

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 664**

51 Int. Cl.:

**G02B 21/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2010 PCT/IB2010/000518**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.09.2010 WO2010103389**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2010 E 10719379 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017 EP 2406679**

54 Título: **Procedimiento de enfoque automático y dispositivo de enfoque automático**

30 Prioridad:

**11.03.2009 DE 102009012293  
11.03.2009 DE 102009012292**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.06.2017**

73 Titular/es:

**SAKURA FINETEK U.S.A., INC. (100.0%)  
1750 West 214th Street  
Torrance, CA 90501, US**

72 Inventor/es:

**HING, PAUL y  
HENSLER, SVEN**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 617 664 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de enfoque automático y dispositivo de enfoque automático

5 La solicitud se refiere a un procedimiento de enfoque automático, en el que se enfoca luz de una fuente de luz en un foco de luz de medición en una muestra y se refleja desde allí y la luz reflejada es conducida a través de un sistema óptico y al menos un orificio de pantalla en dos trayectorias de la luz sobre al menos dos elementos detectores.

### Estado de la técnica

Para el enfoque automático de microscopios sobre una muestra se conocen dos métodos:

10 - Se mide la posición de una muestra o la distancia de la muestra con respecto a un punto de referencia, siendo investigada la luz reflejada por la muestra sobre esquemas, intensidad o similares o por medios interferométricos.  
- Se investiga la imagen de la muestra con respecto a contraste, resolución, correlación automática o contraste de fases.

15 En el microscopio, una muestra está constituida habitualmente de un material de muestra a investigar, que se aplica sobre un soporte de muestra transparente a la luz y se cubre con una cubierta de cristal fina transparente a la luz. Una medición de la posición del material de la muestra conduce con frecuencia a la medición de la posición de uno de los planos de reflexión en los límites de la capa de la muestra. Puesto que una reflexión en la capa límite del aire y la cubierta de cristal es mucho más fuerte que una reflexión en una capa límite en el material de la muestra, la  
20 reflexión del aire-cubierta de cristal irradia típicamente la reflexión, adecuada para un enfoque automático, en una capa límite en el material de la muestra.

Se conoce a partir del documento US 6.130.745 medir la posición de una capa de reflexión gruesa por encima o por debajo de la muestra y deducir a partir del espesor de la muestra la posición del material de la muestra, que está  
25 dispuesto a una distancia conocida de la capa de reflexión. Sin embargo, típicamente, en la muestra descrita, en el caso de utilización de sistemas de alta resolución, las tolerancias en los espesores de capa (por ejemplo, de la cubierta de cristal o del soporte del objeto) son mayores que la nitidez de la profundidad del sistema de reproducción y no siempre se puede garantizar un enfoque con tal método.

30 El documento WO2005015120 se refiere a un dispositivo para la detección del foco en un dispositivo de medición óptica como un microscopio. La invención es adecuada con preferencia para la detección para la medición de muestras biológicas o químicas.

35 Un cometido de la invención es indicar un procedimiento de enfoque automático, con el que se puede ajustar por medio de enfoque un sistema óptico, por ejemplo un microscopio, de una manera rápida y exacta a una capa reflectante de una muestra.

### Solución del cometido

40 Este cometido se soluciona por medio de un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

También superficies, por ejemplo superficies límites, deben entenderse a continuación como capas. Una de las capas es de manera más ventajosa una superficie límite. Las trayectorias de la luz están separadas de manera más conveniente, al menos parcialmente, unas de las otras, en particular están separadas unas de las otras en el  
45 sistema óptico. La separación se realiza de manera más conveniente a través de una zona sombreada entre las trayectorias de la luz. El sombreado se puede generar a través de una pantalla.

La curva se puede registrar por medio de mediciones puntuales en varias posiciones del foco de luz de medición, de una manera más conveniente separadas según las trayectorias de la luz. La propiedad de radiación de la luz  
50 reflejada puede ser la intensidad de la radiación. La posición ajustada del foco es una posición deseada del foco, en la que el sistema óptico está dispuesto de manera más conveniente con relación a la muestra de tal forma que una toma de la imagen de la muestra conduce a imágenes deseadas.

Además, a través de la invención se puede determinar la longitud del recorrido óptico de las trayectorias de la luz. La longitud del recorrido óptico se puede medir en este caso desde la muestra hacia una pantalla delante de un detector. De manera más conveniente, se seleccionan diferentes las longitudes del recorrido óptico de las trayectorias de la luz. De este modo, a través de la evaluación separada de las longitudes del recorrido óptico de las trayectorias de la luz se puede generar una señal de desviación hacia una estructura de la muestra reflectante / dispersante seleccionada y se puede enfocar sobre ella o sobre un plano objetivo del foco dispuesto a una distancia conocida de ella. Una capa reflectante de luz puede ser una estructura de la muestra reflectante y/o de control y  
60 puede ser especialmente una capa límite, en particular una capa límite o bien superficie límite adyacente al material de la muestra.

5 El procedimiento de enfoque automático es un procedimiento para el enfoque automático del sistema óptico sobre una posición deseada del foco o bien un plano objetivo del foco, por ejemplo dentro de la muestra. Si se enfoca sobre un plano objetivo del foco, el sistema óptico puede reproducir nítidamente un objeto dispuesto allí en un plano de la imagen, en el que de manera más conveniente está dispuesto un detector o bien una cámara. De acuerdo con el enfoque automático se puede reproducir la muestra con la ayuda de una cámara.

10 La muestra puede comprender un material de muestra preparado para la investigación, un soporte, sobre el que se aplica una cubierta de cristal que lo cubre. De la misma manera es adecuada una estructura de capas transparente a la luz para la luz de enfoque automático, en cuyos límites de la capa aparece reflexión o dispersión de la luz utilizada para el enfoque automático. La muestra no tiene que presentar transparencia a la luz de enfoque automático después de la capa destinada para el enfoque. La reflexión / dispersión en una capa límite, que se describe aquí se puede provocar también a través de capa de partículas reflectante / dispersante o bien capa de lugares defectuosos en el material. Los límites de la capa se pueden tratar previamente (por ejemplo, por azogamiento, para elevar las señales para el sistema de enfoque automático).

15 El plano de enfoque es aquel plano dentro de la muestra, sobre el que debe enfocarse el sistema óptico o desde el que debe alejarse la posición del foco deseado a una distancia predeterminada. El plano objetivo del foco es de manera más conveniente un plano de reflexión, en el que se refleja luz incidente, puede ser una capa límite dentro de la muestra, por ejemplo el plano de una superficie límite del cristal-material de la muestra. De la misma manera se podría aprovechar la dispersión en la propia muestra.

20 La luz conducida sobre las trayectorias de la luz procede de manera más conveniente de una fuente de luz común, de manera que como fuente de luz no sólo se designa material originalmente radiante sino también una capa reflectante, un orificio de pantalla o similar. Típicamente se utiliza una fuente de luz uní o bien bidimensional. Las dos trayectorias de la luz están formadas de manera más conveniente simétricas entre sí y en particular simétricas al eje óptico del sistema óptico.

25 La fuente de luz, que está especialmente en forma de punto o en forma de líneas o en forma de franjas o que comprende varios puntos de luz, es enfocada en el foco de luz de medición en la muestra a través de la óptica. De esta manera, se puede reproducir en la muestra. El foco de luz de medición está normalmente en forma de punto, pero puede ser, de acuerdo con la forma de la fuente de luz de manera alternativa uní o polidimensional y puede comprender, por ejemplo, varios puntos. El foco de la luz de medición está de manera más conveniente en el foco o cerca del foco del sistema óptico de enfoque. El foco del sistema óptico puede ser un plano de enfoque. Un objeto que se encuentra en el foco del sistema óptico es reproducido nítidamente por el sistema óptico en un plano de la imagen. También es posible que el foco de la luz de medición se encuentre a una distancia preajustada desde el foco del sistema óptico. De esta manera se puede ajustar el foco de luz de medición sobre un plano de reflexión, por ejemplo, una capa límite entre la cubierta de cristal y el material de la muestra, de manera que el foco del sistema óptico está, por ejemplo, a una distancia de 20 mm desde la capa límite en el material de la muestra.

30 Se refleja una parte de la luz que incide sobre la muestra. Por reflejar se puede entender a continuación una reflexión y/o una dispersión. La capa que refleja la luz puede ser una capa reflectante y/o dispersante. Cuando se habla a continuación de reflexión, debe poder estar comprendida al mismo tiempo una dispersión.

35 Las dos trayectorias de la luz están guiadas de manera más conveniente simétricas alrededor del eje óptico del sistema óptico. De manera más conveniente inciden en diferentes direcciones sobre la muestra, de manera que sus reflejos se pueden irradiar en diferentes direcciones y de este modo se pueden evaluar de manera separada una de la otra. Se facilita la detección de las capas individuales en una estructura de capas cuando se selecciona el ángulo de las trayectorias de la luz incidente de tal manera que los reflejos no son recubiertos por capas adyacentes. Si se utiliza una capa dispersante para la determinación de la posición del foco, entonces la división de las trayectorias de la luz debería realizarse en primer lugar en la trayectoria de detección.

40 De manera más ventajosa, la luz del sistema de enfoque automático tiene otra frecuencia que la luz, que se puede utilizar para la investigación o bien para la reproducción de la muestra. La propiedad de la luz es de manera más conveniente la intensidad de la luz.

45 El sistema óptico puede ser el de un microscopio. Presenta un eje óptico, que está dirigido normalmente perpendicular a un plano de la muestra, en el que se extiende la muestra.

50 La trayectoria de la luz entre la fuente de luz y la capa de reflexión o bien entre la capa de reflexión y el detector se pueden designar como trayectorias de iluminación o bien trayectorias de detección. Por lo tanto, una trayectoria de la luz de enfoque automático consta de una trayectoria de iluminación y una trayectoria de detección. La diferencia en la longitud del recorrido óptico se puede generar ahora tanto en la trayectoria de iluminación, en la trayectoria de detección así como en ambas trayectorias. A continuación se describe una realización en la trayectoria de detección.

La medición de la longitud del recorrido óptico de las trayectorias se realiza por medio de al menos una, en particular en cada caso una pantalla, delante de los detectores. A través de una posición de las trayectorias de la luz, en función de las longitudes del recorrido, en la pantalla se puede deducir de esta manera la longitud del recorrido óptico del sistema. A continuación se describe una realización posible.

5 Los elementos detectores están dispuestos, por ejemplo, con relación a un elemento del sistema óptico, por ejemplo con relación a una pantalla, de tal manera que las curvas de una propiedad de la radiación registrada por los elementos detectores son diferentes entre sí. El elemento del sistema óptico puede ser una pantalla, por ejemplo, inmediatamente delante de los elementos detectores, un divisor del rayo, un espejo u otro elemento apropiado.

10 Si se refleja luz desde una trayectoria de la luz en dos capas superpuestas de la muestra, entonces el recorrido de la luz o bien la longitud del recorrido óptico de la luz desde una de las capas, por ejemplo hacia el detector o una pantalla delante del detector, es más largo que el recorrido de la luz o bien la longitud del recorrido óptico desde la otra capa. De esta manera, los dos recorridos de la luz desde ambas capas, por ejemplo hacia los elementos detectores, pueden ser diferentes. De manera más conveniente, los recorridos de la luz se extienden de tal forma que son bloqueados de forma diferente en una pantalla delante de los elementos detectores, por ejemplo se bloquea total o parcialmente uno de los recorridos de la luz y el otro se bloquea parcialmente o nada en absoluto. De esta manera, los recorridos de la luz se pueden detectar individualmente y sin otro recorrido de la luz desde otra capa.

20 De manera más conveniente, el reflejo principal desde una capa límite de cristal aire por encima de la muestra es suprimido por una pantalla delante de los elementos detectores, mientras que el foco de luz de medición se mueve a través de capas subyacentes que reflejan luz de diferente intensidad. En este caso, luz de estas capas puede pasar la pantalla. De este modo, se pueden reconocer capas reflectantes claramente más débiles que la capa límite de cristal-aire.

25 La pantalla o bien su orificio de pantalla está dispuesto en un plano de la imagen del sistema óptico, es decir, en un plano, en el que se reproduce un objeto enfocado por el sistema óptico. El orificio de pantalla es una copia de la fuente de luz.

30 La luz, que se refleja por el foco de la luz de medición se reproduce de manera más conveniente en el plano de la pantalla de acuerdo con la forma del foco de luz de medición. La pantalla está dispuesta de manera más ventajosa de tal modo que deja pasar luz reflejada en el foco de luz de medición, en particular de la misma intensidad. En este caso, la pantalla bloquea de manera más conveniente la luz que ha sido reflejada por encima y por debajo del foco de luz de medición totalmente o asimétricamente con respecto a las dos trayectorias de la luz.

35 El orificio de la pantalla no está dispuesto de manera más conveniente, como es habitual, simétricamente alrededor del eje óptico del sistema óptico, sino asimétricamente con respecto al eje óptico, en particular asimétricamente al eje óptico de las dos trayectorias de la luz en el lugar del orificio de la pantalla. En particular, está dispuesto completamente por encima del eje óptico. De este modo, se puede conseguir de una manera sencilla una selección de una u otra trayectoria de la luz para una evaluación separada en diferentes posiciones del foco de luz de medición.

Se puede conseguir un enfoque especialmente exacto cuando las curvas son detectadas de manera continua.

45 En una forma de realización ventajosa de la invención, se ajusta un foco del sistema óptico de tal manera que las señales de los elementos detectores están en una relación fija entre sí. Cuando la luz incide sobre los elementos detectores en una relación fija se puede detectar de una manera sencilla una posición de simetría entre las trayectorias de la luz y, por lo tanto, el plano objetivo del foco. Esto se puede realizar de una manera todavía más sencilla cuando las señales son de la misma intensidad. La diferencia de las longitudes del recorrido de las trayectorias se selecciona para que en el caso de superposición de las señales, las señales se solapen en un flanco y de esta manera presenten un punto de intersección. En este punto de intersección, las señales son de la misma intensidad. Con la ayuda de un punto de anulación de la señal diferencial se puede detectar fácilmente la misma intensidad de las señales.

55 Otra forma de realización de la invención prevé que se detecte una posición objetiva de un foco del sistema óptico con la ayuda de las señales de los elementos detectores y se ajuste el foco con la ayuda de la posición objetiva detectada a través de un actuador. La posición objetiva puede ser una posición emitida por un actuador, por ejemplo aquélla, en la que las señales de los elementos detectores son iguales. También es posible utilizar este ajuste sólo como ajuste previo. De manera alternativa o, por ejemplo, como ajuste fino es concebible adicionalmente conseguir la posición objetiva a través de una regulación, siendo utilizadas las señales del detector como señales de entrada de regulación y una señal para el control del actuador como señal de salida de regulación.

60 Se puede conseguir un enfoque automático sencillo y fiable cuando los elementos detectores están calibrados de tal forma que la intensidad de su señal, que es provocada por luz reflejada por una límite, es igual. En este caso, la posición del foco se encuentra de manera más conveniente en la capa reflectante o bien en la capa que refleja la

luz. De manera alternativa, los elementos detectores pueden ser ajustados de tal forma que su intensidad de la luz es selectivamente diferente por ejemplo para conseguir una desviación selectiva del foco.

5 Se puede conseguir una buena orientación en la búsqueda de la posición objetiva del foco o bien del plano objetivo del foco cuando el foco de luz de medición se mueve a través del plano objetivo del foco sobre una superficie límite de la muestra-luz y el reflejo de la superficie límite de la muestra-luz se utiliza para la orientación aproximada.

10 Para la investigación de una muestra puede ser necesario que se investigue en diferentes lugares, por ejemplo cuando es mayor que un campo de visión del microscopio. A tal fin, se mueve después de una primera investigación perpendicularmente al eje óptico del sistema óptico y a continuación se investiga de nuevo. Se puede conseguir un enfoque automático rápido después de tal movimiento, las señales de los elementos detectores después de un movimiento de la muestra perpendicularmente al eje óptico del sistema óptico son verificadas con respecto a la factibilidad en cuanto a un ajuste aproximado existente como anteriormente sobre el plano objetivo del foco. Si existe factibilidad, se puede prescindir de un nuevo enfoque completo costoso de tiempo. La factibilidad puede ser un valor límite en la diferencia de las señales, que no se puede exceder. La verificación de la factibilidad se puede utilizar, además, para el ajuste aproximado, de manera que cuando existe factibilidad, se realiza solamente todavía un ajuste fino.

20 Otra forma de realización ventajosa de la invención prevé que la fuente de luz presente un patrón de luz, que es reproducido en la muestra. El patrón de luz puede ser un patrón uni, bi o tridimensional y está reproducido de manera más conveniente en un plano perpendicular al eje óptico del sistema óptico en la muestra. En este caso, se detecta luz reflejada desde varios puntos del patrón de luz separados, respectivamente, según las trayectorias de la luz. De esta manera, a partir de la pluralidad de posiciones objetivas se puede reconocer, en varios puntos maestros, un basculamiento del plano objetivo del foco, por ejemplo con respecto al eje óptico. Las señales generadas de esta manera se pueden utilizar para la regulación del enfoque automático.

25 Además, la invención se refiere a un dispositivo de enfoque automático con un sistema óptico para el enfoque de luz en un foco de luz de medición en una muestra y para la conducción de luz reflejada desde allí a través de un orificio de pantalla sobre al menos dos elementos detectores.

30 Se propone que la instalación de enfoque automático comprenda un actuador y un medio de control para el movimiento de un elemento del sistema óptico o de la muestra a través del actuador, de tal manera que el foco de luz de medición se mueve en capas de la muestra que reflejan luz de diferente intensidad, de modo que los elementos detectores están dispuestos de tal forma que en este caso la curvas de una propiedad de radiación registrada por los elementos detectores son diferentes y el medio de control para la evaluación de las curvas está previsto en varias posiciones del foco de luz de medición. Durante el movimiento del elemento del sistema óptico con relación a la muestra, el actuador puede mover el elemento o la muestra con relación a un punto de referencia fijo, por ejemplo un suelo.

40 De manera más ventajosa, el medio de control está configurado para controlar una o varias o todas las etapas del procedimiento indicadas anteriormente.

45 De manera más ventajosa, el dispositivo de enfoque automático comprende un sistema de medición, que está previsto para registrar la distancia del elemento del sistema óptico con relación a la muestra o una distancia dependiente de ella, en particular por vías no-ópticas. Tan pronto como se ha encontrado la posición de enfoque óptico, se puede medir la distancia con el otro sistema de medición y se puede mantener durante la iluminación de la muestra.

50 Para el registro de las imágenes en color se conoce utilizar una cámara de color con un detector sensible al color. Un detector sensible al color está limitado normalmente a tres colores. Cuando se utiliza un patrón de Bayer, un píxel está constituido en cada caso por una célula detectora sensible al azul, una célula detectora sensible al rojo y dos células detectoras sensibles al verde, a partir de cuyas señales de componen todos los colores intermedios. Debido a las cuatro células conductoras necesarias por píxel, la resolución de tal detector de color es reducida.

55 Para alcanzar una alta resolución de la imagen unida con una alta resolución del color, se conoce un espectrógrafo lineal. Un objeto es escaneado línea por línea, de manera que la imagen de una línea es extendida espectralmente, por ejemplo a través de un prisma, de manera que resulta una imagen tridimensional de la línea. De esta manera, se registra línea por línea una imagen tridimensional y se memoria y las imágenes individuales se componen en una imagen en color tridimensional.

60 Además, se conoce mover varios filtros de color unos detrás de los otros delante del detector y de esta manera registrar varias imágenes de un objeto en diferentes zonas de frecuencia sucesivamente. Las tomas se pueden combinar en una imagen hiperespectral.

Un cometido de la invención es indicar un procedimiento para el registro de una imagen de un objeto, con el que se pueden tomar imágenes en color de alta resolución.

Este cometido se soluciona por medio de un procedimiento para la toma de una imagen de un objeto, en el que el objeto se reproduce a través de un sistema óptico sobre varios elementos detectores de un detector y se divide la imagen con un filtro de luz con varias zonas de filtro que filtran de forma diferente en varias zonas de la imagen filtradas de forma diferente. De acuerdo con la invención, se propone que las zonas de la imagen filtradas de forma diferente sean reproducidas al mismo tiempo sobre el detector, en particular adyacentes entre sí. Se puede prescindir de un cambio de filtros delante del detector y se pueden realizar tomas rápidas sucesivas del objeto.

El filtro de luz puede ser un filtro espectral o un filtro de polarización. Se puede disponer inmediatamente delante del detector o directamente sobre el detector. De manera más conveniente, el filtro de luz está dispuesto en un plano de la imagen del sistema óptico, siendo tolerable 1/10 de la anchura del foco del sistema óptico en el filtro de luz como distancia desde el plano matemático de la imagen y pudiendo considerarse todavía en el plano de la imagen. El filtro de luz puede ser un filtro de cantos, filtro de interferencia o filtro de absorción. Las zonas del filtro pueden filtrar espectralmente de forma diferente, de manera que las zonas de la imagen son filtradas espectralmente diferentes. Pueden adoptar formas concretas, por ejemplo franjas, un patrón de tablero de ajedrez y/o un micropatrón, en el que las zonas de filtro presentan una longitud y/o una anchura inferior a 100 mm. De manera más conveniente, las zonas de filtro son en su extensión mayores que dos, en particular, mayores que diez elementos detectores o píxeles. De la misma manera es posible una curva característica del filtro variable continuamente en el espacio.

El detector puede estar realizado como chip y es de manera más conveniente sensible a todas las zonas espectrales de las zonas del filtro. Puede ser un sensor CCD (Dispositivo Acoplado con Carga) o un sensor-CMOS (Semiconductor de Óxido Metálico Complementario). Los elementos detectores están dispuestos de manera más conveniente como rejillas bidimensionales en forma de una matriz. El detector está realizado de manera más conveniente como detector monocromo y es sensible en la zona espectral del filtro estructurado.

Las dimensiones de las zonas del filtro están adaptadas de manera más ventajosa a las dimensiones de los elementos detectores, por ejemplo porque una anchura y/o longitud de una zona de filtro es, respectivamente, un múltiplo de número entero de una magnitud de uno de los elementos detectores del detector, por ejemplo  $m \times n$  elementos detectores. El filtro de luz puede estar fijado directamente en el detector, por ejemplo metalizado directamente sobre un chip detector, o directamente sobre las superficies sensibles del chip.

Las zonas de filtro corresponden de manera más conveniente a una estructura y/o división de una imagen de la muestra o bien de la muestra o de recipientes de muestras. Pueden ser tan grandes como secciones regulares de la estructura de la imagen de la muestra y/o pueden presentar su forma.

En una forma de realización ventajosa de la invención, las zonas del filtro son movidas desde una toma hacia la toma siguiente del objeto sobre un patrón de la imagen, de manera que cada punto del patrón de la imagen se registra en varias propiedades de la luz, en particular espectros. Estos valores son asociados de manera más conveniente al punto y se pueden representar y/o memorizar. El patrón de la imagen puede ser en este caso toda la imagen o un fragmento de la imagen. El movimiento es un movimiento relativo, de manera que las zonas del filtro pueden estar en reposo, por ejemplo, con relación a una carcasa de detector, y el patrón de la imagen se mueve, o a la inversa.

En el caso de una toma múltiple de cada punto en varias propiedades de la luz, por ejemplo colores, a partir de las varias tomas se puede componer una imagen en color. A través de la división del filtro de la luz en las zonas del filtro, en el caso de un movimiento del filtro de la luz solamente es suficiente un movimiento pequeño en la magnitud de una dimensión de una única zona del filtro, de manera que no debe moverse todo el filtro de luz fuera del detector y moverse un filtro de luz nuevo hacia el detector. Debido al recorrido de movimiento reducido se puede realizar el movimiento muy rápidamente.

Para la consecución de un alto rendimiento de la luz es ventajoso que los valores de las señales en los elementos detectores individuales dentro de una zona del filtro, que se pueden asociar durante un movimiento de la imagen de la muestra con relación al detector de una zona de muestras, se pueden acumular en un valor. Tales valores acumulados de una zona de muestras de diferentes zonas del filtro se pueden reunir en la información general de la propiedad de la luz de la zona de muestras.

El patrón de la imagen puede permanecer en reposo durante el movimiento de las zonas del filtro hacia el detector, de manera que las zonas del filtro se mueven con relación al detector. El movimiento de la imagen sobre el detector se puede realizar con la ayuda de un movimiento del sistema óptico o de una parte del sistema óptico con relación al detector. Otra posibilidad consiste en el movimiento del filtro y del detector con relación al sistema óptico, que descansa, por ejemplo, con relación a una carcasa de la cámara. En términos generales, uno o dos de los tres elementos formados por detector, filtro de luz y sistema óptico, pueden ser retenidos en cada caso en reposo, por

ejemplo, con relación a una carcasa de la cámara, en cambio los dos elementos restantes o el elemento restante son móviles con relación a los otros elementos.

5 De manera más ventajosa, el sistema óptico es parte de un microscopio, cuya carcasa está conectada fijamente con una mesa de muestras, sobre la que se puede mover el objeto en forma de una muestra, por ejemplo sobre una mesa móvil, en particular con la ayuda de un accionamiento de motor y de un control de la posición a través de un medio de control.

10 De manera más ventajosa, el objeto se mueve con relación al sistema óptico y el filtro de luz y el objeto es registrado en varias tomas, respectivamente, por secciones de la imagen, de manera que la posición de las zonas del filtro es inalterada en cada caso en las zonas del filtro. El sistema óptico puede descansar en este caso en una carcasa, por ejemplo de un microscopio, y el objeto y con él el patrón de luz del objeto se conducen por delante del sistema óptico, de manera que las secciones de la imagen y con ellas las zonas del filtro migran sobre toda la imagen.

15 Si, por ejemplo, el objeto es alargado, por ejemplo en forma de una serie de muestras, entonces a través de una pluralidad de zonas de la imagen tomadas de manera sucesiva se puede registrar todo el objeto, de manera que cada punto de la imagen del objeto ha sido registrado en muchos colores o en cada color o bien a través de cada zona del filtro. De esta manera se puede registrar muy efectivamente una imagen en color de todo el objeto. Se puede prescindir de un movimiento del filtro de color con relación al sistema óptico y al detector. Puesto que un dispositivo para la toma de imágenes de muestras es conducido con frecuencia sobre un actuador para el movimiento controlado de las muestras a lo largo del dispositivo de registro, por ejemplo del microscopio, el dispositivo de toma puede permanecer retenido en este caso de manera especialmente sencilla.

20 De manera más conveniente, las zonas de filtro están realizadas como franjas, que se extienden desde un lado de la imagen hacia el lado opuesto de la imagen y están alineadas en su dirección longitudinal perpendicularmente a la dirección del movimiento. También es suficiente una extensión desde un lado de la sección de la imagen hacia el lado opuesto de la sección de la imagen. De esta manera se puede conducir cada punto de la imagen del objeto de manera especialmente sencilla sobre todas las zonas de filtro del filtro de luz.

30 De manera más ventajosa, el movimiento es tal que un punto de la imagen se mueve desde una toma a la toma siguiente en la medida de la anchura de una zona del filtro. La anchura es en cada caso de manera más conveniente varios píxeles. En este caso, es conveniente una zona de solape más pequeña, por ejemplo de acuerdo con la exactitud duplicada del actuador móvil.

35 Para conseguir una resolución especialmente alta, en particular en secciones de la imagen especialmente interesantes, es ventajoso que el movimiento desde una toma de la imagen hacia la toma de la imagen siguiente sea inferior a un píxel de la imagen. A través del movimiento en la zona de subpíxel, se puede calcular una resolución de subpíxel.

40 La previsión del movimiento se predetermina de manera más ventajosa por un medio de control, que reconoce de manera automática zonas especialmente interesantes de la imagen y activa un movimiento de subpíxel. El movimiento se puede realizar en diferentes modos, en los que el movimiento desde una toma a la toma siguiente es la anchura de una zona de píxel o de un modo de subpíxel, en el que el movimiento son varios píxeles del detector. También es posible un control de sólo dos de los tres modos descritos.

45 En una forma de realización ventajosa de la invención, el filtro de luz es un filtro de cantos, cuya frecuencia de los cantos varía en el desarrollo espacial del filtro de luz perpendicularmente al canto y en particular perpendicularmente al movimiento. De esta manera, a través del control de la anchura de la etapa de movimiento desde una toma a la toma siguiente se puede controlar la resolución del calor de una imagen general a partir de las tomas. El filtro de luz está conectado de manera más conveniente con un actuador y un medio de control, que sirve para el control de un movimiento del filtro de luz.

50 Además, se propone que el filtro de luz comprenda dos filtros de cantos dispuestos uno detrás del otro en la trayectoria de los rayos de la reproducción, cuya frecuencia de los cantos varía en el desarrollo espacial de los filtros de los cantos, respectivamente, perpendiculares al canto – y en particular perpendicularmente al movimiento – con el desarrollo de la frecuencia opuesto entre sí. De esta manera, – en el caso de una disposición correspondiente de los filtros de los cantos entre sí – se puede generar una ventana de transmisión espacial, que se puede incrementar o reducir a través de un movimiento de los filtros de los cantos entre sí tanto en el espacio como también espectralmente. De esta manera, se puede conseguir una alta variabilidad en frecuencia y en la zona espacial de las imágenes tomadas.

60 Se puede conseguir una adaptación espectral especialmente buena de detector y filtro de luz, cuando el detector presenta varias zonas de detección sensibles, diferentes en la sensibilidad del color, respectivamente, en una zona de color y delante de cada zona del detector está dispuesta al menos en cada caso una zona de filtro. Ésta está adaptada de manera más ventajosa en su zona de color a la zona de color del detector, de manera que las zonas de

color del filtro de luz son diferentes. La adaptación se realiza de manera más ventajosa, colocado la transmisión de la zona de filtro en la zona de sensibilidad de la zona correspondiente del detector y no en una zona de color de una de las otras zonas del detector.

5 Las diferentes zonas del detector pueden estar dispuestas en el espacio directamente adyacentes entre sí, por ejemplo en una matriz coherente de elementos detectores, o separadas unas de las otras en el espacio, de manera que el sistema óptico comprende uno o varios elementos para la dirección de la reproducción del objeto sobre varias zonas del detector, por ejemplo un espejo dicróico o similar. Las zonas del detector son accionadas de manera más ventajosa de forma sincronizada, de manera que se registra al mismo tiempo una reproducción del objeto sobre las zonas del detector en varios canales del color.

10 Otra forma de realización ventajosa de la invención prevé que las zonas del filtro presenten diferentes valores de transmisión y los valores de transmisión están adaptados a la curva característica de la toma del detector, en particular para la consecución de una iluminación uniforme de la imagen en el caso de una sensibilidad espectral inconstante. De esta manera, se puede conseguir un resultado especialmente buenos de la imagen. La adaptación se puede realizar a través de una magnitud diferente de las zonas del filtro. Otra posibilidad consiste en la adaptación de una anchura diferente de la transmisión de la frecuencia de las zonas del filtro en el detector. De esta manera, una anchura de la transmisión de la frecuencia en una zona de frecuencia, en la que el detector es menor sensible, puede ser mayor y, en una zona de frecuencia, en la que el detector de más sensible, puede ser menor.

15 Además, es posible adaptar la intensidad de la transmisión, es decir, una atenuación de la zona del filtro, al detector, para que se seleccione una atenuación más elevada en una zona de la frecuencia, en la que el detector es más sensible en otras zonas de la frecuencia.

20 De la misma manera se puede conseguir una alta calidad de la imagen cuando las zonas de filtro presentan diferentes valores de transmisión y una activación de los elementos detectores está adaptada a un valor de transmisión de la zona de filtro que lo cubre. De esta manera se puede elevar una amplificación, se puede prolongar un tiempo de integración y se pueden agrupar píxeles, cuando una zona de filtro presenta una alta atenuación frente a otra zona de filtro. De esta manera se puede conseguir una iluminación uniforme de la imagen en todas las zonas de la frecuencia. Si el valor de transmisión de una zona del filtro es especialmente alto, también es posible leer sólo uno de cada dos píxeles.

25 De manera más ventajosa, la activación diferentes de los elementos detectores sigue un movimiento de las zonas del filtro sobre el detector. Si se mueve, por ejemplo, el filtro de luz sobre el detector, entonces se puede detectar este movimiento, de manera que a cada zona de filtro se pueden asociar los elementos detectores, que son cubiertos por la zona. El control de los elementos detectores se puede adaptar de esta manera por píxeles a la zona del filtro asociada en cada caso.

30 La invención se refiere, además, a un dispositivo para el registro de una imagen de un objeto con un detector, que comprende varios elementos detectores, con un sistema óptico para la reproducción del objeto sobre el detector y con un filtro de luz con varias zonas de filtro que filtran de forma diferente.

35 Se pueden realizar tomas en color de alta resolución cuando el filtro de luz está dispuesto de tal forma que se reproducen varias zonas de la imagen del objeto, filtradas de forma diferente a través de las zonas de filtro sobre el detector.

40 El dispositivo comprende un medio de control que está previsto de manera más ventajosa para controlar una, varias o todas las etapas del procedimiento mencionadas anteriormente.

45 La invención se explica en detalla con la ayuda de ejemplos de realización, que se representan en los dibujos. En este caso:

La figura 1 muestra un microscopio con un dispositivo de enfoque automático en una representación esquemática.

50 La figura 2 muestra una trayectoria de los rayos o bien una trayectoria de iluminación representada de forma esquemática del dispositivo de enfoque automático sobre una muestra.

55 Las figuras 3 a 6 muestran trayectorias de los rayos de reflexión o bien trayectorias de detección desde la muestra sobre dos elementos detectores.

60 La figura 7 muestra un diagrama de señales de los elementos detectores y de una distancia de trabajo modificada sobre el tiempo.

La figura 8 muestra un diagrama esquemático de las señales con una señal diferencial.

La figura 9 muestra una proyección de un punto de luz sobre una muestra móvil oblicua.

La figura 10 muestra una proyección de un patrón de fuentes de luz sobre una muestra oblicua en reposo.

5 La figura 11 muestra una separación de una trayectoria de los rayos a través de un espeso semi-transparente.

La figura 12 muestra una separación de una trayectoria de los rayos a través de un espejo dicróico.

10 La figura 13 muestra una representación esquemática de un microscopio dirigido sobre una muestra con una cámara con un filtro de luz sobre un detector.

La figura 14 muestra una trayectoria de los rayos de una muestra sobre tres detectores.

15 Las figuras 15 a 18 muestran un detector con un filtro de luz en cuatro posiciones diferentes con relación a una muestra.

La figura 19 muestra un esquema de un filtro de cantos con un canto variable continuamente en la superficie del filtro.

20 La figura 20 muestra un diagrama de transmisión, que resulta a partir de dos filtros de cantos dispuestos uno detrás del otro, y

La figura 21 muestra un diagrama de sensibilidad de un detector.

25 La figura 1 muestra un dispositivo de enfoque automático 2, que está integrado es un sistema de reproducción óptica 4. El sistema de reproducción óptica es en esta forma de realización especial un microscopio para el análisis de fluorescencia de material biológico en una muestra 6. A tal fin, el sistema de reproducción óptica 4 comprende un detector de imagen 8 o bien una cámara, que está conectado con un medio de control 10 ara el control de la toma y la memorización de las imágenes tomadas, o un ocular para la observación directa de la muestra. El medio de control 10 es parte tanto del sistema de reproducción óptica 4 como también del dispositivo de enfoque automático 2 y sirve para el control del procedimiento de enfoque automático descrito a continuación.

35 El dispositivo de enfoque automático 2 comprende una fuente de luz 12, que proporciona luz para el procedimiento de enfoque automático. Puede proporcionar también la luz para el análisis de fluorescencia, de manera que, en general, puede ser más conveniente que el sistema de reproducción óptica comprenda a tal fin otra fuente de luz no representada. La fuente de luz 12 presenta un generador de luz 14, por ejemplo un LED (Diodo Emisor de Luz), y una óptica para la formación de la luz irradiada, que puede comprender un difusor de luz. Un diafragma 18 con un patrón de apertura genera un patrón de fuentes de luz uni o bidimensional, que está de manera más conveniente simétrico a un eje óptico 20 de un sistema óptico 22, que puede comprender, además, de la óptica 16, otros elementos ópticos 24 y un objetivo 26 del sistema de reproducción óptica 4. Una fuente de luz definida en el espacio puede sustituir también a los elementos 16 y 18. Un medio 28, que es equivalente a una abertura, separa la iluminación de la muestra 6 desde la fuente de luz 12 en varias trayectorias de la luz, que se extienden de forma separada unas de las otras desde el medio 28 hacia la muestra 6 y se llevan en la muestra 6 a un foco de luz de medición común trayectorias de iluminación). El medio 28 puede estar colocado de manera alternativa en la trayectoria de detección (ver más abajo) entre los elementos 30 y 46, en particular durante el enfoque sobre objetos de dispersión.

50 A través dos divisores del haz 30, 32 en forma de espejos dicróicos o semi-transparentes se conduce luz desde la fuente de luz 12 hasta el objetivo 26 del sistema de reproducción óptica 4, que está alojado en una carcasa de microscopio 34 y enfoca la luz sobre la muestra 6. A tal fin, el objetivo 26 comprende un elemento óptico 36, por ejemplo una lente, que es móvil de forma controlable por medio de un actuador 38 a lo largo del eje óptico 20 del objetivo 26. El control de la posición del elemento óptico 36 y, por lo tanto, del foco en la muestra 6 se realiza a través del medio de control 10. El actuador propiamente dicho puede comprender un medidor de la distancia independiente.

55 La luz reflejada por la muestra 6 pasa a través del objetivo 26 en dirección opuesta, como se indica por medio de una flecha de trazos, y se conduce a través del divisor del haz 32, por una parte, a una óptica 40 y al detector de imágenes 8 y, por otra parte, a través del divisor del haz 30 y otra óptica 42 hacia un detector 44, que comprende varios elementos detectores (trayectoria de la detección). Los elementos detectores pueden ser sensores individuales, por ejemplo fotodiodos o una rejilla de sensores. Delante del detector 44 está dispuesta una pantalla del sistema óptico 22 con un orificio de pantalla 46, que está formado de manera correspondiente al orificio de la pantalla 18 y está dispuesto en el plano de la imagen del sistema óptico 22, en el que se genera una imagen de la muestra 6 y, por lo tanto, del patrón de fuentes de luz reproducido en la muestra 6. El orificio de la pantalla 46 puede comprender uno o varios orificios y se designa a continuación sólo como orificio de la pantalla 46. El detector 44

suministra sus señales al medio de control 10, que las evalúa y las utiliza como entrada de control o de regulación para un control del actuador 38. El medio de control puede procesar, además, la señal de la distancia independiente del actuador 38 y la puede utilizar opcionalmente para la regulación.

5 La figura 2 muestra una trayectoria de los rayos (trayectoria de iluminación) representada de forma esquemática del dispositivo de enfoque automático 2 en dos trayectorias de la luz 48, 50 sobre la muestra 6. En este ejemplo de realización, el patrón de luz de la fuente de luz 12 está reducido a un punto de luz, que irradia a través de dos orificios del medio 28 para la separación en las trayectorias de la luz 48, 50. En una pantalla 18, que genera, por ejemplo, dos puntos de luz, como se representa en la figura 1, se divide la luz desde cada punto de luz en dos trayectorias de la luz 48, 50, como se indica a través del medio 28 en la figura 1.

15 La luz desde ambas trayectorias de la luz 48, 50 es enfocada en un foco de luz de medición 52 en forma de punto en la muestra 6, que puede tener la forma de la fuente de luz y está, por ejemplo, en forma de punto, y es alargado de acuerdo con una fuente de luz en forma de ranura o tiene otra forma discrecional. Puesto que tanto para la luz de medición desde la fuente de luz 12 como también la luz para la investigación de las muestras se conducen a través del objetivo 26, el foco de medición de la luz 52 puede estar en el foco de la cámara o bien del sistema de reproducción óptica 4, que puede ser un plano del foco. No obstante, también es posible que el foco de la luz de medición 52 esté alejado en la medida de una distancia 54 predeterminada desde un foco 56 de la cámara.

20 La muestra 6 típica comprende un soporte de muestras 58, sobre el que se aplica material de muestra biológica 60, que está cubierto con una tapa de cristal 62 transparente fina. Esta muestra 6 refleja luz incidente en tres superficies límites 64, 66, 68, a saber, la superficie límite aire-cristal 64 que refleja fuerte, en la superficie límite del cristal-material de la muestra 66 que refleja claramente menos fuerte y en la superficie límite del material de la muestra-cristal 68, que no se considera en detalle a continuación, de manera que en el caso de materiales muy finos de la muestra las señales con una combinación de las superficies límites 66 y 68. La superficie límite del cristal-material de la muestra 66 forma en este caso un plano objetivo del foco 70, descrito en este primer ejemplo de realización, en el que el foco de luz de medición 52 debe conducirse a través del procedimiento de enfoque automático.

30 El procedimiento de enfoque automático realizado hasta ahora se describe con la ayuda de las figuras 3 a 8. Las figuras 3 a muestran el sistema óptico 22 y el objetivo 26 de manera muy simplificada sobre la muestra 6, que se indica sólo con la ayuda de las superficies límites 64, 66. El detector 44 se representa con la ayuda de dos elementos detectores 72, 74, que están dispuestos a ambos lados del eje óptico 20. En una disposición como en la figura 1 con dos fuentes de luz puntuales estaban presentes cuatro elementos detectores. El orificio de pantalla 46 delante del detector 44 tiene de manera más conveniente la misma forma que la fuente de luz, es decir, en forma de punto o bien en forma de círculo en este ejemplo de realización. Está dispuesto de tal manera que se coloca desplazado asimétricamente con respecto al eje óptico 20, de modo que el eje 20 se encuentra fuera del orificio de la pantalla 46, es decir, que no atraviesa.

40 Las dos trayectorias de la luz 48, 50 se representa en forma de punto fino en su parte que incide sobre la muestra 6 y se dirige sobre el foco de luz de medición 52, que se encuentra en el soporte de las muestras 58, es decir, debajo del plano objetivo del foco 70, que es idéntico con la superficie límite 66. Las diferentes trayectorias de la luz desde las diversas superficies límites 64, 66 hacia el orificio de la pantalla 46 o bien hacia los elementos detectores 72, 74 se representan de forma diferente. La trayectoria de la luz del reflejo principal, reflejado por la superficie límite 64 que refleja fuertemente, se representa con líneas continuas y la trayectoria de la luz reflejada por la superficie límite 66 que refleja de forma menos fuerte se representa con líneas de trazos. Está claro que, por una parte, en el foco de luz de medición 52 no se refleja ninguna luz o una cantidad de luz insignificamente pequeña y, por otra parte, la luz reflejada por las superficies límites 64, 66 no encuentra el orificio de la pantalla 46, de manera que no llega ninguna luz desde allí hacia los elementos detectores 72, 74.

50 En la figura 4, la muestra 6 se mueve hacia abajo en comparación con la reproducción en la figura 3, como se indica por medio de flechas, de manera que el foco de luz de medición 52 se ha movido hacia arriba con relación a la muestra 6. El movimiento de la muestra 6 es equivalente al movimiento del objetivo 26 con la ayuda del actuador 38. En la posición de la muestra 6 representada en la figura 4 con relación al objetivo 26, el foco de luz de medición 52 está apenas por debajo de la superficie límite 66. A través de la asimetría del orificio de la pantalla 46 con relación al eje óptico 20, la luz reflejada en esta posición pasa desde la trayectoria de la luz 48 a través del orificio de la pantalla 46 y cae sobre el elemento detector 72, en cambio la luz desde la trayectoria de la luz 50 no encuentra el orificio de la pantalla 46, de manera que el elemento detector 74 permanece en la sombra.

60 En el caso de otro movimiento de la muestra 6 hacia abajo o del foco de luz de medición 52 en la muestra 6 hacia arriba, el foco de luz de medición 52 alcanza la capa límite 66 y el plano objetivo del foco 70, como se representa en la figura 5. Las reflexiones de ambas trayectorias de la luz 48, 50 se cruzan en el plano de la imagen, en el que están dispuestos la pantalla y el orificio de la pantalla 46. Debido al orificio asimétrico de la pantalla 46 fuera del eje óptico 20 se ensombrecen en gran medida ambas trayectorias de la luz 48, 50, pero no totalmente debido a la abertura plana de las trayectorias de la luz 48, 50. Ambos elementos detectores 72, 74 reciben en cada caso casi o

la misma cantidad de luz y emiten una señal igual al medio de control 10.

La figura 6 muestra las trayectorias de la luz 48, 50 durante todavía otro movimiento de la muestra 6 hacia abajo o del foco de luz de medición 52 en la muestra 6 hacia arriba. El foco de luz de medición 52 abandona la capa límite 66 y se aproxima a la capa límite 64, de manera que la reflexión de la capa límite 66, que sólo llega todavía al elemento detector 74, permanece en adelante en la sombra y la reflexión de la capa límite 64 cae cada vez más fuerte a través del orificio de pantalla 46 sobre el elemento detector 72.

El orificio de pantalla 46 está dispuesto en el plano de la imagen del objetivo 26. La luz reflejada desde el foco de luz de medición 52 pasa a través del orificio de pantalla 46 y en concreto de una manera más conveniente con la misma intensidad desde ambas trayectorias de la luz 48, 50. El orificio de pantalla 46 está dispuesto en este caso de tal forma que la luz, que se refleja desde encima o desde debajo del foco de luz de medición 52, pasa con diferente intensidad desde las dos trayectorias de la luz 48, 50 a través del orificio de la pantalla 46. Una iluminación de la misma intensidad de los elementos detectores 72, 74 significa, por lo tanto, que una de las capas límites 64, 66 se encuentra en el foco de luz de medición. El orificio de pantalla es en este caso de manera más ventajosa sólo tan grande que la luz desde una capa límite 64 66, que está más alejada de 100 mm desde el foco de luz de medición 52, no puede pasar desde ninguna de las trayectorias de la luz 48, 50 a través del orificio de pantalla.

A través del orificio de pantalla 46 se posibilita una selección de la luz desde diferentes trayectorias de la luz de acuerdo con la longitud del recorrido óptico. De la misma manera se posibilita una selección de la luz desde diferentes trayectorias de la luz de acuerdo con su diferente dirección sobre los elementos detectores 72, 74.

En la figura 7 se representan las amplitudes A de la señal 76 del elemento detector 72 y de la señal 78 del elemento detector 74 durante un movimiento del foco de luz de medición 52 en la muestra 6, como se describe con relación a las figuras 3 a 6, sobre el tiempo t. Además, se representa el movimiento de la posición 80 del foco de luz de medición 52 en dirección-z, que está paralelo al eje óptico 20 del objetivo 26, sobre el tiempo t en correlación con las señales 76, 78. Se marcan cuatro instantes III, IV, V, VI, que corresponden a las posiciones 80 del foco de luz de medición 52 en las figuras 3, 4, 5, 6.

Para el enfoque automático de la muestra 6 se conecta en primer lugar el generador de luz 14 de la fuente de luz de enfoque automático 12 y se mueve el objetivo 26 o bien su elemento óptico 36 móvil a través del actuador 38 a su posición de partida – en las figuras en la dirección de la muestra 6 totalmente hacia abajo –, con lo que el foco de luz de medición 52 se encuentra dentro de la muestra 7 y allí de manera más conveniente dentro del soporte de las muestras 58.

A continuación se mueve el actuador 38 de tal manera que el foco de luz de medición 52 se mueve totalmente a través del material de la muestra 60 y a través del interior del plano objetivo del foco 70. Al mismo tiempo, se registran las señales 76, 78 de los elementos detectores 72, 74 y de manera más conveniente también una señal de posición del actuador 38. En primer lugar se eleva la señal 76 del elemento detector 72 para caer de nuevo rápidamente. Luego se eleva la señal 78 del elemento detector 74 y cae de la misma manera rápidamente, ambas de acuerdo con la incidencia de la luz a través del orificio de la pantalla 46, como se describe con relación a las figuras 4 a 6.

En particular, se registra la posición del punto de intersección de los flancos de las señales 76, 78 – en la posición objetiva siguiente – en la que el foco de luz de medición 52 se encuentra en el plano objetivo del foco 70. Esta posición objetiva es detectada a través del medio de control 10, que está conectado con el actuador 38, que emite su posición o bien la del elemento óptico 36 constantemente o a demanda del medio de control 10 al medio de control 10.

La nueva subida fuerte primero de la señal 76 y luego de la señal 78 por encima de un valor límite g se considera como signo y orientación de que el foco de luz de medición 52 de la superficie límite 64 que refleja fuertemente se aproxima y, por lo tanto, se encuentra por encima del plano objetivo del foco 70. Se detiene el movimiento del foco de luz de medición 52 hacia arriba.

Ahora en otra etapa sencilla del procedimiento, se puede ajustar el actuador 38 de manera correspondiente a la posición objetiva detectada y se enfoca la muestra 6 muy activamente. El foco de luz de medición 52 se ajusta sobre el plano objetivo del foco 70 y, por lo tanto, también el foco del microscopio 4, cuando el foco de luz de medición 52 se encuentra en este foco. En otro caso, se ajusta el foco a un plano deseado, que está alejado del plano objetivo del foco 70 en un recorrido conocido.

Se consigue un enfoque más exacto cuando se invierte el movimiento del foco de luz de medición 52 y el foco de luz de medición 52 se conduce esta vez más lento en el interior del material de la muestra 60, como se representa en la figura 7. Se forma de nuevo un máximo de la señal 76, y un ajuste de las señales 76, 78 para la igualdad de las señales lleva el foco de luz de medición 52 al plano objetivo del foco 70.

En un procedimiento alternativo, se puede comenzar de tal manera que el foco de luz de medición 52 se encuentra por encima de la muestra 6 y se introduce desde allí en la muestra 6. Se reconoce claramente el reflejo principal que aparece en primer lugar desde la capa límite de cristal-aire 64. Puesto que el espesor de la cubierta de cristal 62 se conoce, por ejemplo 170 mm, se puede desplazar el foco de la luz de medición 52 activamente alrededor de éste o un recorrido alto menos hacia abajo. Entonces se puede reducir la velocidad de avance y se puede desplazar el foco de medición de la luz 52 a continuación hacia abajo hasta que las señales 76, 78 son de la misma intensidad.

Una regulación sobre la posición objetiva con la ayuda de las figuras 76, 78 se explica a continuación con la ayuda de la figura 8. Se forma una señal diferencial 82 a partir de la diferencia entre las señales 76, 78, por ejemplo a través de sustracción de las señales 76, 78 y se utiliza como variable de regulación con el punto de anulación 84 como valor objetivo de regulación. En el punto de anulación 84, el foco de luz de medición 52 se encuentra en la posición objetiva 86. De manera más ventajosa, el detector 44 está calibrado a tal fin de tal forma que las señales 75, 78 son iguales cuando el foco de luz de medición 52 se encuentra en el plano objetivo del foco 70. Si el foco de luz de medición 52 debe estar un poco fuera de la capa límite reflectante 66, entonces puede existir una desviación sobre una señal 76, 78 o se puede amplificar más o menos una señal 76, 78. De esta manera, se desplaza el punto de anulación 84 de manera correspondiente en dirección-z. Si se conoce la relación entre desviación o amplificación y el desplazamiento, entonces se puede ajustar el plano objetivo del foco 70 de manera correspondiente alrededor de la superficie límite 66, sin que deba modificarse el procedimiento de enfoque automático descrito con relación a las figuras 7 y 8. El ajuste correspondiente del detector 44 se puede realizar como calibración antes de un procedimiento de enfoque automático o durante el procedimiento de enfoque automático de acuerdo con la instrucción correspondiente del medio de control 10.

Después del ajuste o regulación de la posición del foco, se puede desconectar el generador de luz 14 y se puede regular o mantener la posición del foco por medio de la señal de posición del actuador 38. Esto tiene la ventaja de que el patrón de luz de enfoque automático durante la iluminación no se reproduce con la cámara-Opcionalmente, el generador de luz 14 puede permanecer conectado continuamente y se puede realizar la regulación de acuerdo con la señal diferencial 82.

Ahora se pueden tomar imágenes de la muestra 6 o bien del material de la muestra 60, dado el caso en varias posiciones-z. Éstas se pueden alcanzar a través de un control correspondiente del actuador 38. También es posible alcanzarlas a través de un desplazamiento de una o de ambas señales 76, 78.

Para la toma de varias imágenes de una muestra grande 6 se mueve ésta en dirección -x-y 88, es decir, perpendicularmente al eje-s o bien al eje óptico 20, como se indica en la figura 9. El enfoque se puede mantener en este caso. Sin embargo, si la muestra 6 está oblicua, el foco de la luz de medición 52 resbala en la medida de un recorrido 90 en dirección-z dentro de la muestra 6. Para reconocer esto, se verifica la factibilidad de las señales 76, 78 en la nueva posición-x-y. En el caso de que las señales 76, 78 no correspondan a lo esperado, es decir, que se encuentran fuera de los valores límites, se inicia una nueva localización del plano objetivo del foco 70, como se describe con relación a la figura 7. Si las señales 76, 78 son aceptables, se puede comenzar directamente con la regulación, por ejemplo, sobre el punto de anulación 84.

La figura 10 muestra una proyección de un patrón de fuentes de luz sobre una muestra oblicua en reposo 6. Con la ayuda de un único punto de luz de enfoque automático no se puede reconocer si la muestra está oblicua con relación al eje óptico 20. Sin embargo, el foco de la luz de medición 52 comprende varios puntos de enfoque 92, por ejemplo puesto que un patrón de luz se reproduce en varios puntos del foco 92 en la muestra, se pueden evaluar de manera separada reflexiones desde cada punto del foco 92, respectivamente, sobre al menos dos trayectorias de la luz, como se ha descrito anteriormente. De esta manera se puede reconocer que los planos objetivos de foco hallados en cada caso con respecto a los puntos individuales del foco 92 no son idénticos. Se puede emitir una señal de error, de manera que la muestra 6 es insertada de nuevo y precisamente en su soporte de fijación.

La figura 11 y la figura 12 muestran esquemas de detección alternativos, que utilizan dos trayectorias ópticas no separadas en el espacio en el sistema óptico 22. En la figura 11 se separa un rayo en la trayectoria de detección sólo después del sistema óptico 22 y delante de los detectores 72, 74 por medio de un espejo semitransparente 94. Por medio de dos orificios de la pantalla 46, que están dispuestos asimétricos con respecto al espejo 94 delante de los detectores 72, 74, se detecta la señal de la distancia de los trayectos poco diferentes. La asimetría se representa por medio de las diferentes distancias 96, 98 de los orificios de la pantalla 46 perpendicularmente al espejo 94.

En la figura 12, el generador de luz 14 emite radiación con dos frecuencias diferentes ( $\lambda_1, \lambda_2$ ), que son separadas delante de los detectores 72, 74 por medio de un espejo dicróico 200. De nuevo con la ayuda de los orificios de la pantalla 46 se genera la señal de la distancia. En este caso, los orificios de la pantalla 46 pueden estar dispuestos simétricos con respecto al espejo dicróico 100, cuando el índice de refracción del sistema óptico 22 separa suficientemente en el espacio las trayectorias de la luz de las diferentes frecuencias, como se representa en la figura 12 a través de las distancias de las dos trayectorias de la luz delante del espejo 100.

También en los ejemplos de realización de la figura 11 y de la figura 12 se posibilita a través de un medio óptico, en estos casos el espejo semitransparente 94 o el espejo dicróico 100, una selección de la luz desde diferentes trayectorias de la luz de acuerdo con diferentes direcciones hacia los elementos detectores 72, 74.

5 La figura 13 muestra una representación esquemática de un sistema de reproducción óptica 102 realizado, por ejemplo, como microscopio, que está dirigido sobre una muestra 106 que está dispuesta sobre una mesa de muestras 104. El sistema de reproducción óptica 120 comprende una fuente de luz 108, cuyos rayos de luz están dirigidos en una trayectoria de los rayos indicada con una flecha 110 de línea continua con la ayuda de un sistema óptico 112 y de un espejo dicróico 114 sobre la muestra 106. El sistema óptico 112 incluye al mismo tiempo un  
10 objetivo 116, que es desplazable con la ayuda de un actuador 18 con relación a una carcasa de microscopio 120 a lo largo del eje óptico 122 de la trayectoria de los rayos para el enfoque de la muestra 106.

La radiación reflejada o dispersada desde la muestra 106 es conducida en una trayectoria de los rayos indicada con una flecha de trazos a través del espejo dicróico 114 y a través de elementos ópticos 124 sólo indicados del sistema óptico 112 a una cámara 126, que presenta un detector 128 con un filtro de luz 130. El detector 128 comprende una pluralidad de elementos detectores 132 dispuestos en una matriz bidimensional, que están realizados como elementos CCD y están fijados sobre un chip. El filtro de luz 130 es un filtro espectral con varias zonas de filtro 134, que filtran de manera espectral diferente, que están dispuestas de la misma manera sobre el chip y en la trayectoria de los rayos inmediatamente delante de los elementos detectores 132.  
15

La mesa de muestras 104 y con ella la muestra 106 son desplazables con la ayuda de un actuador 136 perpendicularmente al eje óptico 122 del objetivo 116, como se indica por medio de flechas 138, de manera que se pueden realizar varias tomas de la muestra 106 en diferentes posiciones de la muestra 106 con relación al microscopio 102. El actuador 136 puede ser activado a través de un medio de control 140 del microscopio 12, de manera que se puede ajustar un recorrido de desplazamiento de la muestra 16 de toma a toma a un valor predeterminado o determinado por el medio de control. El medio de control 140 puede ser al mismo tiempo un medio de control 140 de la cámara 126 o un medio de control adicional del microscopio 102 fuera de la cámara 126.  
20

A través del medio de control 140, se pueden activar de manera alternativa o adicional al actuador 136, un actuador 142 del filtro de luz 130 y/o un actuador 144 del detector 128, de manera que las zonas de filtro 134 y/o los elementos detectores 132 son móviles de forma activada con relación al sistema óptico 112 pero perpendicularmente al eje óptico 122 de la trayectoria de los rayos que inciden en la cámara 126. De esta manera, una imagen de un objeto de la muestra 16 puede migrar de una o varias maneras sobre el filtro de luz 130 y/o el detector 128.  
25

Una forma de realización alternativa de un detector 146 con varias zonas de detección 148, 150, 152 se representa en la figura 14. La descripción siguiente se limita esencialmente a las diferencias con respecto al ejemplo de realización de la figura 13, a la que se remite con relación a las características y funciones que permanecen iguales. Los componentes que permanecen esencialmente iguales están identificados, en principio, con los mismos signos de referencia y se asumen las características no mencionadas, sin describirlas de nuevo.  
30

Por medio de dos divisores del haz dicróicos 154, 156 se divide la radiación reflejada por la muestra 6 de acuerdo con tres zonas espectrales y se conducen sobre las zonas espectrales 148, 150, 152. Las zonas espectrales 148, 150, 152 son en cada caso sólo en una de las zonas espectrales sensibles o más sensibles que en las otras zonas espectrales. Delante de cada zona del detector 148, 150, 152 está dispuesta en cada caso una zona de filtro 158, 160, 162, de manera que las zonas de filtro 158, 160, 162 solamente en una de las zonas espectrales es transparente o más transparente que en las otras zonas espectrales. Su transparencia está adaptada espectralmente a la zona de detección 148, 150, 152 asociada a ellas en cada caso. Una o todas las zonas del filtro 158, 160, 162 pueden estar divididas de nuevo en subzonas que filtran en cada caso espectralmente de forma diferente, como se representa en la figura 14. A través de la división en zonas del detector 148, 150, 152 de diferente sensibilidad espectral con zonas de filtro 158, 160, 162 que filtran en cada caso de forma espectralmente diferente, se puede conseguir un rendimiento de la luz especialmente alto sobre una zona espectral amplia.  
35

En las figuras 15 a 18 se representan en cada caso la reproducción de una muestra 106, que presenta 3 x 10 recipientes de muestras 164, que pueden representar también superficies de muestras, también son concebibles números considerablemente mayores, en los que está contenida en cada caso la misma o distinta sustancia de muestra. Los recipientes de muestras 164 están dispuestos en una matriz rectangular y están fijados en la mesa de muestras 104. En la sustancia de muestra se encuentran objetos 166 a investigar. La muestra 106 presenta en su totalidad y en sus objetos un patrón de imagen.  
40

El detector 128 y sus 11 x 15 elementos detectores rectangulares 132 se representan, para mayor claridad con líneas de trazos, en cambio el filtro de luz 130 con sus 5 zonas de filtro 134 en forma de franjas se representan con líneas continuas. Las franjas de las zonas de filtro 134 están dispuestas perpendiculares a la dirección del movimiento de la mesa de muestras, que se representa por medio de una flecha 138. Para la distinción mejorada de  
45

las líneas, se muestra la representación de la muestra con línea de puntos.

La figura 15 muestra el detector 128 y la reproducción de la muestra 106 en una posición mutua, en la que se realiza una toma de la muestra 106, pero no la primera, como se explica a continuación. La toma representa una sección de la imagen con cinco zonas de la imagen, en la que se reproducen doce recipientes de muestra 164 con todo el contenido y tres recipientes de muestras 164 sólo parcialmente. Respectivamente, doce recipientes de muestras 164 son reproducidos a través de una zona de filtro 134 y, por lo tanto, en su zona espectral. A través de una zona de filtro 134 se reproduce en cada caso una de cinco zonas de la imagen de la sección de la imagen. Cada zona de filtro 134 y cada zona de la imagen cubren en este caso perpendicularmente a la dirección del movimiento de la muestra 106 exactamente tres elementos detectores 132, más en general: exactamente el mismo número de elementos detectores 132.

Para el registro siguiente se mueve más la reproducción de la muestra 106 en la medida del recorrido de la anchura de las zonas del filtro 134, de manera que se puede ver la anchura en la dirección del movimiento de la muestra 106. Ahora se toma otra sección de la imagen de la muestra 106, de manera que esta sección de la imagen cubre otra sección de la muestra y otros objetos 166. La posición de las zonas del filtro 134 en las secciones de la imagen permanece igual, pero no con relación a las secciones de la muestra y los objetos 166. Con la segunda toma se reproducen los recipientes de la muestra 164 reproducidos de nuevo en otro espectro, es decir, en otro color.

La figura 17 presenta la muestra 106 de nuevo desplazada en la medida de la anchura de las zonas de filtro 134, de manera que los recipientes de la muestra reproducidos ahora tres veces son reproducidos en tres espectros diferentes. De esta manera, se reproducen todas las zonas de la muestra 106 y todos los recipientes de la muestra 164 al menos de manera tan frecuente como zonas del filtro están presentes, en el ejemplo de realización mostrado al menos cinco veces, de manera que cada zona de la muestra está tomada en cinco espectros. A partir de estas cinco imágenes se puede componer para cada zona de muestra un a imagen de cinco colores. Para reproducir cinco veces cada zona de la muestra, se toma registra en la primera toma la muestra 106 sólo a través de una zona del filtro, en la segunda toma a través de dos zonas del filtro 134 y así sucesivamente. Por lo tanto, la figura 15 muestra la quinta toma de la muestra 106.

La muestra 106 es reproducida en su totalidad, reproduciendo la muestra 106 por secciones de la imagen sobre el detector 128 y realizando varias reproducciones que se solapan parcialmente de la muestra 106 y los objetos 166. En este caso, se realizan al menos tantas reproducciones como secciones de filtro diferentes 134 están presentes. En cada caso, a partir de tantas reproducciones que se solapan como secciones de filtro diferentes 134 están presentes, se genera una imagen de cuatro colores de la muestra 106 o bien de un objeto 166, por ejemplo por el medio de control 140.

Las tomas son evaluadas en este caso a través de un medio de evaluación, que puede ser el medio de control 40, que está conectado con el detector 128 de acuerdo con la técnica de señales. En este caso, se reconoce, por ejemplo, que un objeto 168 tiene una importancia especial y debería representarse con una resolución especialmente alta. Si se reconoce este cometido, entonces se mueve la muestra 106 de una toma a la siguiente sólo menos que una longitud de píxel, es decir, una longitud de un elemento detector 132, como se puede reconocer en la figura 18 en comparación con la figura 17. El objeto se mueve en este caso de toma a toma de acuerdo con subpixel sobre un límite entre dos zonas de filtro 134. A partir de las tomas se puede conseguir en la zona, que ha sido superada por el límite, una resolución, que está en la zona de subpixel, de manera que se puede representar el objeto 168 con resolución especialmente alta.

De manera alternativa a un movimiento de la muestra 106 hacia el microscopio 102, se puede mover el filtro de luz 130 y/o el detector 128 con relación a la muestra 106 y, por ejemplo, con relación a la carcasa del microscopio 120.

En otra forma de realización, la carga de los elementos detectores individuales dentro de una zona del filtro con la reproducción de la muestra se puede desplazar de acuerdo con los elementos detectores y sólo se lee después de uno o varios desplazamientos. O bien las cargas, que están asociadas durante el desplazamiento de la reproducción de la muestra dentro de una zona del filtro a una posición de la muestra, se pueden asociar a un valor espectral de píxel. De esta manera, se puede acumular la carga de la muestra generada por la luz durante un periodo de tiempo más largo.

La figura 19 muestra un diagrama doble, en el que la superficie de filtro de un filtro de luz 170 se representa en dirección-x y en dirección-y.

La dirección-z es la dirección del eje óptico 22 en la entrada en la cámara 126. Además, se representa la absorción A del filtro de luz 170. Cuanto más alta es la transmisión del filtro de luz 170, tanto más reducida es la absorción A. En la zona rayada, la absorción es de manera ideal próxima a 100 % y el filtro de luz 170 no es transparente a la luz. El filtro de luz 170 es un filtro de cantos con un canto 172 con una longitud de ondas  $\lambda$  establecida. La longitud de ondas  $\lambda$  depende de la posición del canto 172 en la dirección-x del filtro 170. Más a la derecha, en el filtro la longitud

de ondas  $\lambda$  del canto es más alta que más a la izquierda. En el ejemplo representado, la modificación de la longitud de ondas del canto por recorrido del filtro de luz en dirección-x es constante. También son concebibles otras relaciones con modificación lineal o no lineal. En el filtro de luz 170, muchísimas zonas del filtro o un número infinito de zonas del filtro que filtran de forma espectral diferentes están dispuestas muy estrecha so infinitamente estrechas adyacentes entre sí.

En el caso de utilización del filtro de luz 170 en lugar del filtro de luz 130 en las figuras 15 -18, cada zona de la muestra se puede reproducir con frecuencia opcional en diferentes espectros, de manera que una resolución espectral de la imagen total de la muestra 106 depende del recorrido de movimiento de la muestra 106 de toma a toma. De esta manera, se puede seleccionar libremente la resolución espectral de toda la imagen.

Si se disponen dos filtros de canto 174, 176 con un desarrollo opuesto de los cantos uno detrás del otro, como se representa en la figura 20, entonces se puede ajustar mutuamente una ventana de transmisión 178 tanto en su dilatación espacial  $\Delta x$  como también en su dilatación espectral  $\Delta \lambda$  a través del movimiento del filtro de cantos 174, 176. Se pueden excluir zonas espectrales y se puede ajustar una resolución espectral.

Una adaptación del filtro de luz 130 al detector 128 se representa en la figura 21. En la figura 21 se representa un diagrama de la sensibilidad E del detector 128 sobre la longitud de onda  $\lambda$  de la luz registrada. La sensibilidad E depende de la longitud de onda  $\lambda$  de la luz y es una longitud de onda  $\lambda_1$  menor que una longitud de onda  $\lambda_2$  Para conseguir una iluminación lo más uniforme posible de las tomas de la muestra 106 sobre toda la zona espectral relevante, la zona de filtro 134, que transmite en la longitud de onda  $\lambda_1$ , del filtro de luz 130 es transmisiva en una zona de longitudes de ondas  $\Delta \lambda_1$  mayor que la zona de filtro 134, que transmite en la longitud de onda  $\lambda_2$ , del filtro de luz 130, que solamente transmite en la zona menor de longitudes de ondas  $\Delta \lambda_2$ .

Otra posibilidad para la consecución de una iluminación lo más uniforme posible de las tomas de la muestra 106 sobre toda la zona espectral relevante consiste en realizar una adaptación electrónica de los elementos detectores 132 a la zona del filtro 134 que se encuentra delante de ellos. En el caso de una zona del filtro 134 menos transmisiva, se puede activar de otra manera un elemento detector 132 asociado a esta zona del filtro 134 que un elemento detector 132, que está asociado a una zona del filtro 134 más transmisiva. La activación diferente se puede conseguir a través de un ajuste diferente de la ganancia y/o del tiempo de integración de los elementos detectores 312. También es concebible la unión de píxeles, es decir, la agrupación de dos o más píxeles o bien elementos detectores 132, lo mismo que un submuestreo, es decir, una lectura sólo de cada n elemento detector 132, con  $n = 1, 2, 3 \dots$  El control correspondiente se puede realizar por el medio de control 140.

En un ejemplo de realización especialmente ventajoso, durante la adaptación electrónica de los elementos detectores 132 se tiene en cuenta un desplazamiento de las zonas de filtro 134 delante de los elementos detectores 132. A tal fin, debe conocerse la posición del filtro de luz 130 con respecto al detector, por ejemplo a través de señales de posición de uno de los actuadores 142, 144.

**Lista de signos de referencia**

- 2 Dispositivo de enfoque automático
- 4 Microscopio
- 6 Muestra
- 8 Detector de imágenes
- 10 Medio de control
- 12 Fuente de luz
- 14 Generador de luz
- 16 Óptica
- 18 Pantalla
- 20 Eje óptico
- 22 Sistema óptico
- 24 Elemento óptico
- 26 Objetivo
- 28 Medios
- 30 Divisor del rayo
- 32 Divisor del rayo
- 34 Carcasa del microscopio
- 36 Elemento óptico
- 38 Actuador
- 40 Óptica
- 42 Óptica
- 44 Detector
- 46 Orificio del diafragma

	48	Trayectoria de la luz
	50	Trayectoria de la luz
	52	Foco de luz de medición
	54	Distancia
5	56	Foco
	58	Soporte de muestras
	60	Material de muestras
	62	Tapa de cristal
	64	Superficie límite
10	66	Superficie límite
	68	Superficie límite
	70	Plazo objetivo del foco
	72	Elemento detector
	74	Elemento detector
15	76	Señal
	78	Señal
	80	Posición
	82	Señal diferencial
	84	Punto de anulación
20	86	Posición del objetivo
	88	Dirección
	90	Recorrido
	92	Punto de enfoque
	94	Espejo
25	96	Distancia
	98	Distancia
	100	Espejo
	102	Microscopio
	104	Mesa de muestras
30	106	Muestra
	108	Fuente de luz
	110	Flecha
	112	Sistema óptico
	114	Espejo
35	116	Objetivo
	118	Actuador
	120	Carcasa del microscopio
	122	Eje óptico
	124	Elementos ópticos
40	126	Cámara
	128	Detector
	130	Filtro de luz
	132	Elemento detector
	134	Zona del filtro
45	136	Actuador
	138	Flecha
	140	Medios de control
	142	Actuador
	144	Actuador
50	146	Detector
	148	Zona del detector
	150	Zona del detector
	152	Zona del detector
	154	Espejo
55	156	Espejo
	158	Zona del filtro
	160	Zona del filtro
	162	Zona del filtro
	164	Recipiente de muestras
60	166	Objeto
	168	Objeto
	170	Filtro de luz
	172	Canto
	174	Filtro de cantos

	176	Filtro de cantos
	178	Ventana de transmisión
	A	Absorción
	E	Sensibilidad
5	$\lambda$	Longitud de ondas
	$\Delta\lambda$	Zona de longitudes de ondas
	A	Amplitud
	g	Valor límite
	t	Tiempo
10	z	Dirección del eje óptico

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Procedimiento de enfoque automático, en el que la luz desde una fuente de luz (12) a través de dos orificios de un medio (28) es dividida en dos trayectorias de la luz (48, 50), es enfocada en un foco de luz de medición (52) en una muestra (6) y es reflejada desde allí y la luz reflejada es conducida a través de un sistema óptico (22) en dos trayectorias de luz (48, 50) correspondientes sobre al menos dos elementos detectores (72, 74), en el que el foco de luz de medición (52) se mueve en capas de la muestra (6) que reflejan luz con diferente intensidad, y la luz reflejada es conducida a través de al menos un orificio de pantalla (46), que corresponde en su forma a la forma de la fuente de luz (12), está dispuesto en un plano de la imagen del sistema óptico (22) y está dispuesto fuera de un eje óptico (20) del sistema óptico (22); y los elementos detectores (72, 74) están dispuestos de tal forma que en este caso las curvas de una propiedad de radiación registrada por los elementos detectores (72, 74) son diferentes entre sí y se ajusta una posición de enfoque en función de las curvas.
- 2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la luz reflejada desde el foco de la luz de medición (52) desde las dos trayectorias de la luz (48, 50) incide con la misma intensidad sobre los elementos detectores (72, 74).
- 3.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la luz, que se refleja desde encima o desde debajo del foco de luz de medición (52) incide con diferente intensidad sobre los elementos detectores (72, 74).
- 4.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque a través de un medio óptico se realiza una selección de la luz reflejada desde diferentes capas límites (64, 66) de acuerdo con diferente longitud del recorrido óptico.
- 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque a través de un medio óptico se realiza una selección de la luz reflejada desde diferentes capas límites (64, 66) de acuerdo con direcciones diferentes sobre los elementos detectores (72, 74).
- 6.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las trayectorias de la luz (48, 50) están separadas una de la otra por medio de una zona sombreada.
- 7.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la luz en las trayectorias de la luz (48, 50) presenta diferentes propiedades espectrales y las trayectorias de la luz (48, 50) son separadas delante de los elementos detectores (72, 74) de acuerdo con las propiedades espectrales.
- 8.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque las curvas son registradas continuamente.
- 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se ajusta un foco del sistema óptico (22) de tal manera que las señales (76, 78) de los elementos detectores (72, 74) están en una relación fija entre sí y en particular son de la misma intensidad.
- 10.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el foco de la luz de medición (52) se ajusta a una capa límite (66) que refleja luz y a continuación se mueve la muestra (6) perpendicularmente al eje óptico (30) del sistema óptico (22) y las señales (76, 78) de los elementos detectores (72, 74) son verificadas a continuación sobre la factibilidad con respecto a un ajuste aproximado existente como anteriormente sobre la capa límite (86) reflectante.
- 11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la fuente de luz (12) presenta un patrón de luz, que se reproduce en la muestra (6), de manera que la luz reflejada desde varios puntos patrones del patrón de luz es detectada por separado, respectivamente, según las trayectorias de la luz (48, 50).
- 12.- Dispositivo de enfoque automático (2), que comprende una fuente de luz (12); un medio (28) con dos orificios para la división de la luz desde la fuente de luz en dos trayectorias de la luz (48, 50); un objetivo (26) para el enfoque de la luz dividida en un foco de luz de medición (52) en una muestra (6) y para la conducción de la luz reflejada allí en dos trayectorias de luz correspondientes sobre al menos dos elementos detectores (72, 74); y un sistema óptico (22) para la reproducción del patrón de fuentes de luz generado en la muestra en un plano de la imagen del sistema óptico (22); al menos un orificio de pantalla (46), que corresponde en su forma a la forma de la fuente de luz (12), que está dispuesta en dicho plano de la imagen y fuera de un eje óptico (20) del sistema óptico (22); un actuador (38) y un medio de control (10) para el movimiento de un elemento (36) del objetivo (26) con relación a la muestra (6) a través del actuador (38), de tal manera que el foco de la luz de medición (52) se mueve en capas de la muestra (6) que reflejan luz de diferente intensidad; de tal manera que la luz reflejada es conducida a través del al menos un

orificio de la pantalla (46), de manera que los elementos detectores (72, 74) están dispuestos de tal forma que en este caso las curvas de una propiedad de radiación registrada por los elementos detectores (72, 74) son diferentes y el medio de control (10) está previsto para la evaluación de las curvas en varias posiciones del foco de luz de medición (52).

5

Fig. 1

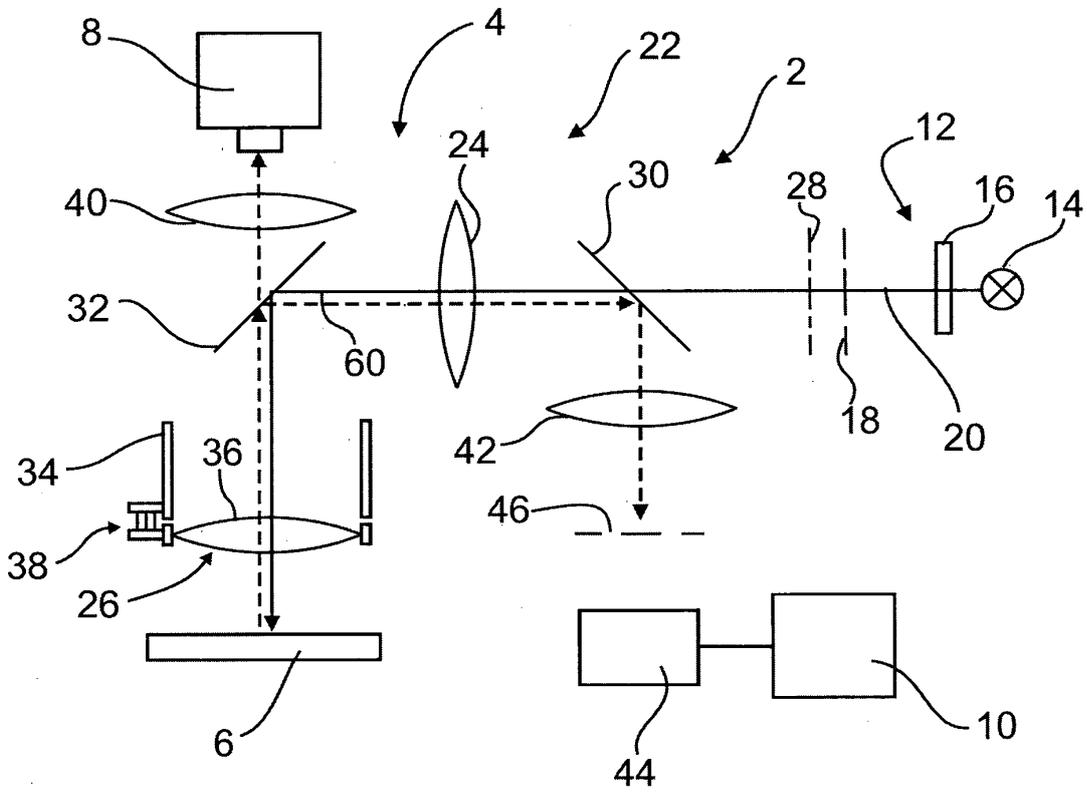
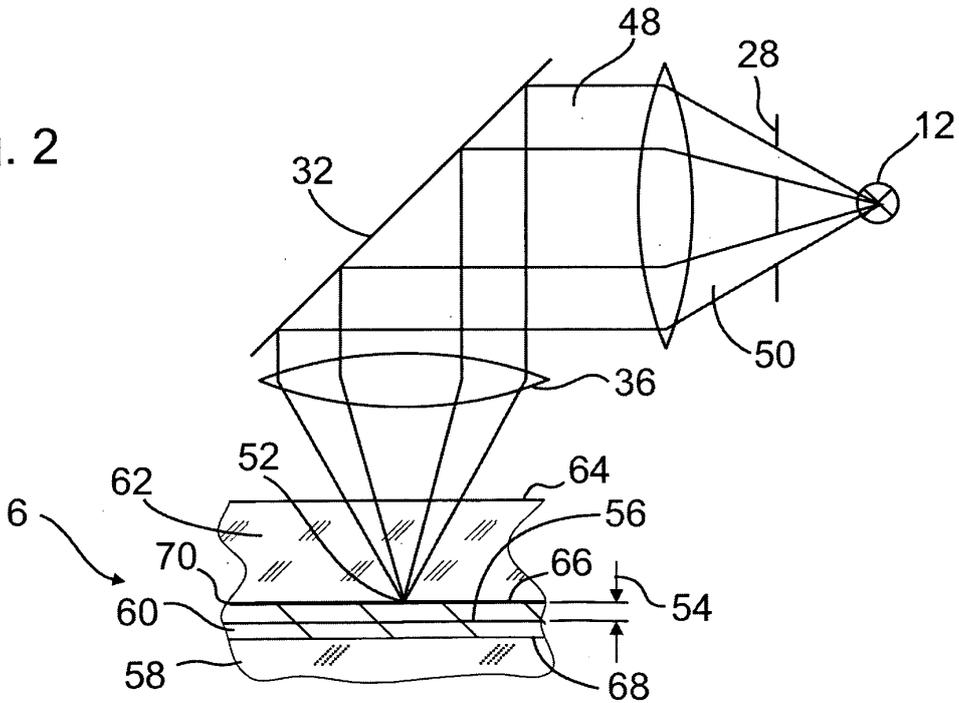


Fig. 2



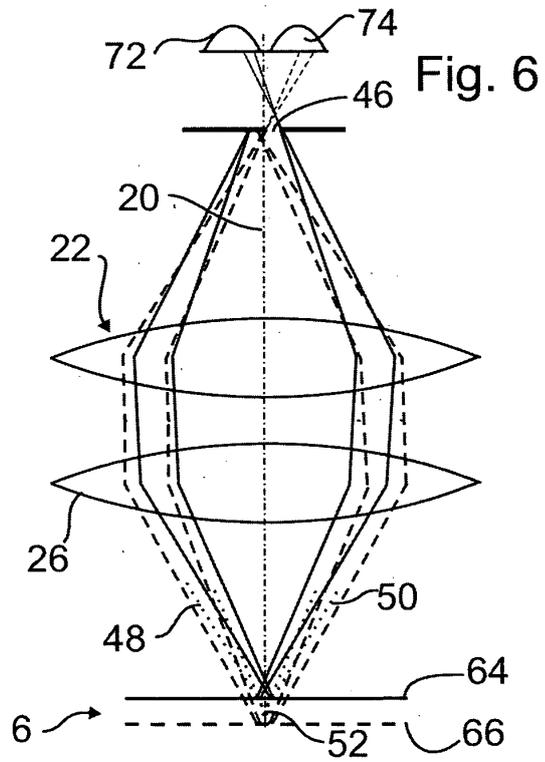
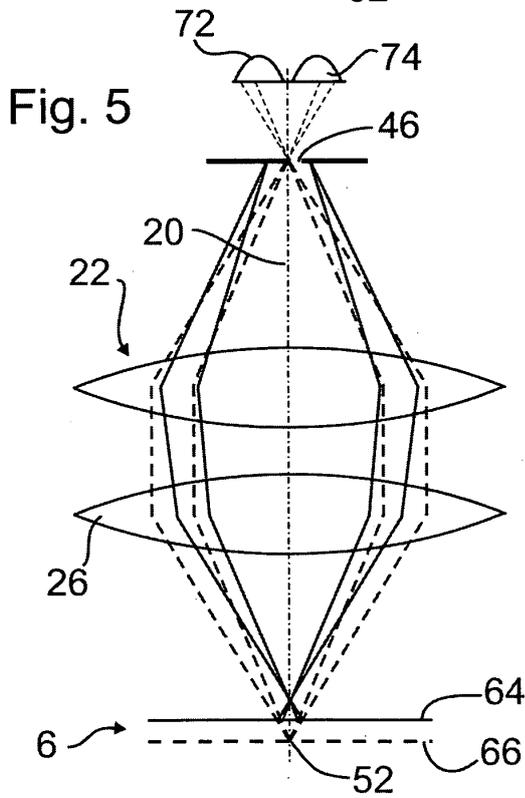
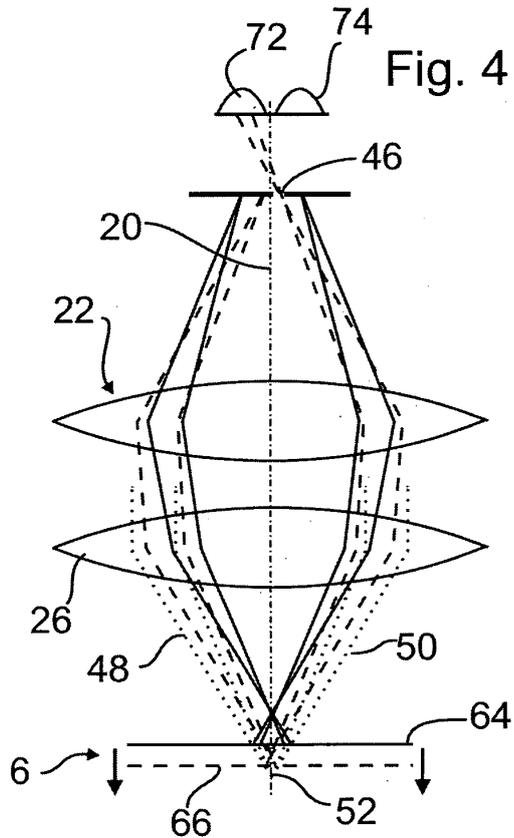
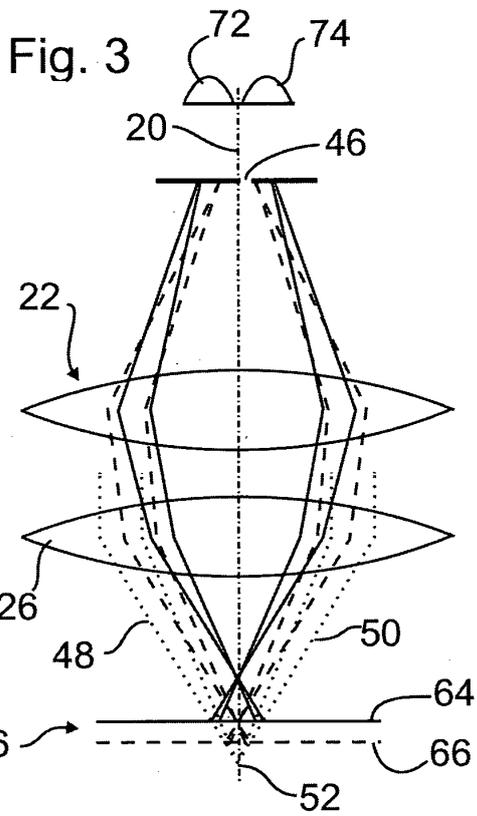


Fig. 7

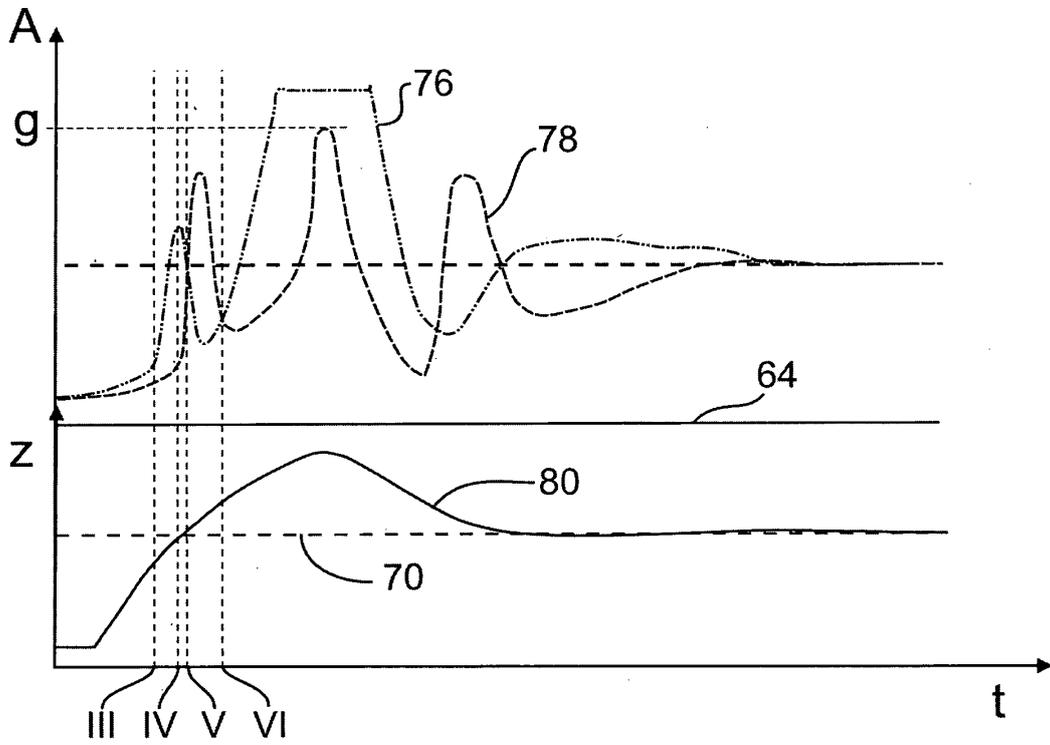


Fig. 8

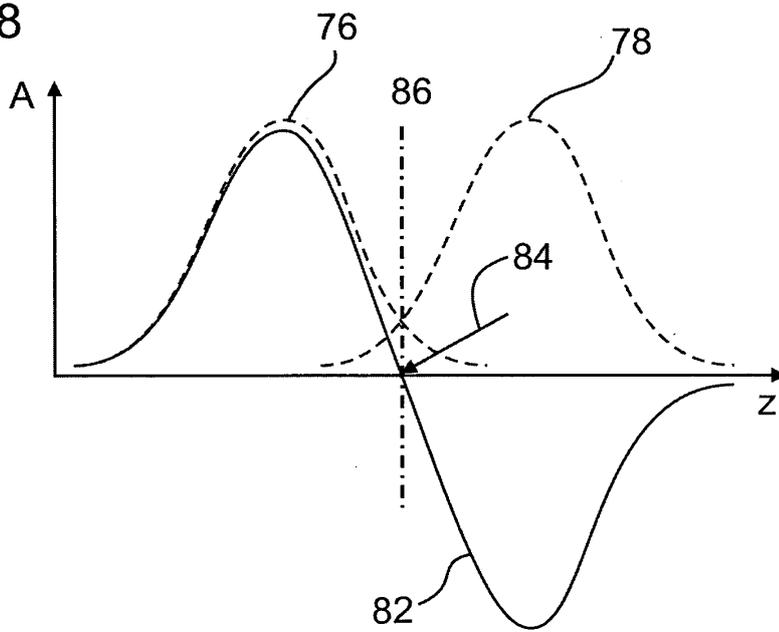


Fig. 9

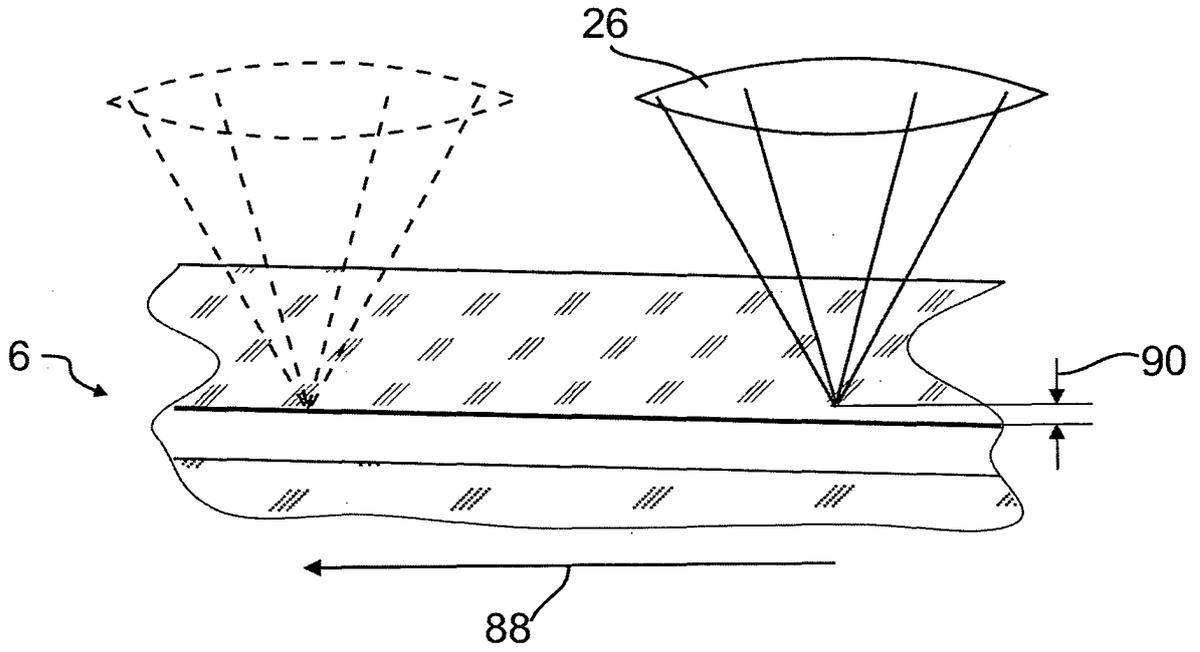


Fig. 10

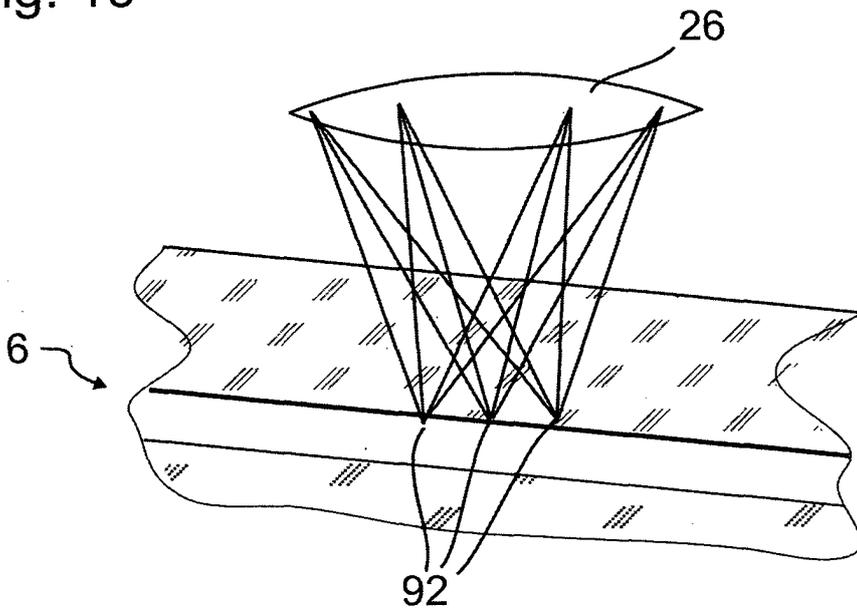


Fig. 11

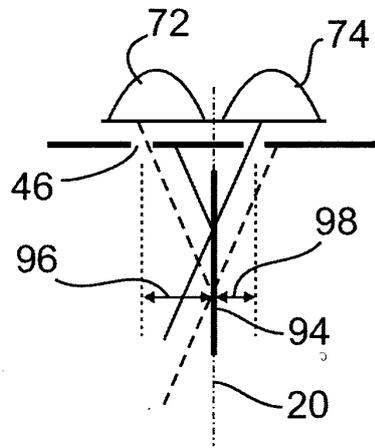


Fig. 12

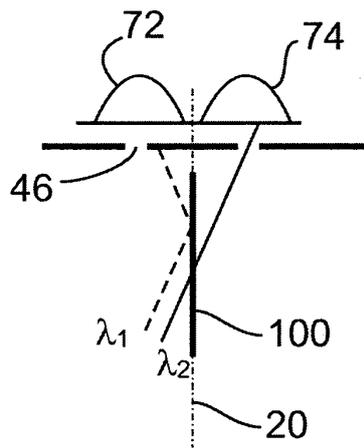


Fig. 13

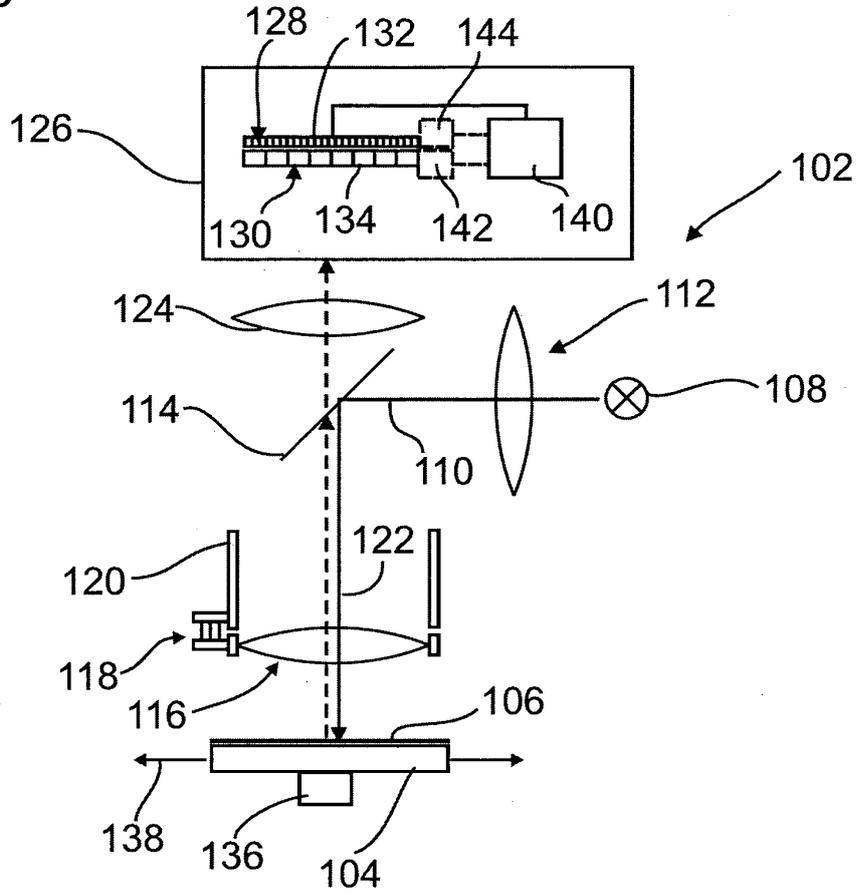


Fig. 14

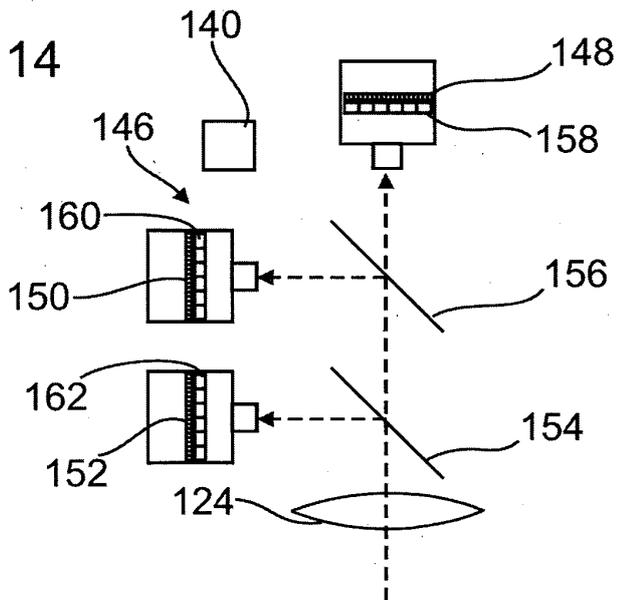


Fig. 15

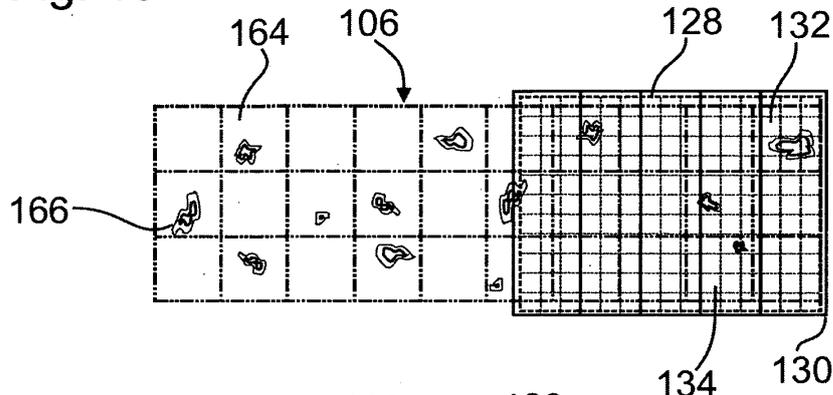


Fig. 16

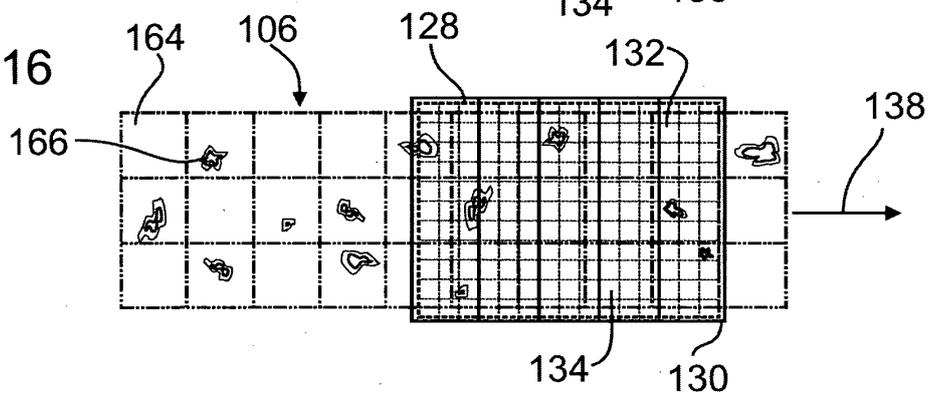


Fig. 17

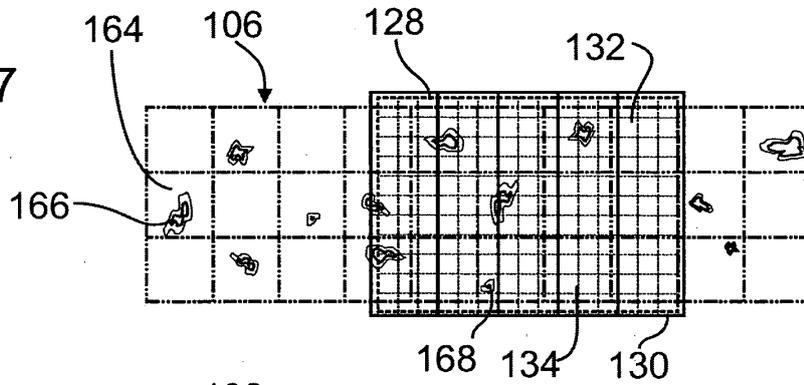


Fig. 18

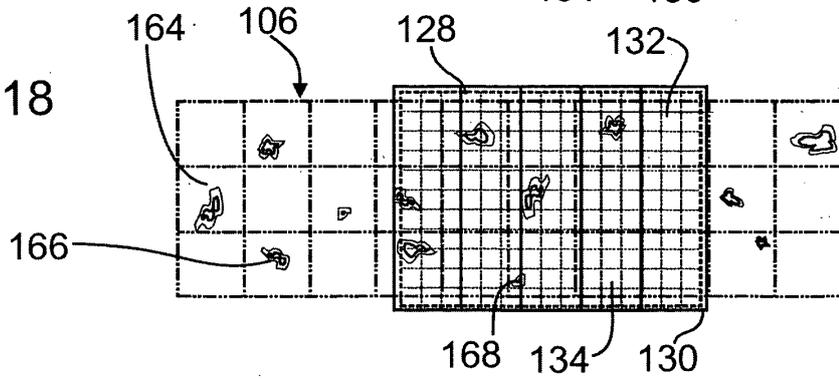


Fig. 19

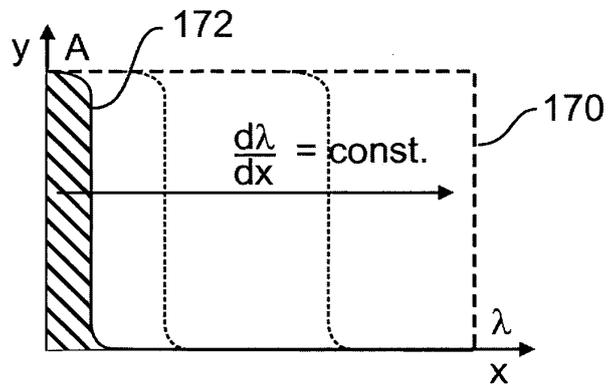


Fig. 20

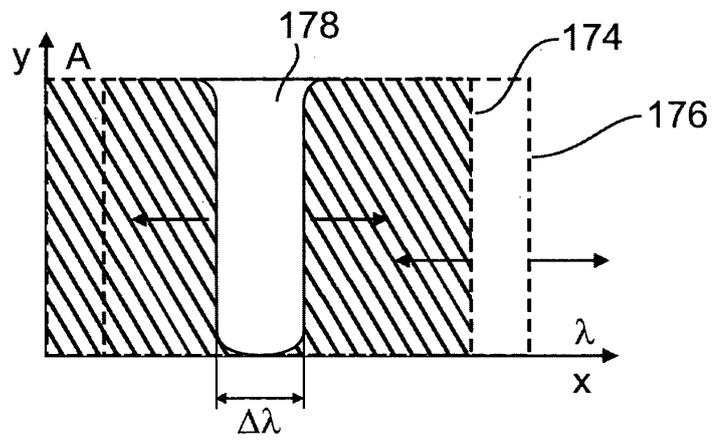


Fig. 21

