, 138d o lentes 238a,238d en el primer o segundo canal 100,200 de observación al eje óptico y de ese modo varía el aumento. Naturalmente, la técnica y el número de las lentes puede ser variable, en particular también pueden estar realizadas más lentes de manera desplazable.

La diferencia entre la forma de realización de la figura 1b y 1c consiste en cómo puede influirse en la apertura numérica de los canales de observación. Mientras que en la forma de realización de la figura 1b la apertura se varía mediante la rotación de dos diafragmas relativamente entre sí, en la figura 1c están dispuestos diafragmas 170,270 de iris regulables en el primer o segundo canal 100,200 de observación. En el ejemplo representado, esto se controla conjuntamente por medio de la activación 138, de modo que el tamaño de pupila de los diafragmas 170,270 de iris desplazables está adaptado al aumento ajustado en cada caso con el zoom pancrático. Sin embargo, los diafragmas 170,270 de iris regulables pueden realizarse también de manera regulable individualmente por el usuario.

Se indica explícitamente que prever diafragmas 170,270 de iris como elemento constructivo óptico adicional en el primer o segundo canal 100,200 de observación también es posible en las formas de realización de las figuras 1a y 1b.

En la figura 2 se representa un diafragma 160a con abertura 161a de paso elíptica con un semieje $H_{g,a}$ grande y un semieje $H_{k,a}$ pequeño, obteniéndose los semiejes $H_{g,a}$, $H_{k,a}$ representados en cada caso como línea discontinua en este caso directamente de la definición habitual de los semiejes de una elipse. La razón $H_{g,a}:H_{k,a}$ es en este ejemplo de 2:1. En la figura 2 se indica, mediante el anillo circular, el diámetro d de lente libre de la lente limitada por la apertura, lo que, por regla general, es la lente convergente del cambiador de aumento. Por tanto, se reconoce que la longitud del semieje $H_{g,a}$ grande corresponde en este caso al diámetro d de lente libre.

El diafragma 160b representado en la figura 3 tiene una abertura 161b de paso, cuya forma corresponde a un círculo central con dos sectores de anillo circular opuestos entre sí con el mismo intervalo de ángulos. La forma tiene dos ejes s_1 y s_2 de reflexión, siendo el eje s_1 de reflexión más largo que el eje s_2 de reflexión y por consiguiente no coincidiendo con el semieje $H_{g,b}$ grande. El semieje $H_{k,b}$ pequeño corresponde entonces a las rectas más largas, que discurren en perpendicular al mismo. Esta forma de la abertura de paso maximiza el brillo de la reproducción que puede alcanzarse, sin embargo, debido a sus púas afiladas, puede conllevar una reproducción percibida como poco

bonita de reflejos que se encuentran fuera del rango de nitidez. Esto es en particular en microscopios OP un efecto perturbador, pero que puede y debe tolerarse cuando, por lo demás, no puede alcanzarse suficiente brillo.

5 El diafragma 160c representado en la figura 4 tiene una abertura 161c de paso, cuya forma es un círculo central con dos fragmentos opuestos entre sí de un anillo circular con líneas de corte paralelas entre sí, es decir, a diferencia del ejemplo de realización de la figura 3, que no discurren radialmente. La forma tiene dos ejes s1 y s2 de reflexión, siendo el eje s1 de reflexión más largo que el eje s2 de reflexión y, por consiguiente, coincidiendo con el semieje H_gc grande. El semieje H_kc pequeño corresponde entonces a las rectas longitudinales que discurren en perpendicular a las mismas, y coincide con el eje s2 de reflexión. También el diafragma 160c puede alcanzar un brillo mejorado con respecto al brillo del diafragma 160a, aunque no el brillo del diafragma 160b, y reduce la "característica dentada" y por consiguiente puede percibirse la aparición de reproducciones no bonitas de reflejos en la razón con respecto al diafragma 160b.

15 Más adelante, en relación con el comentario de la figura 7, se entrará más en detalle en efectos adicionales que conlleva esta variación de la forma de las aberturas 161a-c de paso, en relación con el comentario de la figura 7.

20 La figura 5 muestra, a modo de ejemplo, cómo están dispuestos un primer diafragma 160 y un segundo diafragma 260, en la trayectoria de la luz del microscopio estereoscópico, visto concretamente desde el lado del usuario o del sistema tubular. Los diafragmas 160, 260 están diseñados, en cada caso, tal como se describió mediante la figura 2, es decir, presentan en cada caso aberturas de paso elípticas 161a, 261a con grandes semiejes H_ga, H_ga' y pequeños semiejes H_ka, H_ka' que discurren en perpendicular a los mismos y son en particular congruentes. A este respecto, el primer semieje grande, es decir, el semieje H_ga de la abertura 161a de paso, transcurre en paralelo al segundo semieje pequeño, es decir, el semieje H_ka' de la segunda abertura 261a de paso, y el segundo semieje grande, es decir, el semieje H_ga' de la abertura 261a de paso, en paralelo al primer semieje pequeño, es decir, el semieje H_ka de la primera abertura 161a de paso.

30 De esta manera se garantiza que en los dos canales 100,200 de observación la profundidad de campo mejorada en la dirección del semieje pequeño se proporciona en direcciones perpendiculares entre sí, de modo que el cerebro puede combinar esta información de los ojos 101,201 para dar una imagen completa con una profundidad de campo elevada en todo el plano de imagen elevado.

35 La figura 6 se diferencia de la figura 5 solo en cuanto a la orientación del diafragma 160,260. Mientras que en la figura 5 la orientación del diafragma 160,260 permite que los semiejes discurren en la dirección horizontal y vertical, las aberturas de paso 161,261 del diafragma 160,260 en la figura 6 forman el ala de una V. El efecto que puede conseguirse de la disposición se obtiene en particular al considerar las figuras 7 a 9.

40 Las figuras 7 y 8 muestran la estructura de un cambiador de aumento, que está realizado como tambor giratorio 300 con anteojos de Galileo dispuestos por pares que pueden hacerse funcionar en configuración inversa, es decir, una posible estructura de un cambiador 130 de aumento, en la configuración representada a modo de ejemplo en la figura 1a.

45 A este respecto, la figura 7 muestra la vista externa del cambiador de aumento en forma de un tambor 300 giratorio, cuya mitad izquierda representa el cambiador 130 de aumento y cuya mitad derecha representa el cambiador 230 de aumento en la figura 1a.

50 Como puede reconocerse especialmente bien en la representación en corte del plano que se encuentra en perpendicular al eje de giro del tambor, en el que se encuentran los anteojos de Galileo de uno de los pares, según la figura 8, la mitad del tambor 300, en el que se encuentra el plano de corte y que forma el cambiador 130 de aumento del primer canal 100 de observación, contiene dos lentes 301,302 convergentes y dos lentes 304,305 de dispersión, que están dispuestas en el borde del tambor 300, que presenta la forma de una envuelta cilíndrica con perforaciones para las respectivas lentes, que en cada caso una lente 301,302 convergente y una lente 304,305 de dispersión opuesta pueden introducirse conjuntamente en la trayectoria de rayo del microscopio 10 estereoscópico. La lente 301 convergente y la lente 304 de dispersión y la lente 302 convergente y la lente 305 de dispersión forman por consiguiente en cada caso unos anteojos de Galileo, determinándose mediante las propiedades de los pares de lentes el aumento del respectivo antejo de Galileo.

55 Un tercer antejo de Galileo con un aumento 1 se implementa de modo que están previstas dos aberturas 303, 306 opuestas entre sí en el tambor 300.

60 Además, se reconoce que estos anteojos de Galileo pueden hacerse funcionar en configuración inversa, lo que significa que, en cada caso, pueden hacerse funcionar en dos orientaciones, concretamente con la respectiva lente 301,302 convergente adyacente del objetivo 140 no representado en las figuras 7 y 8, lo que conduce a un aumento del aumento total del microscopio 10 estereoscópico, y con la respectiva lente 304,305 de dispersión adyacente al objetivo no representado en la figura 7 y 8, lo que conduce a una reducción del aumento total del microscopio 10 estereoscópico. También el antejo de Galileo formado por las aberturas 303,306 puede hacerse funcionar en una

configuración inversa, pero tiene siempre el aumento 1. Es decir, en general, se trata en este caso de un cambiador de aumento quíntuple, con el que pueden ajustarse cinco aumentos.

5 A este respecto, como puede verse especialmente bien en la figura 8, sobre las lentes 301,302 convergentes o la abertura 303 está colocado en cada caso un diafragma 311,312,313 opcional, que presenta en cada caso una abertura de paso congruente con la abertura de paso del primer diafragma 160 y el segundo diafragma 260 visibles en la figura 7, que está realizada en cada caso como elipse y presenta en cada caso un semieje H_{ga} grande y un semieje H_{ka} pequeño.

10 La segunda mitad que no puede reconocerse en la figura 8 del tambor 300, que forma el cambiador 230 de aumento del segundo canal de observación, está estructurado de manera idéntica excepto la orientación de los diafragmas 314,315,316 adicionales previstos en la misma, que se representan en la figura 7.

15 En la representación de la figura 7, las lentes convergentes o aberturas de los anteojos de Galileo cubiertas por los diafragmas 311,312,313,314,315,316 adicionales están dirigidas hacia el primer diafragma 160 o el segundo diafragma 260 y con ello las lentes de dispersión asociadas al objetivo 140 no representado en la misma. Es decir, el anteojo de Galileo accionado está en la posición que reduce el aumento del microscopio 10 estereoscópico. La orientación de los diafragmas 311 a 316 adicionales se selecciona de tal manera que las aberturas de paso en la posición representada, de reducción, de los anteojos de Galileo están giradas en cada caso 90° relativamente con respecto a la abertura de paso del diafragma 160 o 260 asociado en el canal de observación correspondiente y con ello los respectivos semiejes H_{ga} , H_{ka} de las aberturas de paso del primer/segundo diafragma y de los diafragmas adicionales están en perpendicular entre sí sobre el tambor 300.

20 El efecto de esta medida se ilustra en la figura 9, en la que se representan los diafragmas 160 y 312 así como 260 y 315 superpuestos entre sí: en el caso de un aumento reducido, la apertura del microscopio 10 estereoscópico viene dada por la región rayada a modo de cruz en la figura 9 y, por consiguiente, menor que la abertura de paso del diafragma 160. Esto es ventajoso, porque solo con una apertura suficientemente pequeña el aumento ajustado conduce también a una mejora correspondiente de la profundidad de campo del microscopio. Debido al aumento de todos modos reducido, la apertura menor no tiene ningún efecto negativo sobre la definición todavía visible conseguida.

25 Como puede recordarse fácilmente mediante la figura 7, un giro del tambor 300 de 180° , que lleva el anteojo de Galileo a una posición en la que aumenta el aumento total del microscopio 10 estereoscópico, conduce a que los diafragmas que se encuentran en la trayectoria de rayo de los diafragmas 311 a 316 adicionales estén ahora orientados de tal manera que sus aberturas de paso estén orientadas exactamente como las aberturas de paso del primer diafragma 160 o del segundo diafragma 260. Es decir, entonces es eficaz en cada caso toda la elipse, lo que, como se ha mencionado, es ventajoso para la definición en la dirección del semieje grande. Así, esta disposición conduce a que el usuario del microscopio 10 estereoscópico, automáticamente con la elección del aumento mediante el ajuste del cambiador 130,230 de aumento, adapte la apertura en el primer canal 100 de observación y en el segundo canal 200 de observación.

35 Si en lugar de los diafragmas representados en la figura 2 con abertura de paso elíptica se seleccionan los diafragmas representados en la figura 3 o la figura 4, se obtiene el mismo efecto, con la diferencia de que, en el caso del ajuste reductor del anteojo de Galileo, en el cambiador de aumento la apertura efectiva es circular, lo que en este caso influye positivamente en las propiedades de imagen, pero se "paga" con propiedades de imagen peores en el ajuste de aumento del anteojo de Galileo en el cambiador de aumento.

40 El mismo efecto de adaptación automático puede conseguirse, como se aclara mediante las figuras 10a y 10b para el primer canal 100 de observación, también en el caso de un objetivo con zoom pancrático, cuando se dispone en el canal de observación, además del primer diafragma 160, un diafragma 320 opcional con abertura 321 de paso congruente con respecto a la abertura 161 de paso del primer diafragma 160 de manera móvil, de tal manera que al ajustar un aumento mínimo los respectivos semiejes H_{ga} y H_{ka} del diafragma 160 y 320 están en perpendicular entre sí y, en el caso de un aumento máximo ajustado, los respectivos semiejes H_{ga} y H_{ka} del diafragma 160 y 320 discurren en paralelo. Como permiten reconocer las figuras 10a y 10b, que muestran dos posiciones intermedias, entonces con el aumento creciente crece automáticamente la apertura del sistema, mientras que en el caso de un aumento decreciente reduce y, por consiguiente, en el caso mencionado en primer lugar, la definición que puede conseguirse se mejora y, en el último caso, se aumenta la profundidad de campo y con ello la reproducción espacial.

60 Lista de signos de referencia

10 microscopio estereoscópico

100 primer canal de observación

65 101,201 ojo del observador

	110,210	ocular
	120,220	sistema tubular
5	121,221	prisma
	122,222	lente de tubo
	130,230	cambiador de aumento
10	131,132,231,232	lentes
	137,237	eje de giro
15	138	activación
	138a a d	lentes
	140	objetivo común
20	150	plano de objeto
	160,160a,160b,160c	diafragma
25	161,161a,161b,161c	abertura de paso
	170,270	diafragma de iris regulable
	200	segundo canal de observación
30	238a a d	lentes
	260	segundo diafragma
35	261,261a	abertura de paso
	30	tambor
	301,302	lentes convergentes
40	304,305	lentes de dispersión
	303,306	abertura
45	311,312,313,314, 315,316,320,321	diafragma adicional
	α	ángulo estereoscópico
	β	ángulo
50	$H_g, H_{ga}, H_{gb}, H_{gc}$	semieje grande
	$H'_g, H'_{ga}, H'_{gb}, H'_{gc}$	semieje grande
55	$H_k, H_{ka}, H_{kb}, H_{kc}$	semieje pequeño
	$H'_k, H'_{ka}, H'_{kb}, H'_{kc}$	semieje pequeño
60	s1,s2	eje de reflexión

REIVINDICACIONES

1. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional con un primer canal (100) de observación y un segundo canal (200) de observación presente al mismo tiempo o que puede proporcionarse con alternancia en el tiempo con el primer canal (100) de observación, caracterizado porque en el primer canal (100) de observación está dispuesto un primer diafragma (160) con una primera abertura (161) de paso, presentando la primera abertura (161) de paso un primer semieje ($H_g, H_{ga}, H_{gb}, H_{gc}$) grande y un primer semieje ($H_k, H_{ka}, H_{kb}, H_{kc}$) pequeño que está en perpendicular con respecto al primer semieje ($H_g, H_{ga}, H_{gb}, H_{gc}$) grande, de modo que la extensión de la primera abertura (161) de paso en la dirección del primer semieje ($H_g, H_{ga}, H_{gb}, H_{gc}$) grande es mayor que la extensión de la primera abertura (161) de paso en la dirección del primer semieje ($H_k, H_{ka}, H_{kb}, H_{kc}$) pequeño,
- porque en el segundo canal (200) de observación está dispuesto un segundo diafragma (260) con una segunda abertura (261) de paso, presentando la segunda abertura (261) de paso un segundo semieje ($H_g', H_{ga}', H_{gb}', H_{gc}'$) grande y un segundo semieje ($H_k', H_{ka}', H_{kb}', H_{kc}'$) pequeño que está en perpendicular con respecto al segundo semieje ($H_g', H_{ga}', H_{gb}', H_{gc}'$) grande, de modo que la extensión de la abertura (261) de paso en la dirección del segundo semieje ($H_g', H_{ga}', H_{gb}', H_{gc}'$) grande es mayor que la extensión de la abertura (261) de paso en la dirección del segundo semieje ($H_k', H_{ka}', H_{kb}', H_{kc}'$) pequeño, y
- porque el primer semieje ($H_g, H_{ga}, H_{gb}, H_{gc}$) grande discurre en paralelo al segundo semieje ($H_k', H_{ka}', H_{kb}', H_{kc}'$) pequeño y el segundo semieje ($H_g', H_{ga}', H_{gb}', H_{gc}'$) grande discurre en paralelo al primer semieje ($H_k, H_{ka}, H_{kb}, H_{kc}$) pequeño.
2. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera abertura (161) de paso y la segunda abertura (261) de paso son congruentes.
3. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la primera abertura (161) de paso y la segunda abertura (261) de paso tienen en cada caso la forma de una elipse.
4. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la longitud del primer semieje ($H_g, H_{ga}, H_{gb}, H_{gc}$) grande y la longitud del segundo semieje ($H_g', H_{ga}', H_{gb}', H_{gc}'$) grande corresponden en cada caso al diámetro (d) de lente libre.
5. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la razón del primer semieje ($H_g, H_{ga}, H_{gb}, H_{gc}$) grande con respecto al primer semieje ($H_k, H_{ka}, H_{kb}, H_{kc}$) pequeño y/o la razón del segundo semieje ($H_g', H_{ga}', H_{gb}', H_{gc}'$) grande con respecto al segundo semieje ($H_k', H_{ka}', H_{kb}', H_{kc}'$) pequeño es de 2:1.
6. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el aparato óptico es un microscopio (10) estereoscópico con un primer canal (100) de observación para un ojo (101) de un usuario y un segundo canal (200) de observación para el segundo ojo (201) del usuario.
7. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según la reivindicación 6, caracterizado porque el aparato óptico en el primer canal (100) de observación presenta como cambiador (130) de aumento un primer objetivo con zoom pancreático para variar el aumento del aparato óptico mediante la variación de la posición de elementos ópticos presentes en el objetivo con zoom pancreático y en el segundo canal (200) de observación presenta como cambiador (230) de aumento un segundo objetivo con zoom pancreático para variar el aumento del aparato (10) óptico mediante la variación de la posición de elementos ópticos presentes en el objetivo con zoom pancreático.
8. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según la reivindicación 6 o 7, caracterizado porque en el primer canal (100) de observación y en el segundo canal (200) de observación está presente en cada caso un diafragma (320) opcional, cuya abertura de paso es en cada caso congruente con la abertura (161) de paso del primer diafragma (160) y/o congruente con la abertura (261) de paso del segundo diafragma (260),
- estando montados los diafragmas (320) adicionales en cada caso de manera giratoria alrededor de una mediatriz que está en perpendicular a su abertura (321) de paso, dispuesta en el punto central del diafragma (320),
- de modo que el ángulo (β) entre el semieje (H_g) grande de la abertura (161) de paso del primer diafragma (160) y el semieje (H_g') grande de la abertura (321) de paso del diafragma (321) adicional dispuesto en el primer canal (100) de observación y el ángulo entre el semieje grande de la abertura (261) de paso del segundo diafragma (260) y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal (200) de observación pueden variarse en función del aumento ajustado,

concretamente de modo que en el caso de un aumento máximo el semieje grande (H_g') de la abertura (321) de paso del diafragma (320) adicional dispuesto en el primer canal (100) de observación discurre en paralelo al semieje (H_g) grande de la abertura (161) de paso del primer diafragma (160) y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal (200) de observación discurre en paralelo al semieje grande de la abertura (261) de paso del segundo diafragma (260), mientras que en el caso de un aumento mínimo el semieje (H_g') grande de la abertura (321) de paso del diafragma (320) adicional dispuesto en el primer canal (100) de observación discurre en perpendicular al semieje (H_g) grande de la abertura (161) de paso del primer diafragma (160) y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma adicional dispuesto en el segundo canal (200) de observación discurre en perpendicular al semieje grande de la abertura (261) de paso del segundo diafragma (260).

9. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según la reivindicación 6, caracterizado porque el aparato óptico presenta un cambiador de aumento, que está realizado como tambor giratorio (300) con anteojos de Galileo dispuestos por pares y para su utilización en configuración inversa con una lente (301,302) convergente y una lente (304,305) de dispersión, de modo que mediante el giro del tambor (300) puede introducirse con giro en cada caso otro par de anteojos de Galileo en el primer canal (100) de observación y el segundo canal (200) de observación.

10. Aparato óptico para generar imágenes con efecto tridimensional según la reivindicación 9, caracterizado porque sobre las lentes (301,302) convergentes y/o sobre una abertura (303,306) de los anteojos de Galileo dispuestos por pares están dispuestos diafragmas (311,312,313, 314,315,316) adicionales de tal manera que en la posición del tambor (300), en la que el par de anteojos de Galileo ajustado intercalado en cada caso en la trayectoria de rayo del aparato (10) óptico realiza un aumento, el semieje grande de la abertura de paso del diafragma (311,312,313) adicional dispuesto en el primer canal (100) de observación discurre en paralelo al semieje grande de la abertura (161) de paso del primer diafragma (160) y el semieje grande de la abertura de paso del diafragma (314,315,316) adicional dispuesto en el segundo canal (200) de observación discurre en paralelo al semieje grande de la abertura (261) de paso del segundo diafragma (260).

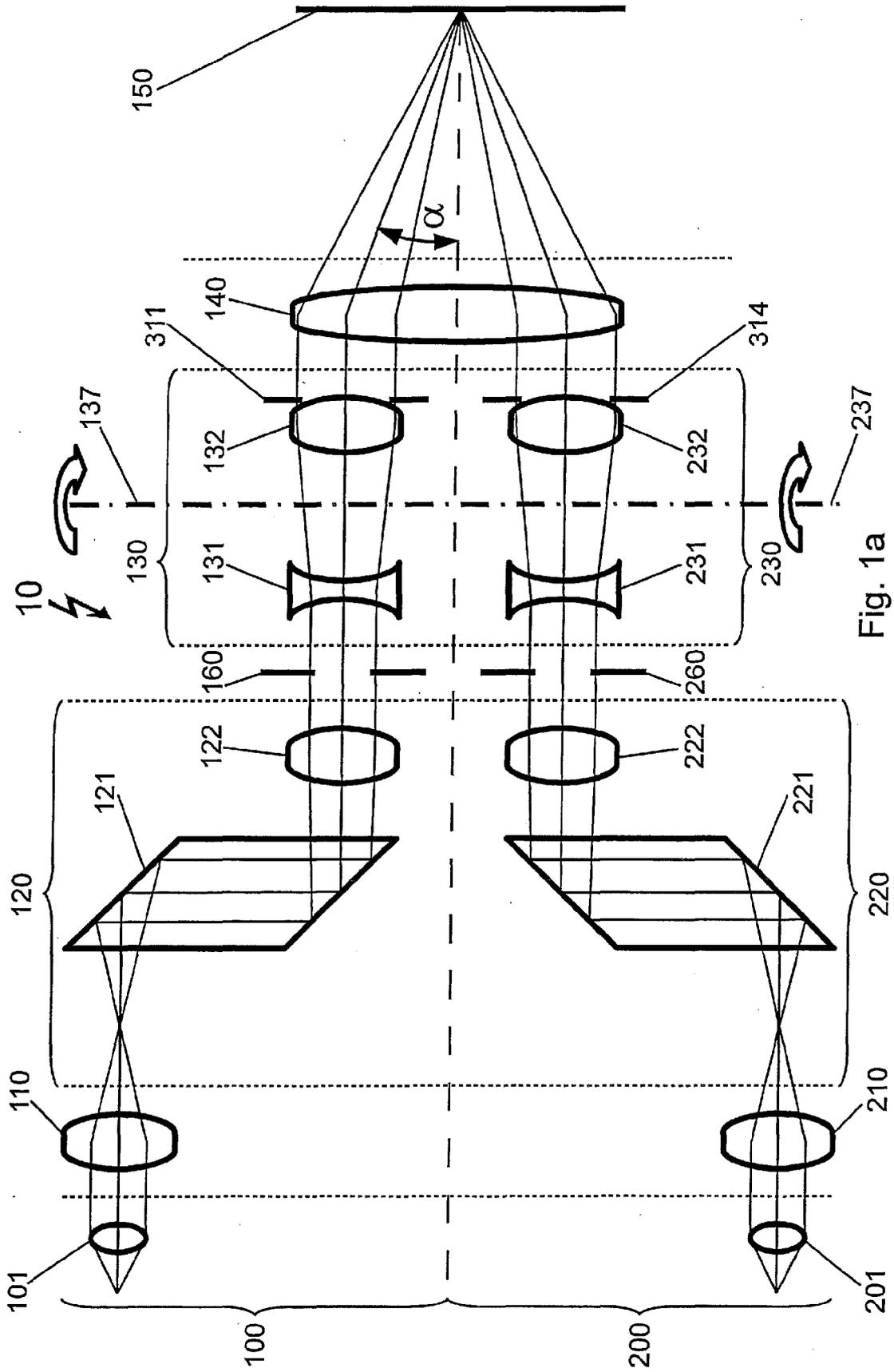


Fig. 1a

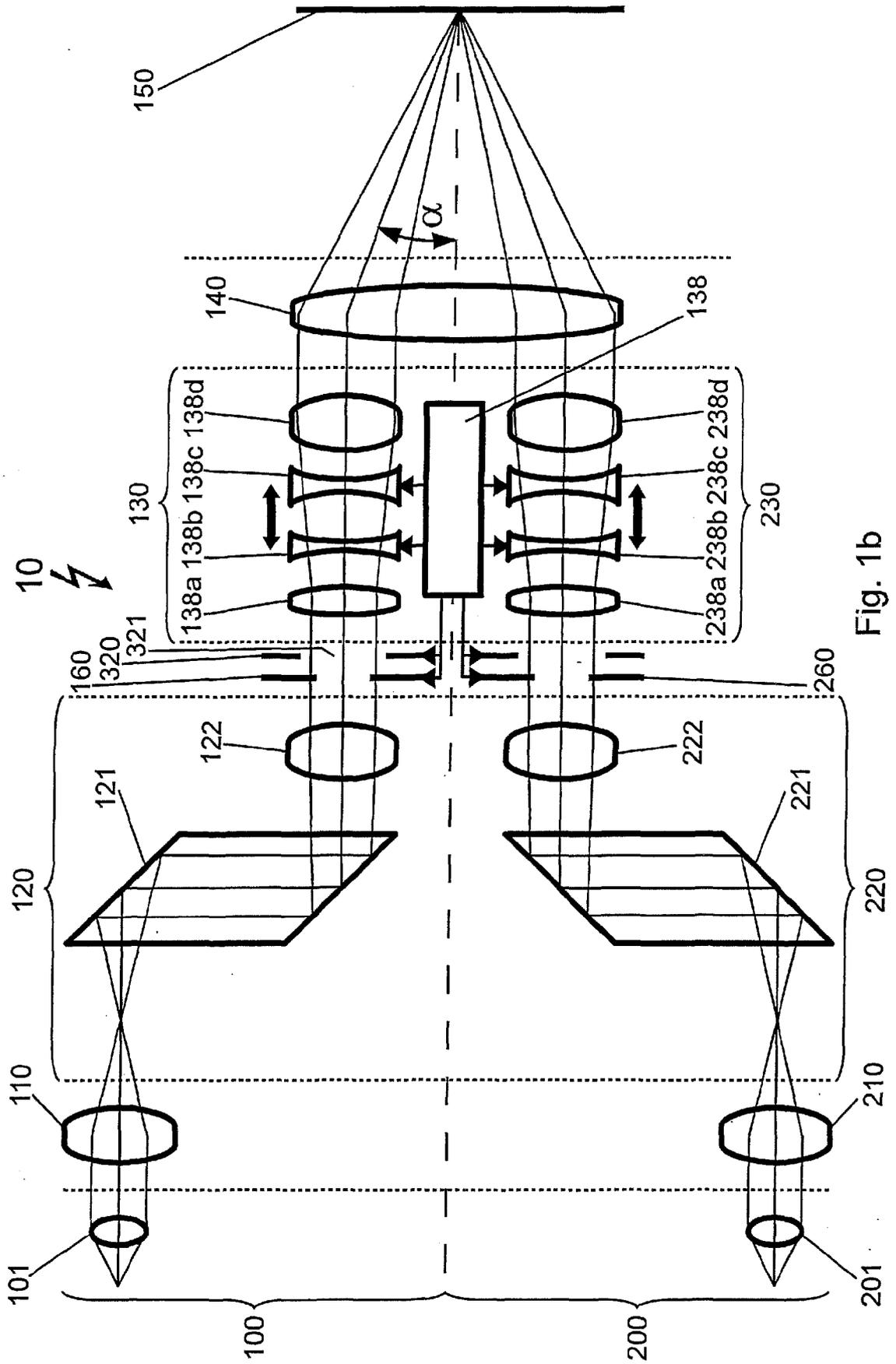


Fig. 1b

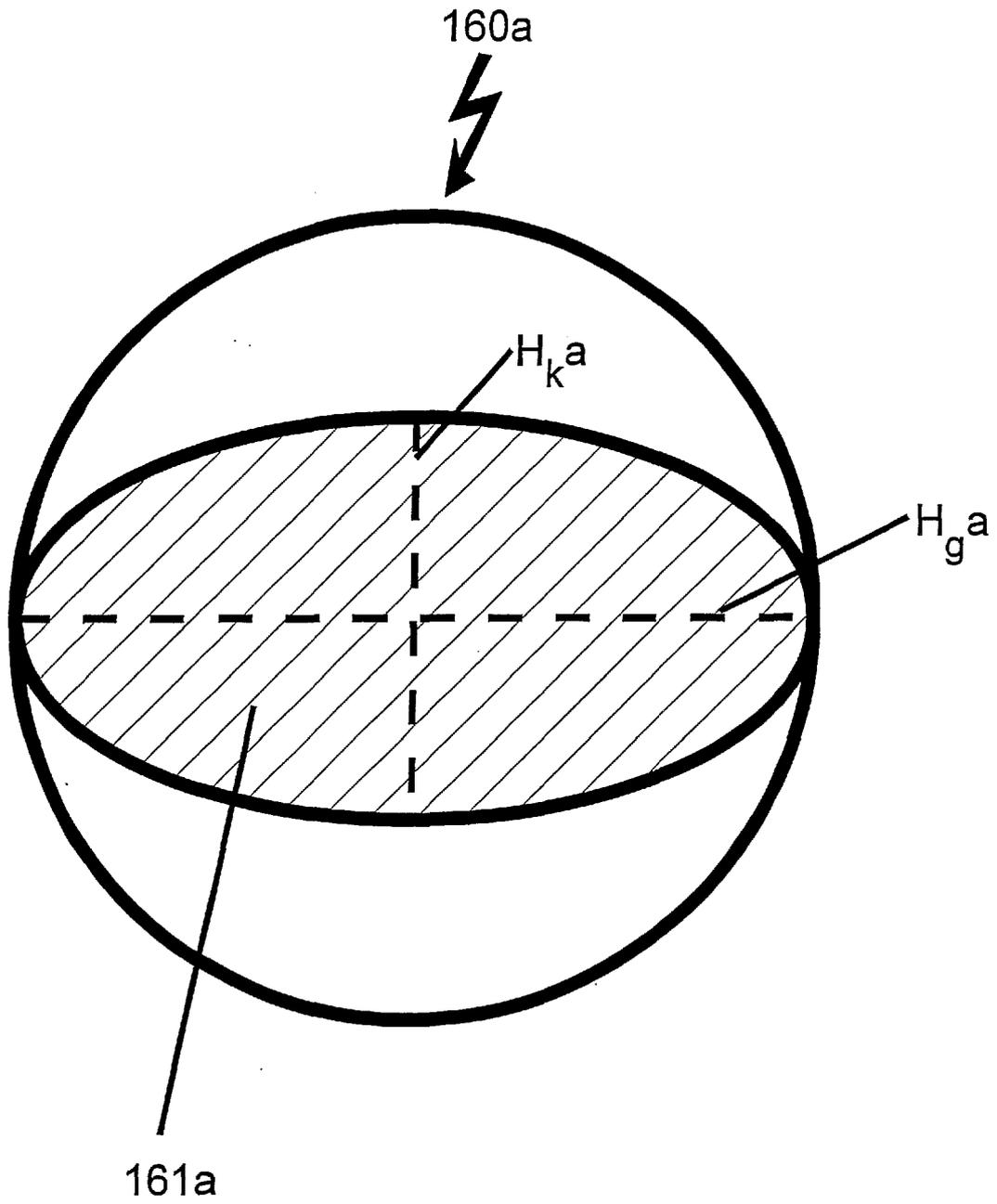


Fig. 2

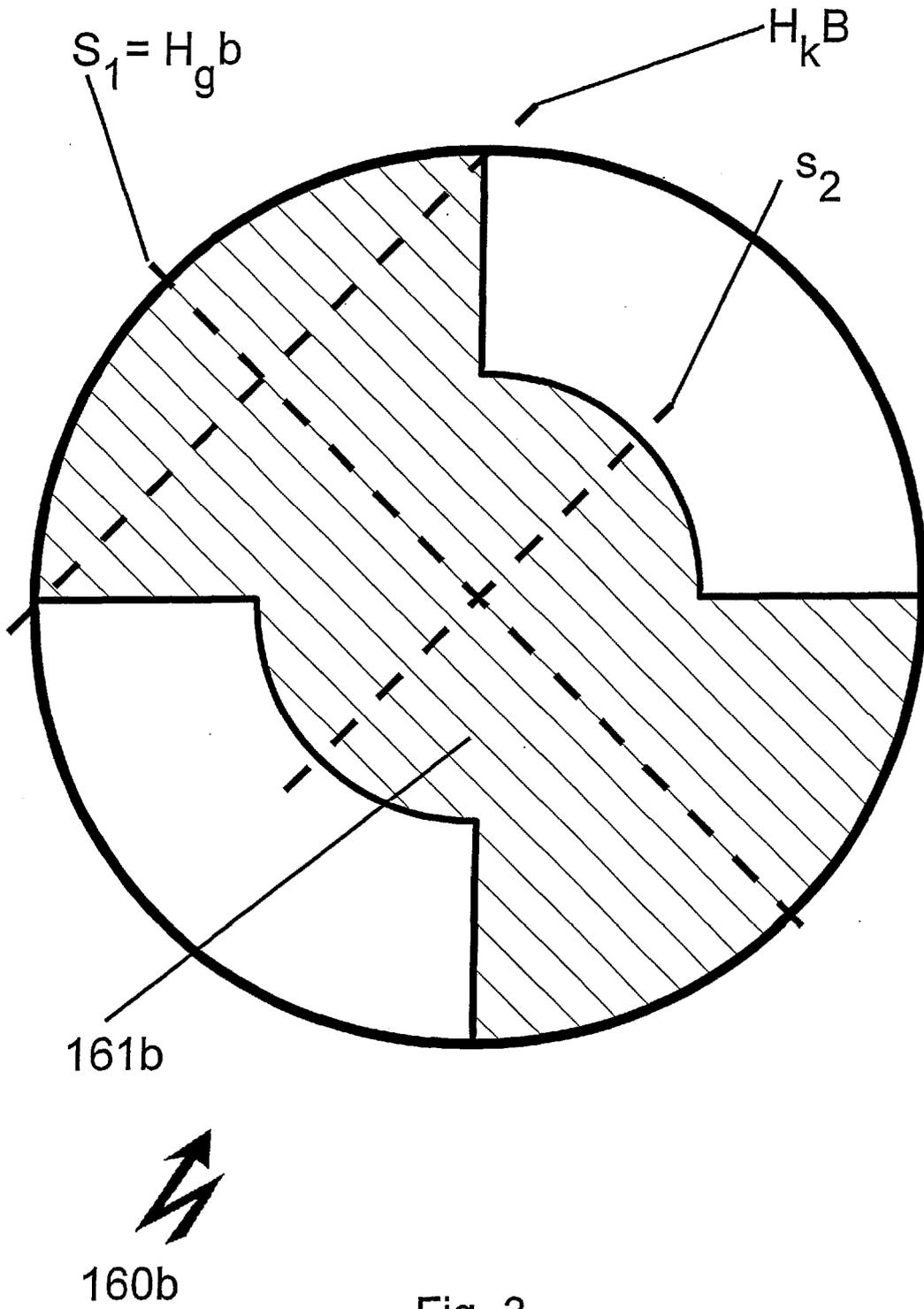


Fig. 3

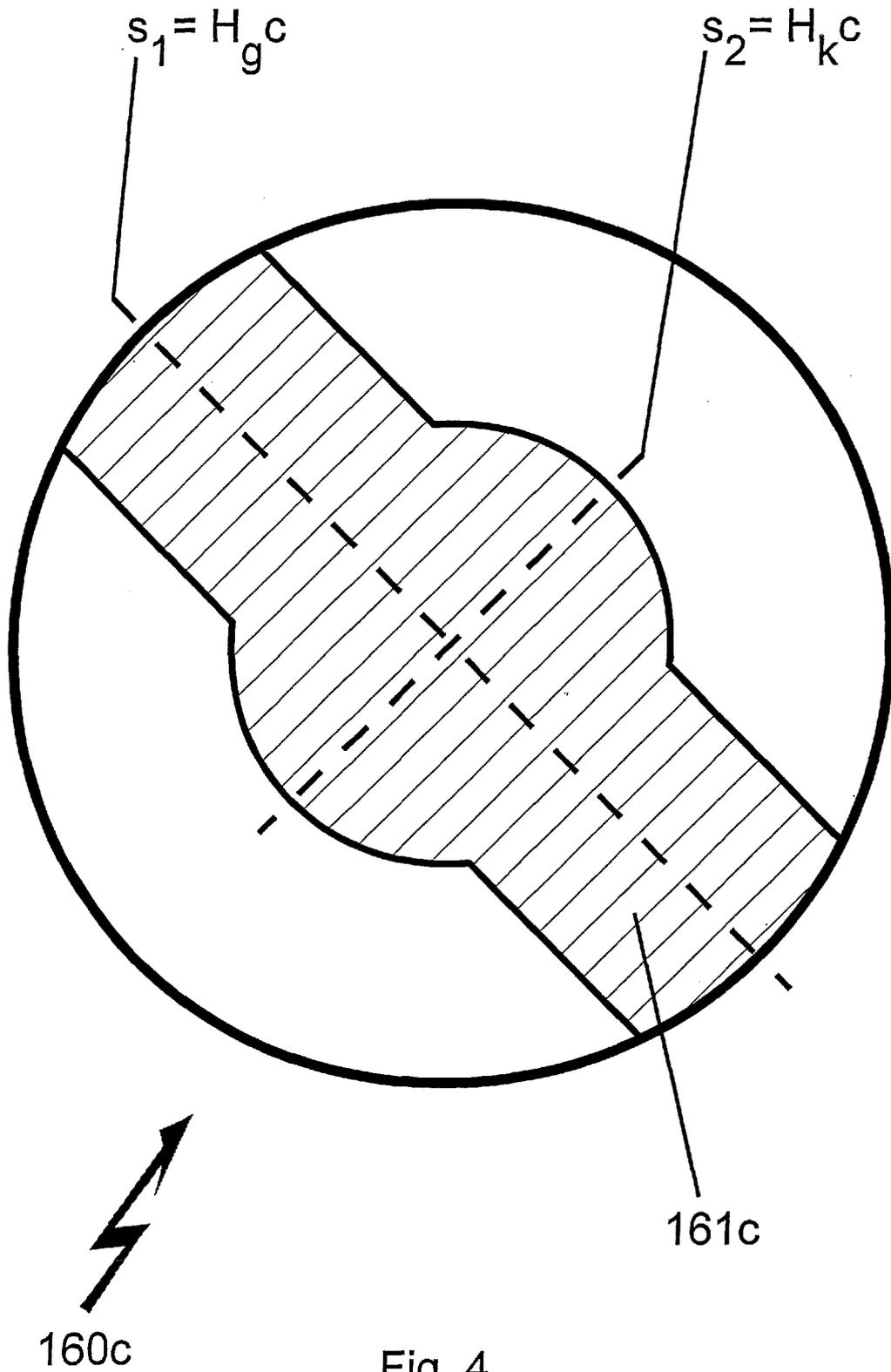


Fig. 4

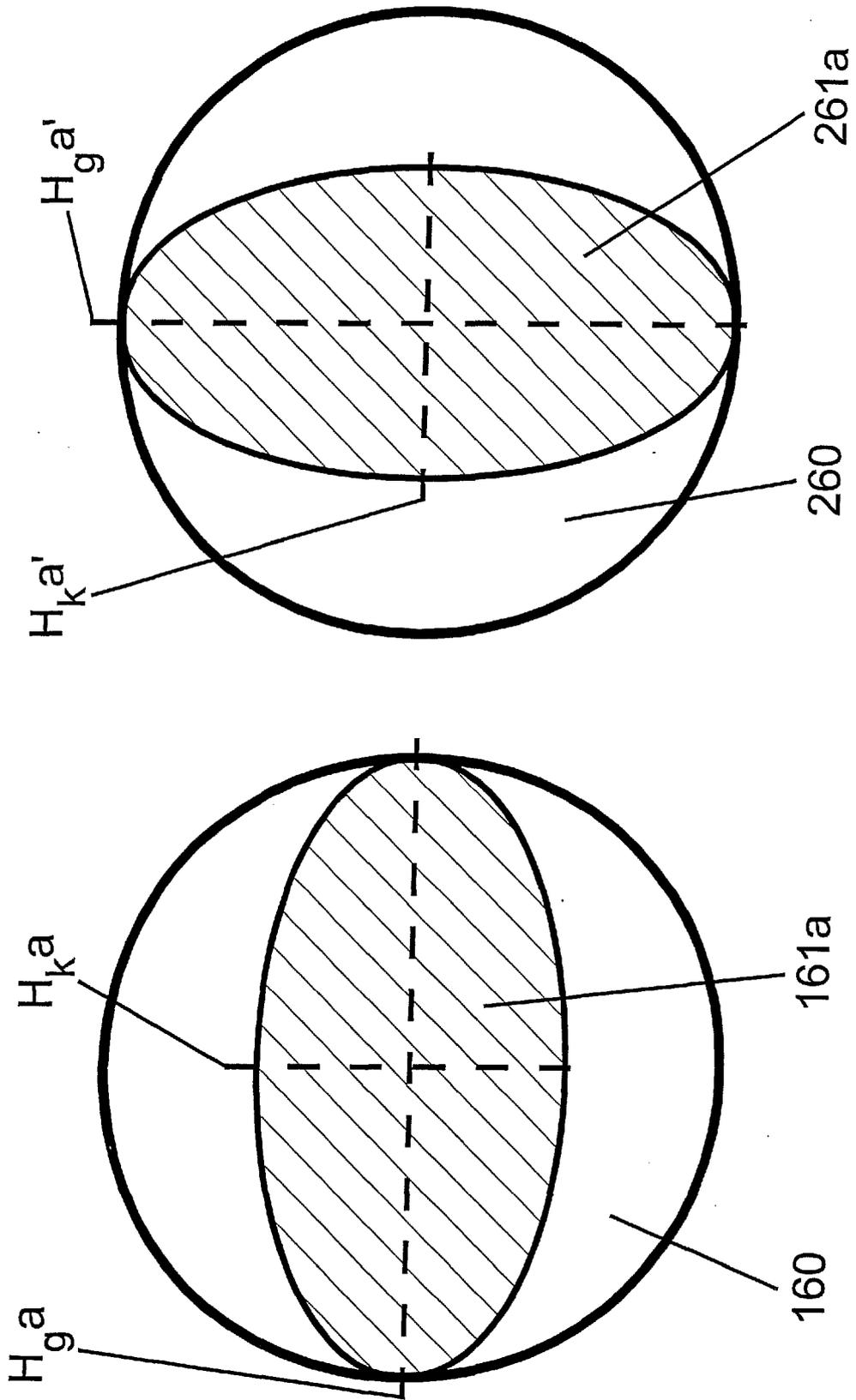


Fig. 5

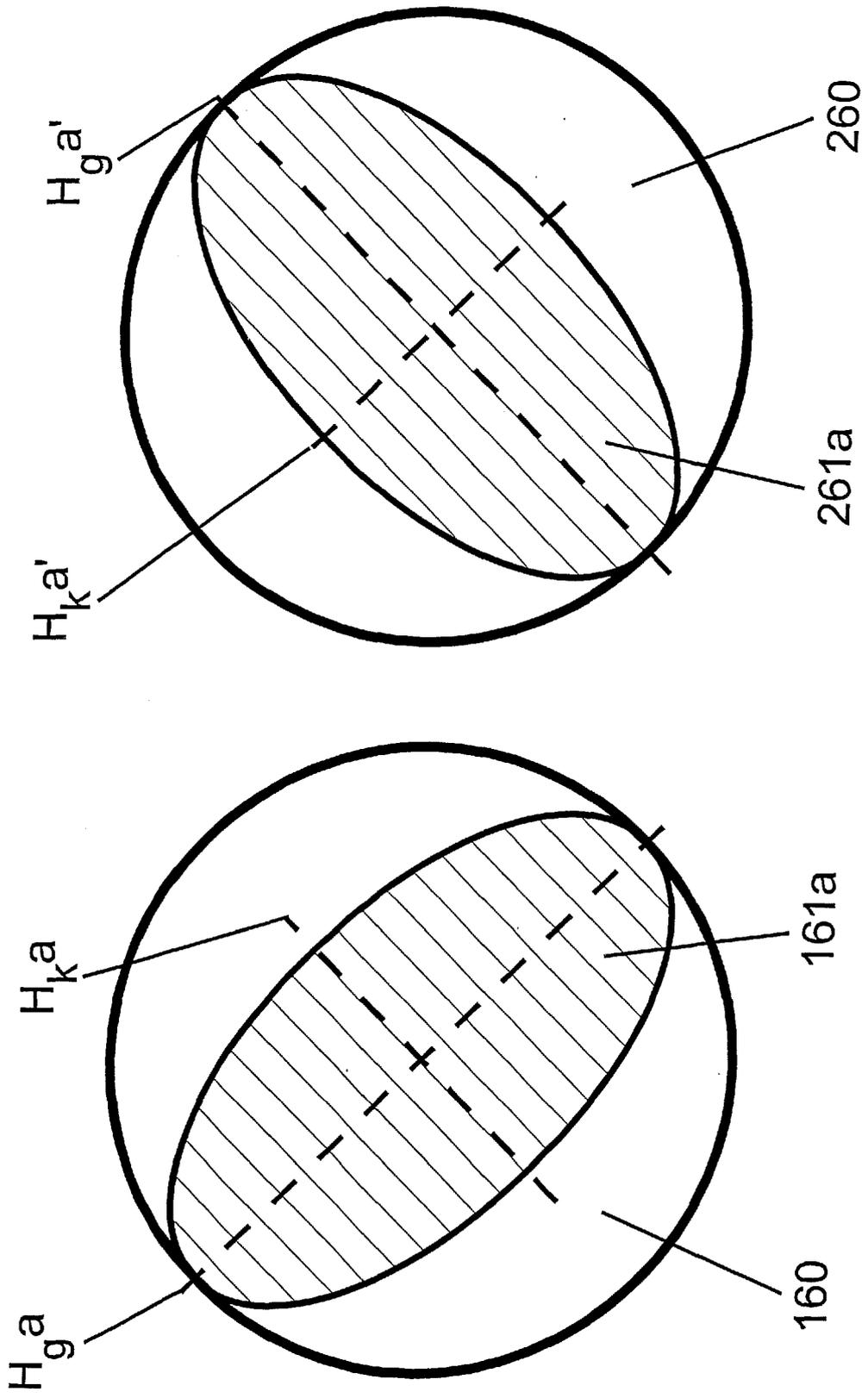


Fig. 6

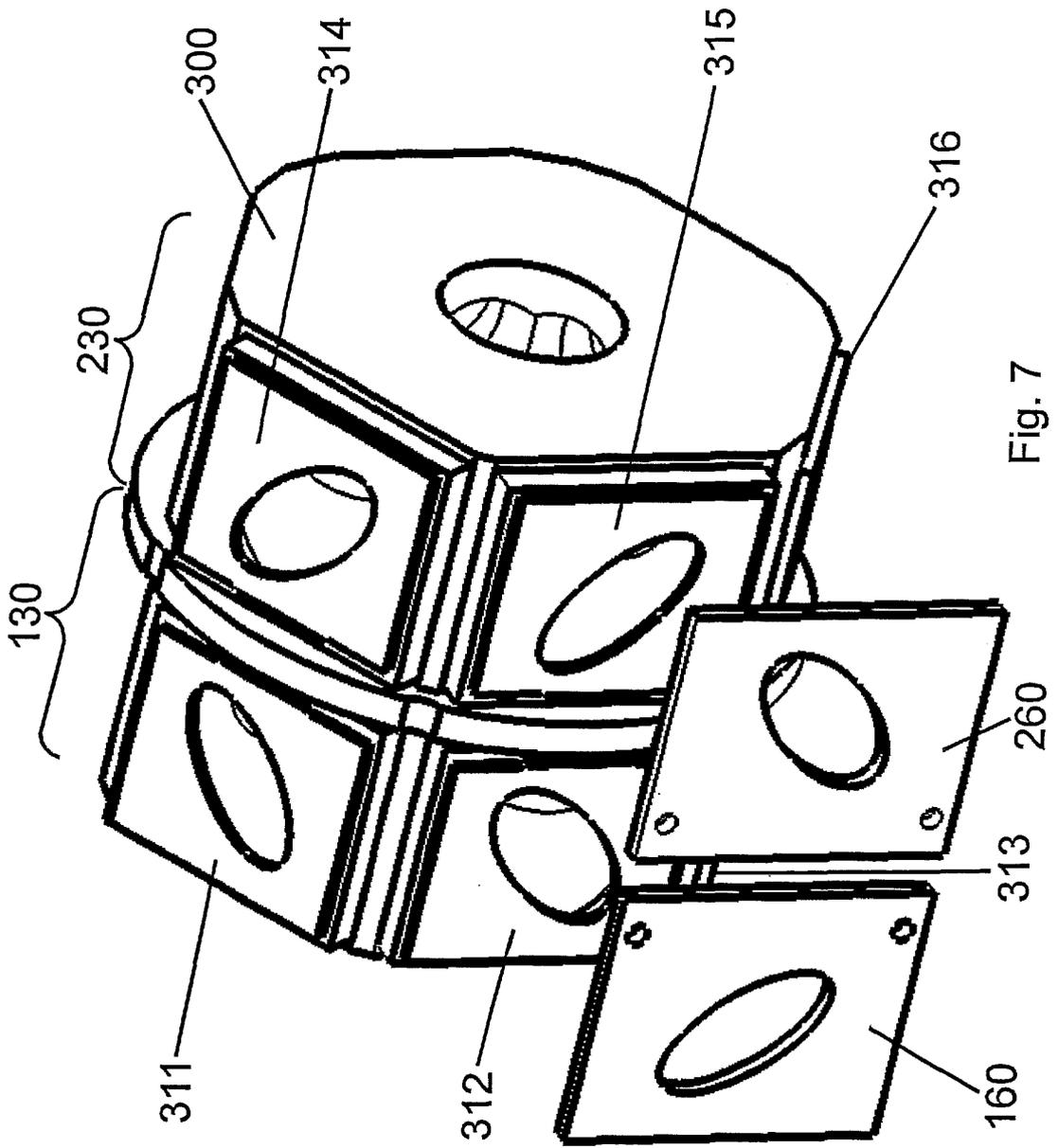


Fig. 7

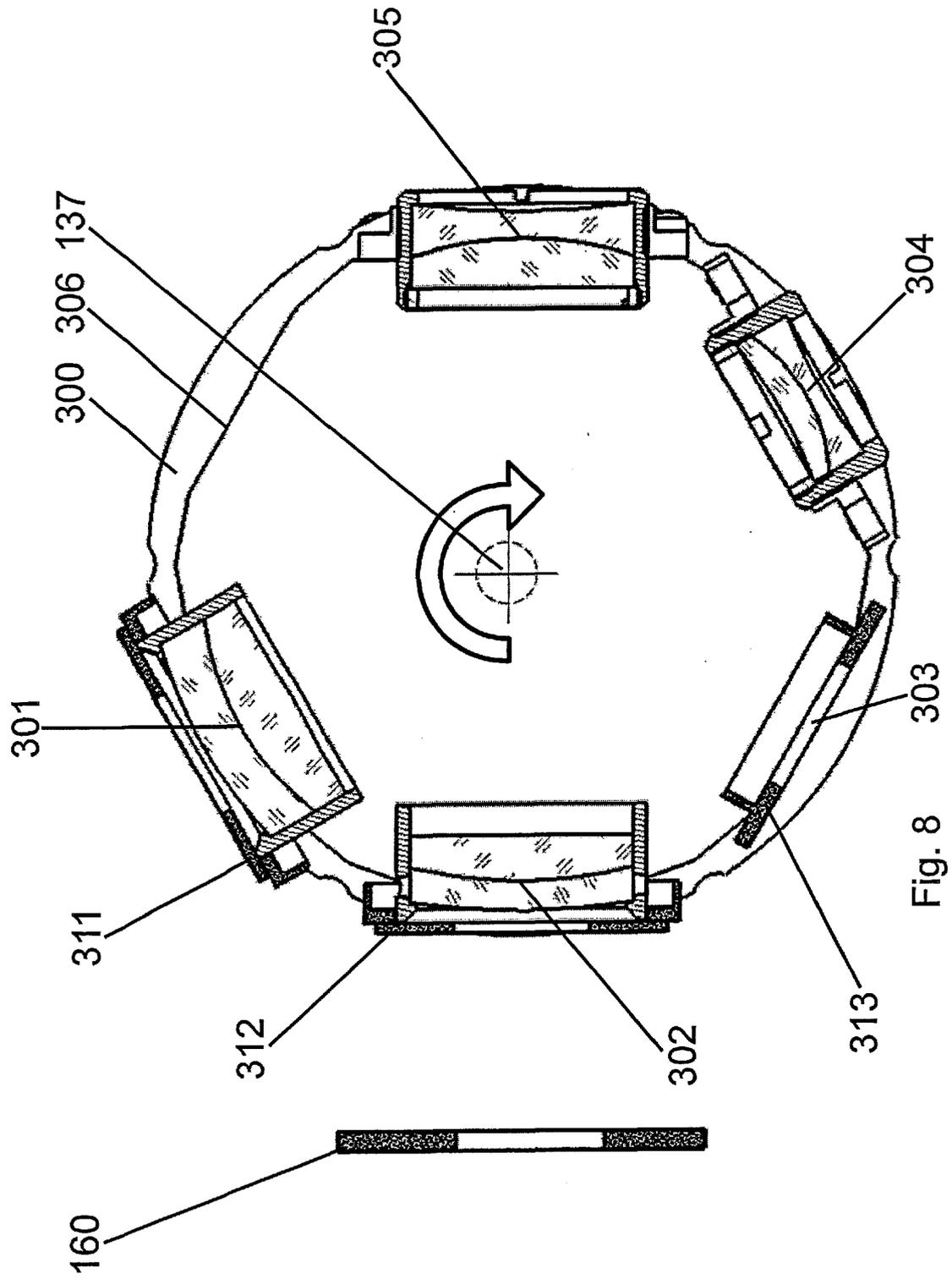


Fig. 8

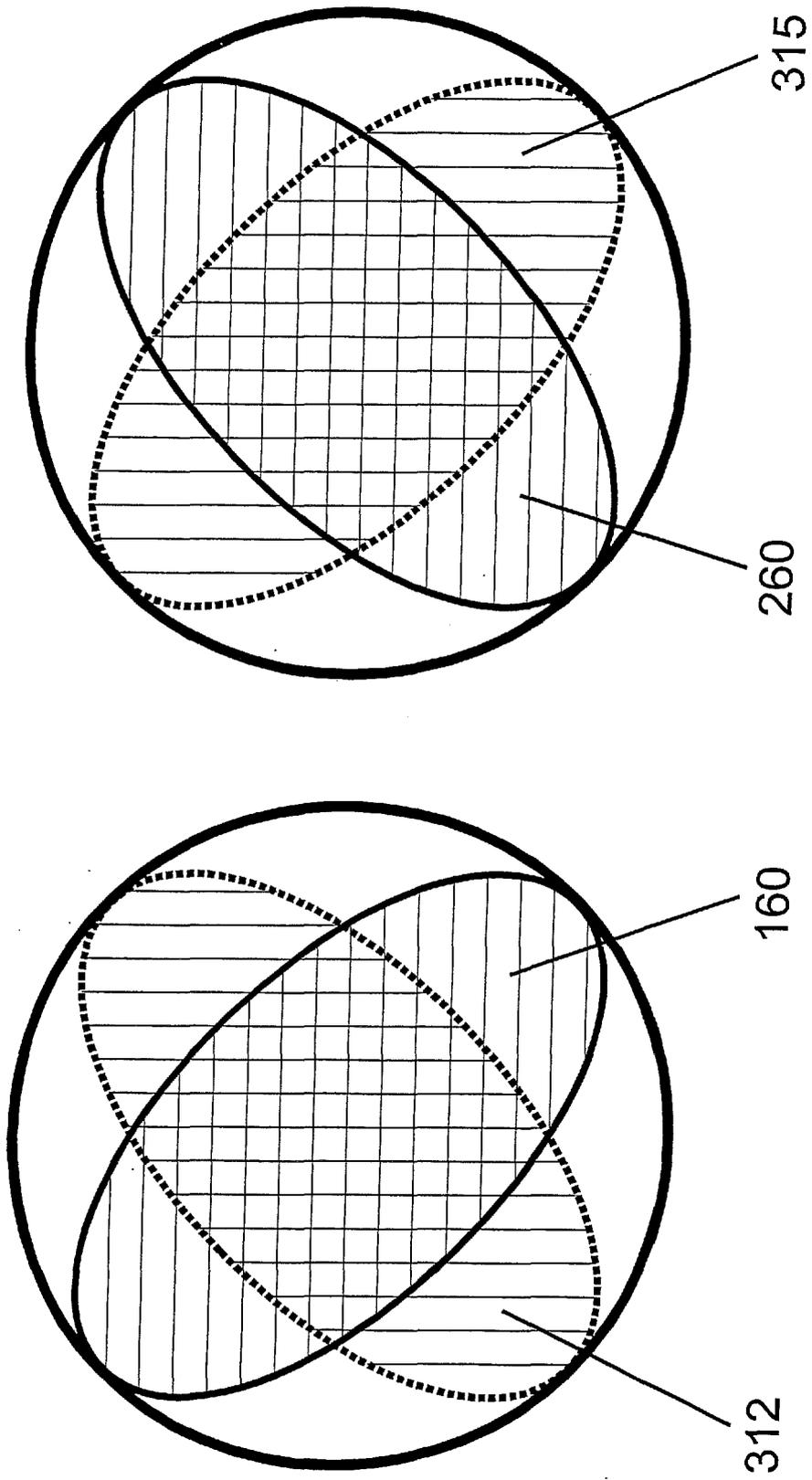


Fig. 9

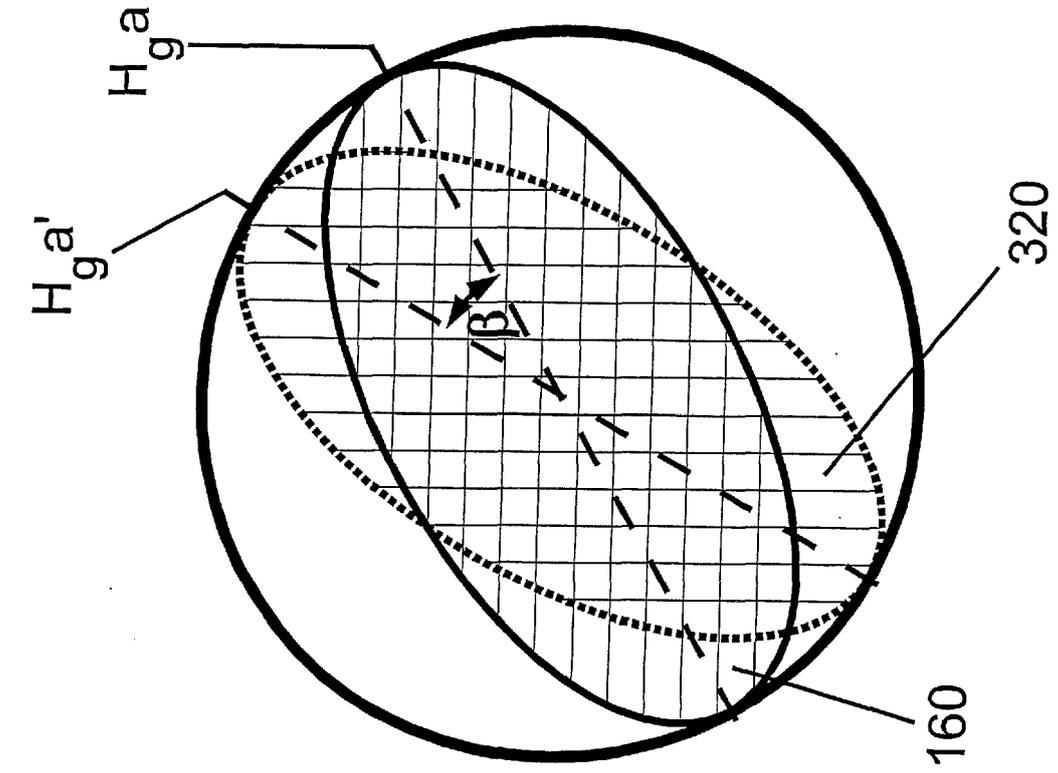


Fig. 10a

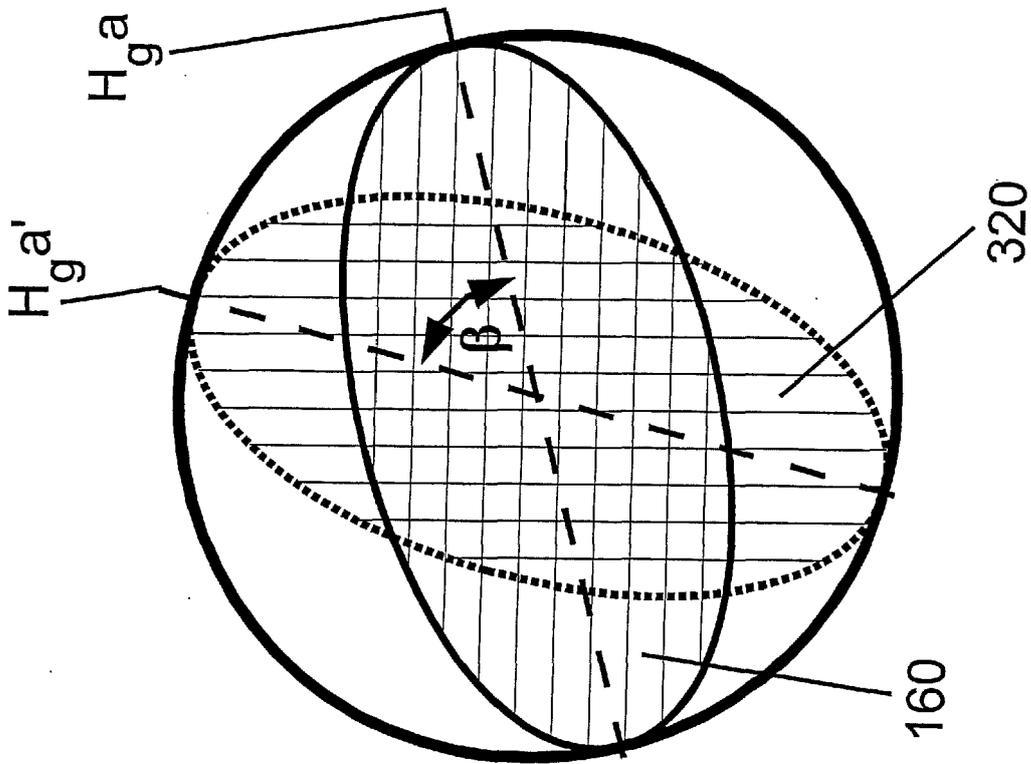


Fig. 10b