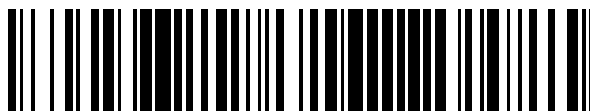


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 147**

51 Int. Cl.:

**G02B 21/08** (2006.01)

**G02B 21/22** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.10.2009 PCT/US2009/062155**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.05.2010 WO10053748**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2009 E 09825226 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.11.2019 EP 2350728**

54 Título: **Sistema de iluminación estereoscópica para microscopio**

30 Prioridad:

**07.11.2008 US 267380**

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

**27.05.2020**

73 Titular/es:

**ALCON INC. (100.0%)  
Rue Louis-d'Affry 6  
1701 Fribourg, CH**

72 Inventor/es:

**BUTLER, JONATHAN MICHAEL;  
HEWLETT, ROBERT TROY;  
HEWLETT, ROBERT JEFFREY y  
HEWLETT, ROBERT MCCOY**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 763 147 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**

Sistema de iluminación estereoscópica para microscopio

5 Campo de la invención

La presente invención es un sistema de iluminación estereoscópica novedoso para un microscopio.

Antecedentes de la invención

10 Los microscopios se utilizan en muchos campos diferentes. La presente invención puede utilizarse en cualquier campo, aunque es especialmente útil en entornos quirúrgicos o cualquier otra aplicación en la que objetos altamente tridimensionales requieran un aumento, particularmente aquéllos parcialmente ocluidos por un elemento cerrado. Un ejemplo de ello es la cirugía oftálmica.

15 En el entorno quirúrgico, se han diseñado y comercializado varios microscopios diferentes para esta aplicación.

El documento US2004246575 A1 da a conocer un sistema de iluminación para un microscopio binocular que emite haces de luz a una muestra a lo largo del eje óptico de observación así como con un ángulo oblicuo.

20 El documento US3512860 A da a conocer otro sistema de iluminación para un microscopio binocular.

Sumario de la invención

25 La presente invención proporciona un sistema de iluminación estereoscópica para un microscopio binocular según la reivindicación 1. En las reivindicaciones dependientes se definen formas de realización según la presente invención.

30 El aspecto novedoso del sistema de iluminación es la emisión de dos haces de luz colimados a la superficie objeto que se solapan al menos parcialmente, produciendo una iluminación estereoscópica. Adicionalmente, se proporciona un sistema de iluminación independiente con un ángulo oblicuo con respecto al sistema estereoscópico. Cualquier sistema puede utilizarse junto o separado.

35 Como se define en el presente documento y a menos que se indique lo contrario, (a) "luz colimada" significa rayos de luz procedentes de cualquier fuente de luz que son parcialmente paralelos en lugar de convergentes o divergentes; y (b) "colimación" significa el proceso de disponer haces de luz convergentes o divergentes de modo que sean al menos parcialmente paralelos. Si la fuente de luz para cada haz estereoscópico fuera realmente una fuente puntual, habría poco solapamiento de los haces en la superficie objeto. Con una fuente de luz blanca, la distancia focal de la lente varía con la longitud de onda. Un haz colimado de manera ideal se obtendría de una fuente puntual monocromática ubicada en el punto focal de la lente condensadora. Sin embargo, cuanto mayor es la

40 fuente de luz, más efectos adicionales se producen. La luz procedente de un lado de la bombilla, por ejemplo, entra en la lente condensadora en un punto diferente que la luz procedente del otro lado de la bombilla y por tanto, se comportan de manera diferente cuando salen de la lente. La luz que se sitúa directamente en el eje óptico de la lente está colimada aunque la luz fuera del eje crea cierta divergencia en los haces.

45 Breve descripción de las figuras

La figura 1 es una vista desde la parte superior del sistema de iluminación que muestra el sistema de iluminación estereoscópica y el sistema de iluminación oblicua. Las líneas con flechas representan los centros de los haces de luz desde su fuente hasta que se reflejan en el divisor de haces (para iluminación estereoscópica) y en el espejo completo (para iluminación oblicua).

50 La figura 2 es una vista esquemática lateral de un lado del sistema de iluminación estereoscópica. Muestra un único haz de luz colimada que ilumina la superficie objeto, en este caso un ojo, y la luz procedente del reflejo rojo del ojo que se desplaza a través de la lente objetivo hacia los binoculares.

55 La figura 3 es una vista esquemática lateral del sistema de iluminación oblicua, en el que la luz está desplazada con un ángulo oblicuo con respecto al sistema de iluminación estereoscópica. Muestra un haz de luz que ilumina la superficie objeto, en este caso un ojo, y la luz procedente del reflejo rojo del ojo que se desplaza a través de la lente objetivo hacia los binoculares.

60 La figura 4 es una vista lateral de la invención como módulo separable para un microscopio existente, que incluye una vista esquemática lateral del sistema de iluminación estereoscópica y cómo el haz de luz ilumina la superficie objeto. Muestra un haz de luz colimada que ilumina la superficie objeto, en este caso un ojo, y la luz procedente del reflejo rojo del ojo que se desplaza a través de la lente objetivo hacia los binoculares.

65

La figura 4a es una vista lateral de la invención como módulo separable para un microscopio existente, que incluye una vista esquemática lateral del sistema de iluminación oblicua y cómo el haz de luz ilumina la superficie objeto. Muestra un haz de luz que ilumina la superficie objeto, en este caso un ojo, y la luz procedente del reflejo rojo del ojo que se desplaza a través de la lente objetivo hacia los binoculares.

5 La figura 5 es una vista lateral de la invención como módulo unido a un microscopio existente, que incluye una vista esquemática lateral del sistema de iluminación estereoscópica y cómo el haz de luz ilumina la superficie objeto. Muestra un haz de luz colimada que ilumina la superficie objeto, en este caso un ojo, y la luz procedente del reflejo rojo que se desplaza a través de la lente objetivo hacia los binoculares.

10 La figura 5a es una vista lateral de la invención como módulo unido a un microscopio existente, que incluye una vista esquemática lateral del sistema de iluminación oblicua y cómo el haz de luz ilumina la superficie objeto. Muestra un haz de luz que ilumina la superficie objeto, en este caso un ojo, y la luz procedente del reflejo rojo que se desplaza a través de la lente objetivo hacia los binoculares.

15 La figura 6 es un corte en 3 dimensiones del sistema de iluminación que incluye los sistemas de iluminación estereoscópica y oblicua, los centros de los haces de luz y los patrones de iluminación en la superficie objeto.

20 La figura 7 ilustra los sistemas de iluminación con reóstatos, para un control independiente de cada fuente de iluminación, y sus conexiones a una fuente de alimentación externa.

#### Descripción detallada

25 La invención es un sistema de iluminación para un microscopio, estando el sistema de iluminación debajo de la lente objetivo del microscopio. La invención incluye dos sistemas de iluminación, siendo el primero el sistema estereoscópico que emite dos haces de luz colimada (como se define en el presente documento) a la superficie objeto 16. Estos dos haces de luz colimada se solapan en la superficie objeto al menos parcialmente. La ventaja de la luz colimada estereoscópica es una mejor vista tridimensional que la producida por los sistemas de iluminación de la técnica anterior en circunstancias similares. Comparado con la luz no colimada, la emisión de luz colimada a una

30 abertura parcialmente ocluida permite (a) una mayor cantidad de luz y (b) luz más directa. El solapamiento al menos parcial de la luz colimada permite que el usuario vea a través de los binoculares para visualizar la superficie objeto de manera óptima con estereopsis. También se proporciona un sistema de iluminación adicional con un ángulo oblicuo con respecto al sistema estereoscópico, aunque no es necesario que la luz para el sistema oblicuo esté colimada.

35 Una forma de realización preferida produce haces de luz colimados para cada uno de los dos haces de luz estereoscópica al hacer pasar la luz a través de una lente de condensación esférica y a continuación a través de una lente plano-convexa colocada en el plano focal apropiado. La colimación puede conseguirse en múltiples puntos entre la fuente de luz y la superficie objeto (por ejemplo, antes o después del filtrado, o antes o después de que se divida el haz).

45 La invención puede incorporarse en un microscopio entero o puede construirse como accesorio de módulo sobre un microscopio existente. Si se construye como módulo, el módulo incluye una lente objetivo 11a que sustituye a la lente objetivo del microscopio. Situados debajo de la lente objetivo 11a incluida de tipo módulo o de la lente objetivo de tipo incorporado, hay unos componentes de iluminación para dirigir la luz a la superficie objeto 16. La construcción del microscopio puede modificarse sustancialmente sin afectar al sistema de iluminación.

50 En una forma de realización preferida, una fuente de luz produce dos haces de luz para el sistema estereoscópico que se dirigen mediante los siguientes elementos a la superficie objeto 16 como dos haces de luz colimados. En otra forma de realización, los dos haces de luz colimados se producen mediante dos fuentes de luz, una para cada haz de luz. Los componentes de iluminación de la fuente de luz 5 para el sistema estereoscópico y la fuente de luz 7 para el sistema oblicuo se ubican dentro del módulo o microscopio existente y se separan mediante una barrera opaca 6. Un haz procedente de la fuente de luz estereoscópica 5 se recoge mediante dos lentes de condensación 4 que recogen y concentran la luz.

55 En una forma de realización preferida, cada haz de luz recogido y concentrado que pasa a través de una lente de condensación se transmite a través de un filtro de infrarrojos 3, a continuación a través de un filtro de ultravioleta 2 y a continuación a través de una lente de colimación 8. En una forma de realización, una lente de colimación es una lente convexa doble (es decir, con una superficie curvada en ambos lados) con una distancia focal positiva que, cuando se utiliza junto con una lente de condensación esférica aguas arriba y se sitúa en el plano focal apropiado, produce luz colimada.

60 Sin embargo, en una forma de realización preferida, se utiliza una fuente de luz para el sistema estereoscópico para producir dos haces de luz de la siguiente manera. Un haz procedente de cada uno de los dos lados de la fuente de luz se dirige a través de un prisma de Dove 1 (que produce una flexión doble de la luz para un total de 180°) antes de alcanzar la lente de colimación 8. Entonces, después de pasar a través de las lentes de colimación, cada haz de

luz colimada se refracta con un prisma 10 de 90°. Cada columna de luz colimada sale de su prisma 10 de 90° paralela a la otra de modo que cada una choque contra un divisor de haces 12 con un ángulo, de modo que una parte de cada columna de luz colimada se refleje hacia abajo hacia la superficie objeto 16.

5 Estas columnas de luz colimada que se reflejan desde el divisor de haces 12 hacia abajo hacia la superficie objeto 16 se solapan entre sí al menos parcialmente en el solapamiento de iluminación estereoscópica 27 como dicta la distancia focal de la lente objetivo 11a incluida. La parte de luz procedente de los haces de luz colimada que pasan a través del divisor de haces 12 se absorbe mediante un absorbedor de luz antirreflectante 13. En una forma de realización preferida, el divisor de haces 12 divide la luz por la mitad, una mitad se refleja a la superficie objeto 16 y la otra mitad pasa a través del divisor de haces al absorbedor de luz antirreflectante 13. El divisor de haces 12 puede ser medio espejo o un espejo parcialmente reflectante en otra fracción (por ejemplo, reflectante en tres cuartas partes). La función del divisor de haces 12 es permitir que la luz pase hacia arriba desde la superficie objeto 16 hacia los binoculares 22 para el usuario. Los haces de luz colimados son coaxiales con la luz transmitida a los binoculares. Una cubierta de cristal para plano 15 cierra la parte inferior del módulo para proteger los componentes de los contaminantes.

Para la invención son necesarios tres haces de luz, aunque pueden conseguirse de diferentes maneras. Una manera sería utilizar tres fuentes de luz teniendo cada una su propio conjunto de lentes de condensación y de colimación. Otra manera sería utilizar dos fuentes de luz, como el modelo ilustrado en el presente documento. Éste utilizaría luz emitida desde dos lados de una bombilla para las trayectorias estereoscópicas y la segunda fuente de luz para la trayectoria oblicua. Otra manera sería utilizar una fuente. La luz podría recogerse desde tres lados de la bombilla, condensarse y colimarse por separado para formar los tres haces necesarios, o la luz podría recogerse y a continuación dividirse ópticamente en haces separados más adelante por la trayectoria. La ventaja significativa de utilizar más de una fuente de luz, es la capacidad de ajustar la relación de iluminación entre la luz estereoscópica y la oblicua para una visualización óptima. La utilización de una fuente y la capacidad de ajustar las relaciones de luz requerirían obturadores mecánicos para bloquear la luz de manera correspondiente. Otra variante respecto a la fuente de luz es el uso de una fuente de luz de fibra óptica. Esto simplemente elimina las bombillas actuales de la proximidad inmediata del sistema y las coloca en una ubicación más alejada. Las ventajas de esto son la capacidad de utilizar fuentes de luz de mayor potencia que no encajarían de manera realista en el módulo, eliminándose el calor generado por las bombillas eliminadas de la proximidad del procedimiento quirúrgico, y eliminándose también el ruido y el aire del ventilador interno para llevarlos a un sitio alejado. Una desventaja con un sistema de fibra óptica es la pérdida de luz a través del cable de fibra óptica. Otra variante para la fuente de luz es una fuente de luz LED (diodo emisor de luz). También es posible cualquier combinación de LED, bombilla y fuentes de fibra óptica en un sistema.

Una fuente de luz para el sistema oblicuo 7 se ubica de manera que la luz procedente de dicha segunda fuente de luz se dirige a través de una lente de condensación 4 que recoge y concentra la luz procedente de la fuente de luz 7. La luz recogida y concentrada procedente de la lente de condensación 4 se transmite a través de un filtro de infrarrojos 3 y un filtro de ultravioleta 2 a una lente colectora 8a que recoge la luz divergente procedente de la lente de condensación 4. La luz pasa a través de la lente colectora 8a y se refleja hacia abajo hacia la superficie objeto 16 con un ángulo de modo que se alcance una iluminación oblicua 28 de la superficie objeto 16. La iluminación oblicua 28 cubre todo el campo visual para los dos ojos del usuario, suponiendo que el objetivo está en un rango medio o más alto. La iluminación oblicua 28 puede reducirse mediante una abertura mecánica ajustable 25 de modo que la iluminación se centre en un área más pequeña de la superficie objeto 16, por ejemplo el iris de un ojo sólo, para eliminar el brillo hacia el usuario procedente de la luz reflejada desde la esclerótica del ojo.

El filtro de infrarrojos 3 y el filtro de ultravioleta 2 pueden situarse en cualquier posición adecuada en la trayectoria entre las fuentes de luz 5, 7 y la superficie objeto 16.

50 Los reóstatos 26 controlan la intensidad de las dos fuentes de luz 5, 7 para controlar la cantidad de luz proyectada hacia la superficie objeto 16.

Un ventilador de enfriamiento 17 está montado en la proximidad inmediata de la bandeja de bombilla 19 u otras fuentes de luz en el sistema de iluminación.

55 El alojamiento 18 del componente modular incluye un accesorio para su conexión a un microscopio existente. Este accesorio se une en el receptáculo de lente objetivo del microscopio existente después de haber retirado la lente objetivo del microscopio existente. Este accesorio bloquea el alojamiento de módulo 18 en su sitio en el receptáculo de lente objetivo 11 del microscopio existente. Una forma de realización preferida de este accesorio es un anillo de unión 20 que se enrosca o se monta de otro modo sobre el microscopio existente.

Para todo el microscopio que incluye la invención, los binoculares 22 están en comunicación con una óptica con zoom 23 alojada en el cuerpo del microscopio 21 y están en comunicación con la lente objetivo 11a. Existe un alojamiento de accionamiento de enfoque 24.

65

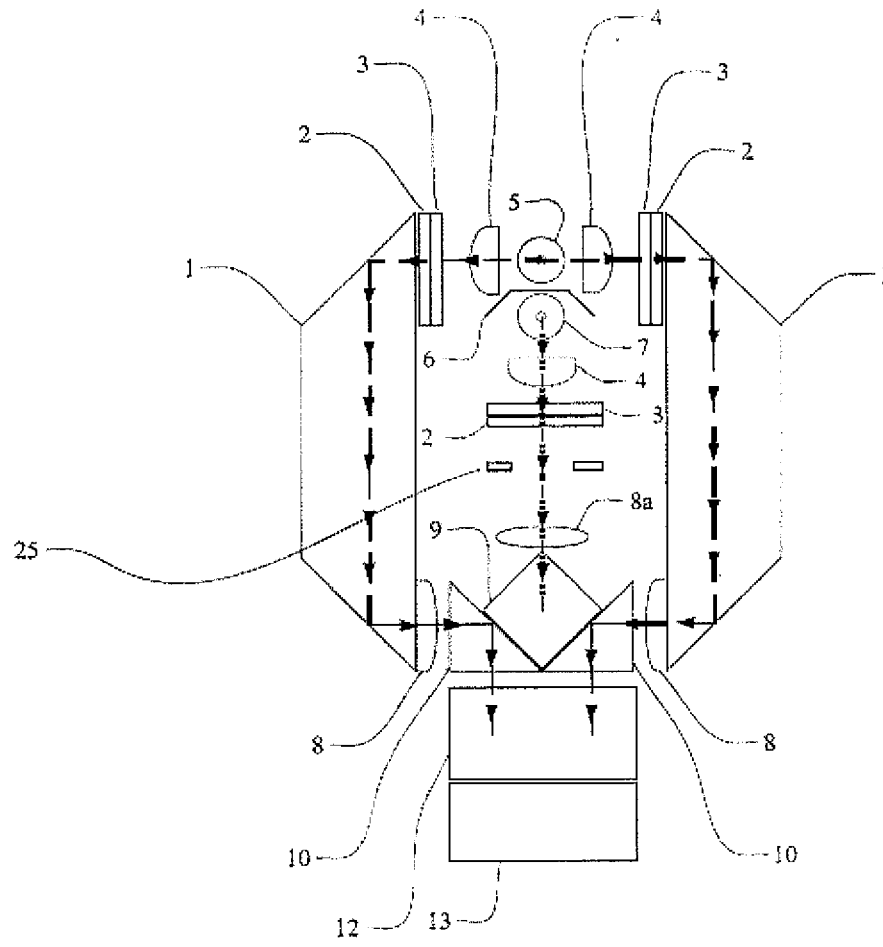
El sistema incorporado está completamente encerrado en el cuerpo del microscopio debajo del sistema de zoom y la lente objetivo 11a.

5 Se utiliza una óptica auxiliar, como espejos y prismas, para refractar la luz de modo que los haces proyectados salgan del sistema con ángulos apropiados. También podrían utilizarse para dividir un único haz de luz en dos haces de luz. Esto podría realizarse si sólo se utilizara una fuente de luz, o si se utilizara un sistema de fibra óptica y el haz entrante tuviera que convertirse en dos o tres haces. Esta colocación de la óptica auxiliar para el redireccionamiento o la división de luz por la trayectoria es irrelevante para la función siempre que los haces se dirijan a las ubicaciones adecuadas, teniendo en cuenta las pérdidas que se producen en cada interfaz de luz.

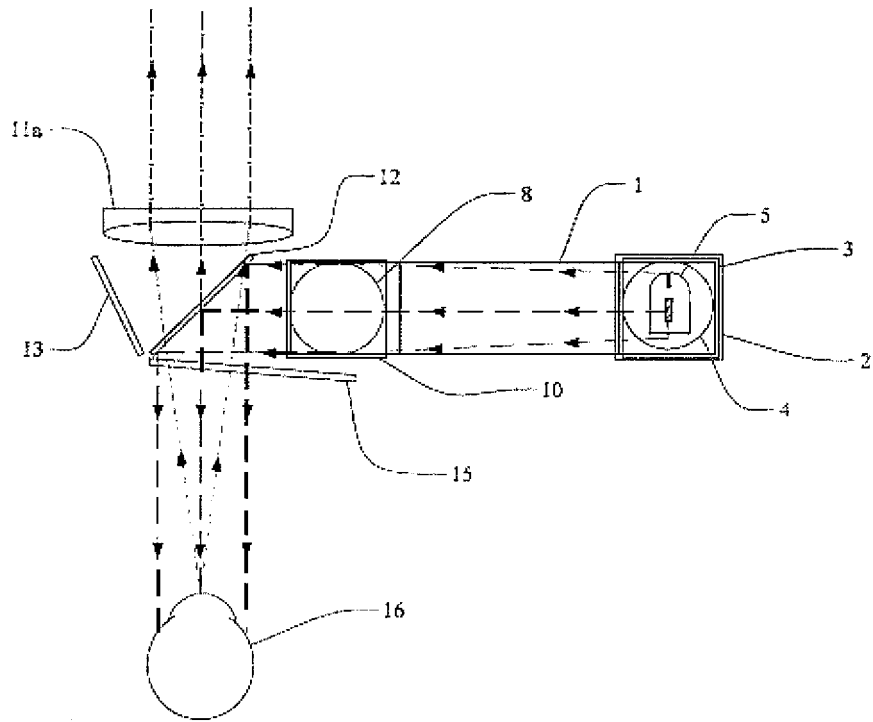
10 Existen numerosas combinaciones que podrían conseguirse utilizando una o varias de las mismas fuentes de luz o fuentes de luz diferentes, espejos y prismas para dirigir la luz dentro del sistema, utilizando prismas para dividir los haces en cualquier punto a lo largo de la trayectoria de luz si no hay haces suficientes de las fuentes de luz, utilizando o no un obturador mecánico para el control de intensidad de iluminación, la colocación de los filtros de ultravioleta e infrarrojos, e incluso la dirección y el ángulo con los cuales la luz oblicua ilumina el campo. Finalmente, estas variaciones, si se realizan adecuadamente, dan como resultado dos haces de iluminación estereoscópica colimados que inciden en el divisor de haces 12 situado a un ángulo de cuarenta y cinco grados en la trayectoria directa de las trayectorias de visualización óptica de un microscopio, y un tercer haz de iluminación oblicua que incide en la superficie objeto 16 a un determinado ángulo de desplazamiento con la capacidad de controlar los niveles y/o las relaciones de dicha iluminación.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de iluminación estereoscópica para un microscopio binocular, que comprende a lo largo de la trayectoria de luz comenzando por al menos una fuente de luz (5, 7):
- 5 la al menos una fuente de luz (5, 7) configurada para producir unos haces de luz no colimados primero, segundo y tercero;
- 10 unas lentes de condensación primera y segunda (4) configuradas para condensar los haces de luz primero y segundo, respectivamente;
- unos prismas de Dove primero y segundo (1) configurados para dirigir los haces de luz primero y segundo a las lentes de colimación primera y segunda (8), respectivamente;
- 15 estando configuradas las lentes de colimación primera y segunda (8) para proporcionar unos haces de luz primero y segundo colimados de luz parcialmente paralela;
- unos prismas de 90° primero y segundo (10) configurados para reflejar los haces de luz primero y segundo, respectivamente, saliendo los haces de luz primero y segundo de los prismas de 90° paralelos entre sí; y
- 20 un divisor de haces (12) configurado para reflejar parcialmente los haces de luz primero y segundo hacia una superficie objeto (16) de modo que los haces de luz primero y segundo se solapen parcialmente en la superficie objeto;
- 25 comprendiendo además el sistema de iluminación estereoscópica en este orden a lo largo de la trayectoria de luz comenzando por la al menos una fuente de luz (5, 7):
- una tercera lente de condensación (4) configurada para condensar el tercer haz de luz;
- 30 una lente colectora (8a) configurada para recoger el tercer haz de luz;
- un espejo (9) configurado para reflejar el tercer haz de luz hacia la superficie objeto (16) desplazado con un ángulo oblicuo con respecto al eje de los dos haces de luz colimados.
- 35 2. El sistema según la reivindicación 1, en el que los dos haces de luz colimados tienen ejes sustancialmente en el mismo plano.
3. El sistema según la reivindicación 1, en el que el tercer haz de luz está adaptado para iluminar todo el campo visual para los dos ojos del usuario iluminados por los dos haces de luz colimados en la superficie objeto (16).
- 40 4. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un reóstato (26) para ajustar la intensidad de los dos haces de luz colimados.
5. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además un reóstato (26) para ajustar la intensidad del tercer haz de luz.
- 45 6. El sistema según la reivindicación 1, que comprende además medios para ajustar la relación de la intensidad de luz entre, por un lado, los dos haces de luz colimados y, por el otro, el tercer haz de luz.
- 50 7. El sistema según la reivindicación 1, en el que los ejes de los dos haces de luz colimados están a un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie objeto (16).
8. El sistema según la reivindicación 1, en el que los dos haces de luz colimados no pasan a través de una lente objetivo (11a).
- 55 9. El sistema según la reivindicación 8, en el que el divisor de haces (12) está colocado entre la lente objetivo (11a) y la superficie objeto (16).
- 60 10. El sistema según la reivindicación 1, en el que el sistema es un módulo unido al microscopio.



*Fig. 1*



*Fig. 2*



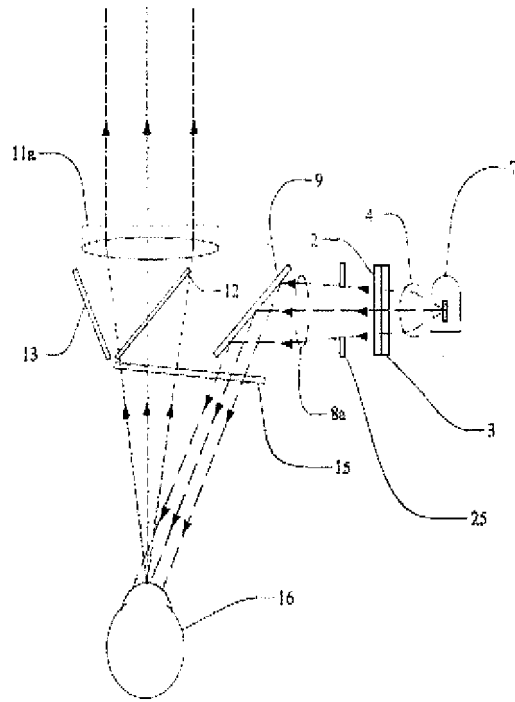
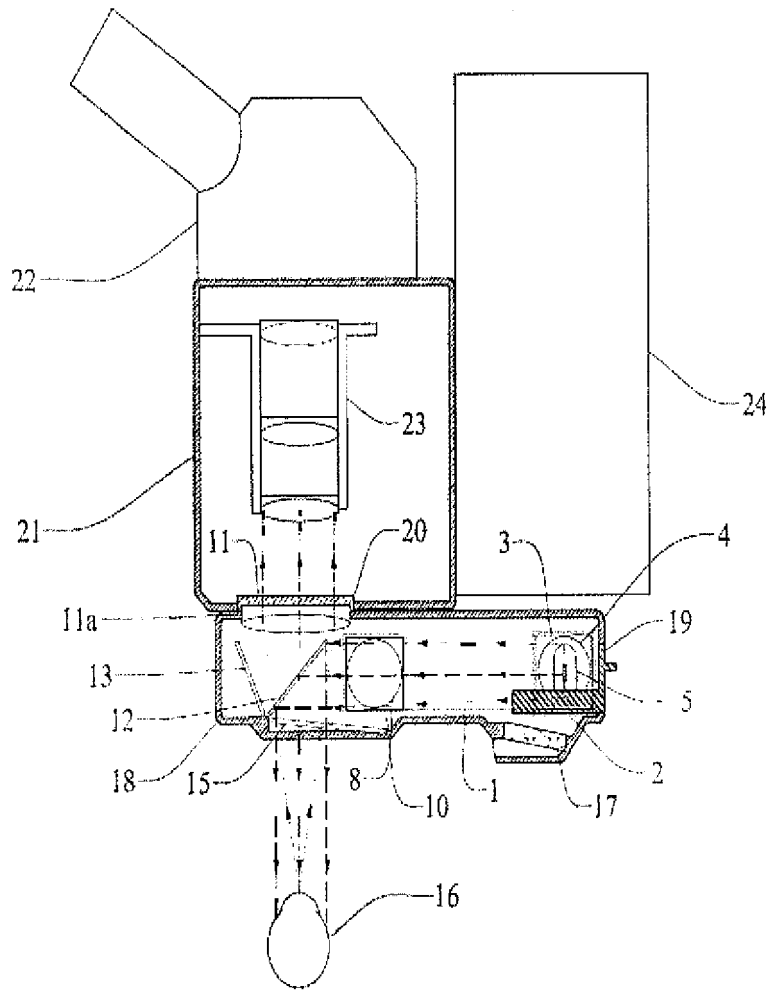
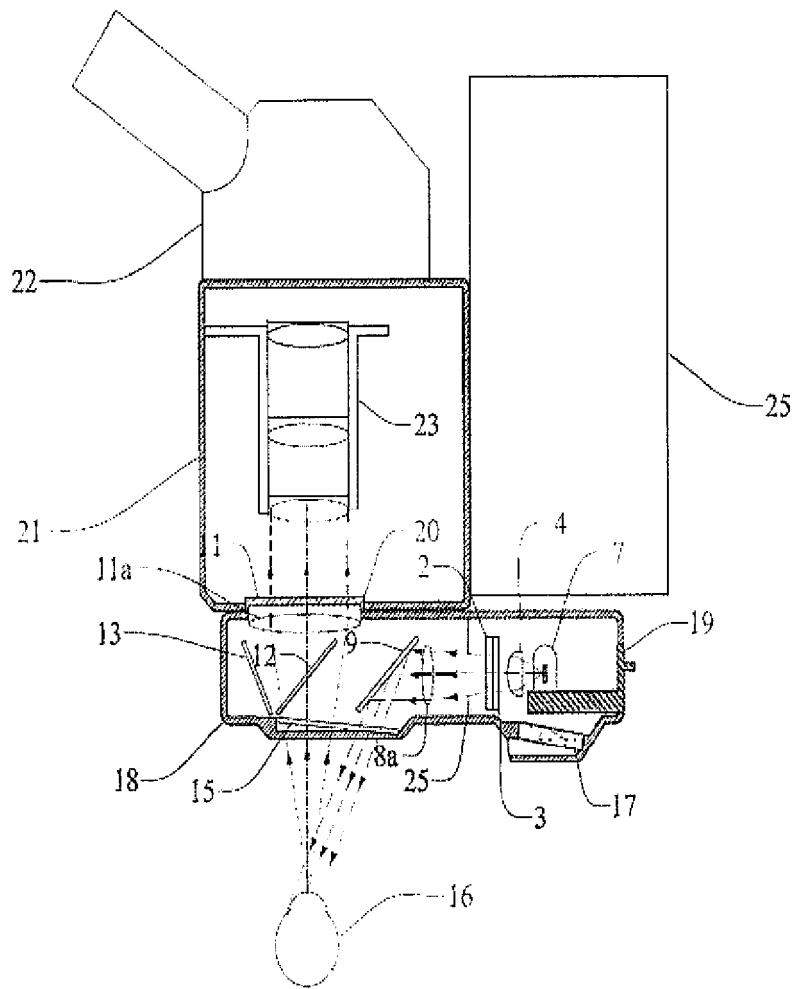


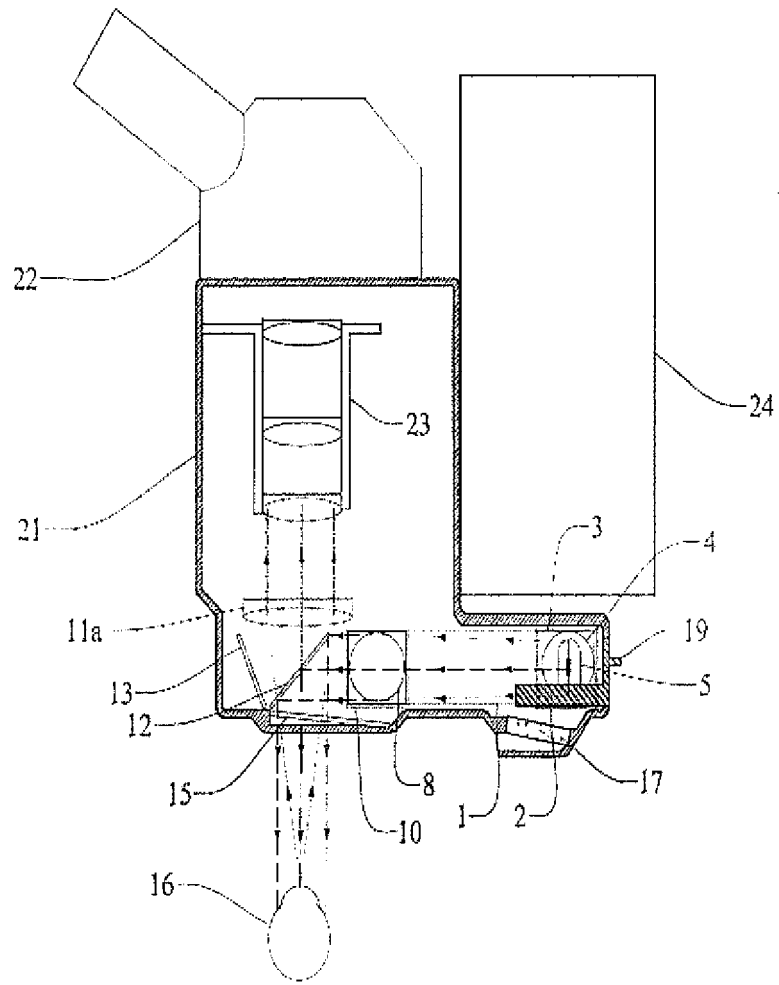
Fig. 3



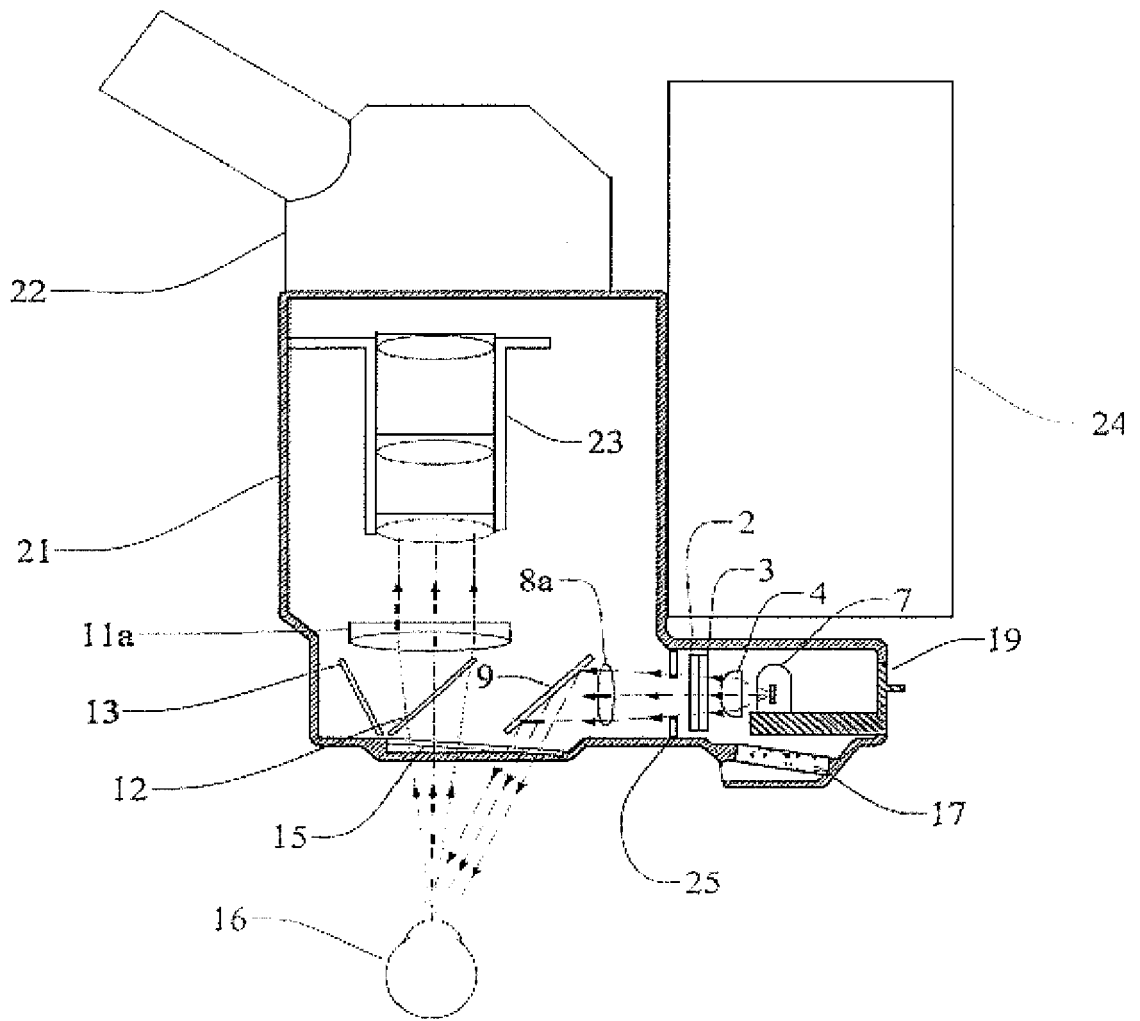
*Fig. 4*



*Fig. 4a*



*Fig. 5*



*Fig. 5a*

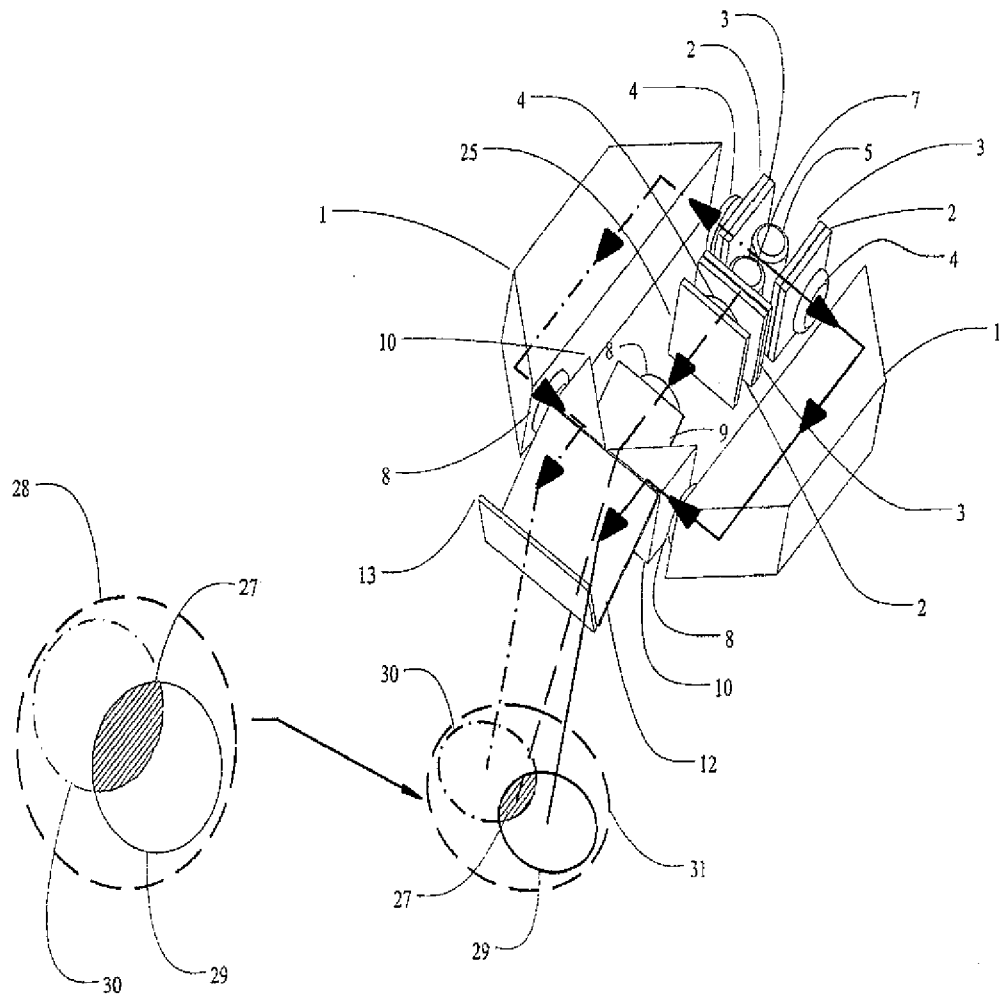
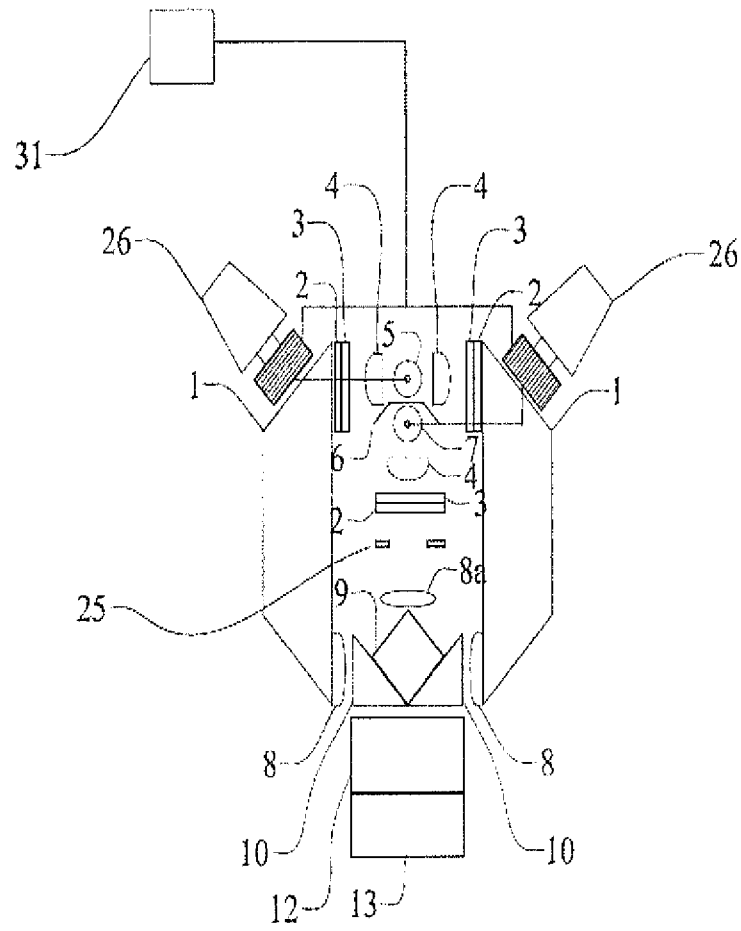


Fig. 6



*Fig. 7*