



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 282 852**

51 Int. Cl.:
G02B 21/00 (2006.01)
G02B 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **04720045 .6**
86 Fecha de presentación : **12.03.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1604240**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **14.12.2005**

54 Título: **Dispositivo óptico confocal con separador de haces amovible.**

30 Prioridad: **20.03.2003 FR 03 03584**
28.10.2003 FR 03 12697

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.10.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.10.2007

73 Titular/es: **Vincent Lauer**
1, villa de Beaute
94130 Nogent sur Marne, FR

72 Inventor/es: **Lauer, Vincent**

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo óptico confocal con separador de haces amovible.

5 **Campo técnico**

Se trata de un dispositivo óptico confocal que comprende un medio para cambiar el espejo de separación que separa el haz de iluminación dirigido hacia el objeto observado del haz a detectar procedente del objeto observado.

10 **Técnica anterior**

La figura 1 representa una parte de un dispositivo de óptica confocal según la técnica anterior. Un haz luminoso procedente de un láser 308 es ensanchado y colimado por lentes 300, 301. El haz de iluminación FE que ha atravesado la lente 301, que es sensiblemente paralelo, y se refleja a continuación por el espejo parcialmente reflectante 302 y a continuación es enviado hacia la lente 304 que puede ser el objetivo del microscopio o una lente intermedia. La lente 304 focaliza el haz de iluminación procedente de un punto de la red 300 en un punto iluminado 309 del plano de imagen 307 que puede ser un plano de imagen intermedio o directamente un objeto observado. El haz que hay que detectar FD que vuelve del punto iluminado vuelve a atravesar en sentido contrario la lente 304 y atraviesa el espejo parcialmente transparente 302. Atraviesa la lente 305 y llega a un agujero microscópico 306 que tiene una función de filtrado y se coloca en un plano focal de la lente 305. En la figura, el espejo parcialmente transparente 305 está en una zona afocal, es decir, que el haz de iluminación y el haz que hay que detectar son sensiblemente paralelos en esta zona. Sin embargo, en microscopia confocal el espejo parcialmente transparente no está necesariamente colocado en una zona afocal. Por ejemplo, también puede estar colocado en la proximidad inmediata del agujero microscópico. El espejo parcialmente transparente 302 puede típicamente ser un espejo dicróico que separa las longitudes de onda de excitación y de emisión, en el caso de un microscopio que funciona en fluorescencia, o un separador de haz neutro, en longitud de onda, para la observación de la luz reflejada por un objeto a observar.

Para que el sistema funcione el punto iluminado 309 se debe conjugar con el agujero microscópico 306. Pero la precisión de posicionamiento del espejo 302 es insuficiente para que tal conjugación pueda ser reproducida o suprimida y vuelva ser colocada. En efecto, cualquier imprecisión de posicionamiento del espejo modifica la dirección del haz de iluminación reflejado por el espejo, y, por consiguiente, desplaza el punto de iluminación que deja de ser conjugado con el agujero microscópico. El cambio del espejo 302 es necesario por ejemplo, si se trata de un espejo dicróico, para cambiar de longitud de onda de excitación. También puede haber varias líneas de iluminación distintas que llegan a la zona afocal y están cada una superpuesta al haz que ha de detectar un espejo parcialmente transparente. En este caso, cada espejo debe ser amovible, para que de este modo se puede utilizar una línea de iluminación sin ser molestado por el espejo correspondiente a otra línea de iluminación.

Por razones de simplificación, no se ha ilustrado en la figura 1 el dispositivo de barrido que puede por ejemplo ser un par de espejos galvanométricos o un dispositivo de traslación de la muestra. La figura 1 puede estar adaptada al caso de una muestra multipuntos sustituyendo la lente 300 por una red de microlentes, y sustituyendo el agujero microscópico 306 por una red de agujeros microscópicos.

El problema de la pérdida de conjugación entre el punto de focalización del haz de iluminación en el objeto, que se conjuga con el punto de focalización virtual del láser de iluminación, y el agujero microscópico de filtrado, durante un cambio de espejo dicróico se resuelve habitualmente de diversas maneras.

- a) aumentando considerablemente la imagen que se forma en el plano 306 para sustituir el agujero microscópico por un agujero de dimensiones más elevadas y colocando el espejo dicróico cerca de este agujero y no en la zona afocal. Esta solución prolonga especialmente las vías ópticas y no se puede trasladar al caso de una red de agujeros microscópicos (iluminación multipuntos). En efecto en este último caso, aumentar la imagen implica aumentar toda la red de agujeros microscópicos, lo que conlleva dimensiones de red que son incompatibles con las dimensiones normales de un dispositivo confocal.
- b) Previendo un sistema de reajuste de la posición del agujero microscópico.
- c) Combinando las soluciones anteriores para evitar reajustes demasiado importantes o demasiado frecuentes, sin prolongar excesivamente la vía óptica.
- d) Haciendo pasar el haz de iluminación por el agujero microscópico, y sustituyendo el espejo dicróico antes del agujero microscópico en la vía del haz de iluminación, por lo tanto después del agujero microscópico en la vía del haz que vuelve del objeto. Esta solución simplifica el sistema pero no permite regular la dimensión del agujero microscópico sin afectar también al haz de iluminación, y no permite tampoco corregir las diferencias de aberración cromática entre el haz de iluminación y el haz que hay que detectar volviendo del objeto observado. Se traduce por lo tanto por una reducción de la calidad de las imágenes obtenidas. Esta solución es la más corrientemente adoptada para los sistemas multipuntos cuando se desea un cambio fácil de un espejo separador. Por ejemplo, esta solución se utiliza en los sistemas representados en la figura 3 de la Patente US 5.162.941, en la figura 3 de la patente US 6.028.306, en la figura 18 de la solicitud de patente PCT/FR01/02890 y en la figura 1a de la patente DE 198 24 460 A1. El conjunto

de estos sistemas permite la obtención de una imagen fiel del objeto observado a pesar de los errores de posicionamiento del espejo dicróico.

La solicitud de patente US 2002/0097484 describe un dispositivo óptico monopunto que evita la mayor parte de los problemas anteriormente mencionados. En particular, contrariamente a la solución (b), no necesita ajustes. Por otra parte, contrariamente a la solución (d), el haz de iluminación no pasa por el agujero microscópico, lo cual permite regular el agujero microscópico independientemente del haz de iluminación y corregir las diferencias de aberración cromática entre el haz de iluminación y el haz que hay que detectar. Contrariamente a la solución (a) no necesita vías ópticas excesivamente largas.

Descripción de la invención

La invención tiene como objetivo la supresión de las dificultades anteriormente mencionadas y ligadas a las soluciones (a), (b) y (d) pero en una configuración que utiliza una iluminación multipuntos. Partiendo del documento US 2002/0097484, se trata por lo tanto de obtener una configuración multipuntos que tiene, además, las mismas propiedades favorables que el sistema descrito por el documento US 200/0097484.

Sin embargo, el principio descrito en la solicitud de patente US 200/0087484 no está adaptado a un sistema multipunto. En efecto, si el sistema descrito en la solicitud de patente US 2002/0097484 es utilizado tal cual con una iluminación multipuntos, un error de posicionamiento en rotación del bloque separador 14 de la figura 1 de esta patente alrededor de un eje vertical en el sentido de la figura se traduce por una rotación de la red de puntos iluminados, que falsea la detección y la reconstitución de la imagen, no permitiendo la obtención de una imagen fiel del objeto observado. Por lo tanto, es necesario encontrar una solución distinta de la adaptación directa del sistema descrito en la solicitud de patente US 2002/0097484 a una iluminación multipuntos. Con este fin, la invención consiste en un dispositivo óptico confocal para iluminar al menos un punto iluminado (309) con la ayuda de un haz de iluminación procedente de una fuente de iluminación (300) y focalizado en el punto iluminado, y para focalizar en un agujero microscópico (306) asociado al punto iluminado, un haz que hay que detectar procedente del punto iluminado, que comprende.

- un espejo de separación (321) atravesado por un primer haz (FD) y que refleja un segundo haz (FE), estando uno del primer y del segundo haz constituido por el haz de iluminación (FE), y estando constituido el otro por el haz a detectar (FD),
- un espejo de reenvío sensiblemente paralelo al espejo de separación y solidario al espejo de separación, estando el conjunto constituido por el espejo de reenvío y el espejo de separación intercambiable, caracterizado por los siguientes hechos.
- está adaptado para iluminar una pluralidad de puntos iluminados con la ayuda de una pluralidad de haces de iluminación y para focalizar en una pluralidad de agujeros microscópicos los haces que hay que detectar procedentes de la pluralidad de puntos iluminados
- el espejo de reenvío está dispuesto para reflejar el segundo haz.

Por ejemplo, el espejo de separación puede ser un espejo dicróico y el espejo de reenvío puede ser un espejo únicamente reflectante. El espejo de separación puede ser también un espejo parcialmente transparente (separador de haz).

Si el espejo de separación estuviese posicionado independientemente del espejo de reenvío, un error de posicionamiento del espejo de separación afectaría a la dirección del segundo haz luminoso, que no podría entonces ser considerada como reproducible cuando el espejo de separación es desplazado fuera de la vía óptica y a continuación vuelto a colocar. El hecho de que los dos espejos sean solidarios tiene como consecuencia que la dirección del segundo haz a la salida del bloque separador no esté afectada por los errores de posicionamiento del conjunto del bloque separador. En efecto, después de la reflexión en dos espejos paralelos entre sí, un haz luminoso vuelve a encontrar exactamente su dirección inicial, sea cual sea el ángulo entre el haz y los espejos. Esta propiedad distingue la invención del sistema descrito en la solicitud de patente US 2002/0097484. En efecto, en el documento US 2002/0097484, el espejo de reenvío no refleja el segundo haz. Refleja el primer haz, es decir, que el espejo de reenvío y el espejo de separación no reflejan el mismo haz. En el documento US 2002/0097484, el segundo haz luminoso y el primer haz luminoso son cada uno reflejado una sola vez y entonces su dirección está afectada por los errores de posicionamiento del bloque separador, como se ilustra en la figura 2B del documento US 2002/0097484.

Se verifica también que un error de posicionamiento en traslación del bloque separador según la invención no afecta a los haces luminosos, por lo tanto ni la posición ni la dirección están afectadas a la entrada como a la salida del bloque separador.

Sin embargo, la presencia de un espejo de reenvío solidario al espejo de separación y paralelo al espejo de separación no basta para eliminar cualquier sensibilidad del sistema a los errores de posicionamiento del bloque separador así formado. Un error de posicionamiento en rotación del bloque separador se traduce en efecto por una traslación correspondiente del segundo haz luminoso, aunque la dirección de este haz permanezca constante. Esta traslación se puede traducir por una pérdida de la conjugación óptica entre el punto iluminado y el agujero microscópico.

ES 2 282 852 T3

Según la invención, este problema se resuelve colocando dichos espejos de separación y de reenvío (por lo tanto el bloque separador) en una zona afocal, en la cual el haz de iluminación y el haz a detectar son sensiblemente paralelos.

Debido al hecho de que el bloque separador está colocado en una zona afocal, una dirección del haz a nivel del bloque separador corresponde a un punto en un plano o los haces están focalizados, y por lo tanto la posición de tal punto iluminado (y, por consiguiente, la conjugación entre el punto de focalización del haz de iluminación y el agujero microscópico) no está afectada por los errores de posicionamiento del bloque separador, tanto en rotación como en traslación.

Al no estar afectada la posición de los puntos iluminados por los errores de posicionamiento del bloque separador, el sistema no está afectado por la rotación de la red de puntos iluminados que falsea la detección y la reconstitución de la imagen en la solicitud de patente número US 2002/0097484.

El espejo de separación puede ser, por ejemplo, un espejo dicróico o un espejo parcialmente transparente neutro en longitud de onda. El espejo de reenvío es preferiblemente un espejo totalmente reflectante.

Para poder intercambiar el bloque separador, el dispositivo según la invención comprende preferiblemente una pluralidad de bloques separadores constituidos cada uno por un espejo de separación y por un espejo de reenvío correspondiente, y un medio para colocar alternativamente el uno o el otro de los bloques separadores en la vía óptica. Este medio puede, por ejemplo, ser una corredera o una rueda que gira alrededor de su eje.

Si los espejos de separación y de reenvío no son perfectamente paralelos, la dirección del segundo haz a la salida del bloque separador puede estar ligeramente modificada respecto de su dirección a la entrada del bloque separador. Para que varios bloques separadores puedan ser intercambiados sin pérdida de conjugación entre el punto iluminado y el agujero microscópico, es necesario que todos los bloques intercambiables generen la misma variación de dirección de los haces, con una gran precisión. Esto es difícil de realizar con bloques separadores que comprenden diversas piezas ensambladas. Según una versión preferida de la invención, el espejo de separación y el espejo de reenvío están colocados en las dos caras opuestas de una lámina con caras paralelas. Esta lámina está dispuesta para que.

- el trayecto óptico del segundo haz comprenda sucesivamente una primera travesía de la lámina con caras paralelas, una reflexión en un primer espejo, una segunda travesía de la lámina con caras paralelas, una reflexión en un segundo espejo, y una tercera travesía de la lámina con caras paralelas, siendo uno del primer y el segundo espejo el espejo de reenvío y el otro el espejo de separación,

- y para que el trayecto óptico del primer haz comprenda una travesía de la lámina con caras paralelas y una travesía del espejo de separación.

El espejo de separación y el espejo de reenvío están, por ejemplo, realizados por depósitos de capas finas sobre la lámina con caras paralelas. La lámina debe ser suficientemente espesa para permitir la separación efectiva de los haces luminosos. En estas condiciones, un buen paralelismo de las caras de las láminas que constituyen varios bloques separadores basta para garantizar la intercambiabilidad de estos bloques. Esto se puede conseguir fácilmente en un taller óptica. Si las láminas que constituyen bloques separadores mutuamente intercambiables no tienen caras perfectamente paralelas, el ángulo entre estas caras debe ser el mismo para todos los bloques separadores mutuamente intercambiables. La lámina con caras paralelas que permite la separación de los haces luminosos forma parte integrante de la invención, con la misma categoría que el dispositivo confocal en su conjunto. La invención consiste entonces también en un bloque separador destinado a un dispositivo óptico confocal, caracterizado porque está constituido por una lámina con caras paralelas,

- comprendiendo una primera cara de dicha lámina una primera zona sobre la cual un espejo dicróico o parcialmente reflectante es realizado por depósito de al menos una capa fina, destinada a ser atravesada por un primer haz luminoso y a reflejar un segundo haz luminoso,

- comprendiendo la primera cara de dicha lámina una segunda zona no reflectante, destinada a ser atravesada por el segundo haz luminoso,

- comprendiendo una segunda cara de dicha lámina, opuesta a la primera cara, una tercera zona sobre la cual un espejo de reenvío es realizado por depósito de al menos una capa fina, destinada a reflejar el segundo haz luminoso,

- comprendiendo la segunda cara de dicha lámina también una cuarta zona no reflectante, destinada a ser atravesada por el primer haz luminoso y por el segundo haz luminoso.

En efecto un bloque separador permite separar un primer haz luminoso de un segundo haz luminoso sin alterar la dirección de estos haces. Está destinado prioritariamente a ser utilizado en un microscopio confocal, pero también se puede utilizar en otros dispositivos que necesitan el intercambio reproducible de un bloque separador que no altera la dirección de los haces luminosos.

Breve descripción de las figuras

La figura 1 muestra un dispositivo óptico confocal según la técnica anterior. La figura 2 muestra el principio óptico del dispositivo óptico confocal según la invención. la figura 3 muestra en perspectiva un bloque separador según la invención. La figura 4 muestra el mismo bloque separador en corte. La figura 5 muestra diversos bloques separadores asociados en el interior de la corredera de cambio de espejos. La figura 6 muestra en corte otro tipo de bloque separador. La figura 7 muestra una corredera que asocia diversos bloques separadores del tipo representado en la figura 6. la figura 8 muestra un tipo preferido de bloque separador. La figura 9 muestra la asociación en una corredera de varios bloques separadores del tipo representado en la figura 8. La figura 10 muestra un dispositivo confocal monopunto según la invención que utiliza el bloque separador de la figura 8. La figura 11 muestra un dispositivo confocal multipuntos según la invención que utiliza el bloque separador de la figura 8.

Modos de realización

La figura 2 representa el principio óptico del dispositivo según la invención. El sistema es idéntico al de la figura 1, pero el espejo de separación 302 es reemplazado por el bloque separador constituido por el espejo de separación 321 y el espejo de reenvío está situado en la zona afocal. Un solo haz de iluminación ha sido representado aunque el sistema tenga vocación de ser utilizado en multipuntos.

Las figuras 3 y 4 muestran una realización particular del bloque separador. Este comprende una pieza de vidrio 403 que comprende una superficie 401 sobre la cual está realizado un espejo de separación, y una superficie 400 sobre la cual está realizado el espejo de reenvío. Es necesario utilizar una segunda pieza de vidrio 402 para no perturbar la trayectoria de la parte del haz que atraviesa el espejo de separación. Los trayectos ópticos de los haces de iluminación FE y de detección FD han sido representados en líneas de puntos. Como se ha indicado en la figura 5, diversos bloques separadores independientes 410, 411, 412, pueden estar asociados en una corredera 414 que permite llevarlos sucesivamente en el trayecto óptico.

Eventualmente, la corredera puede no comprender más que un solo bloque separador 412 además del conjunto 413, y en este caso sirve simplemente para posicionar o suprimir el bloque separador. Por regla general, es deseable tener una precisión muy elevada en el paralelismo entre las caras 400 y 401 y en el paralelismo entre las caras 404 y 406 para evitar que dos bloques separadores distintos dirijan el haz en direcciones diferentes. Sin embargo, en el caso en el que solamente se utiliza un bloque separador 413, esta precisión es menos esencial puesto que afecta poco a la reproducibilidad de las propiedades de conjugación cuando el mismo conjunto es colocado, quitado y vuelto a colocar. Las caras 404, 406, 405 deben ser también perfectamente paralelas entre sí.

La figura 6 muestra otro tipo de bloque separador según la invención. este comprende un soporte 500 perforado de agujeros para dejar pasar el haz luminoso, sobre el cual están posicionados un espejo de separación 501 y un espejo de reenvío 502. el haz de iluminación pasa por el agujero 503, es reflejado por el espejo de reenvío 502, es reflejado por el espejo de separación 501, y sale del dispositivo por el agujero 504. Los espejos 501 y 502 están realizados por depósito de una capa reflectante sobre láminas de vidrio. Se mantienen apoyados sobre las superficies del soporte 500 por elementos de acero para muelles, por ejemplo 505 y 506, que aplican una presión sobre la periferia de los espejos. Pueden igualmente ser fijados mediante una capa fina de cola. Si el soporte 500 es él mismo de vidrio, es igualmente posible una "adhesión molecular". Diversos bloques separadores pueden estar asociados en una sola corredera. En este caso, para que estos conjuntos se puedan intercambiar fácilmente, es necesario que el paralelismo entre las superficies sobre las cuales están posicionados respectivamente el espejo de redirección 502 y el espejo de separación 501 sea realizado con una máxima precisión. Este requisito puede verse aligerado realizando en una sola pieza varios soportes del tipo indicado por la figura 6. por ejemplo, la figura 7 muestra un soporte múltiple 520, que comprende primeros espejos parcialmente transparentes 511 a 514 que corresponden al espejo 501 de la figura 6, un agujero 510, y agujeros 521 a 525 que corresponden al agujero 503 de la figura 6. una buena planidad de las superficies del soporte múltiple así realizado basta en efecto para obtener una buena reproducibilidad de la dirección del haz, ocurriendo esto mismo cuando se utilizan diversos espejos parcialmente transparentes y cuando persiste un ligero defecto de paralelismo entre las superficies de los dos espejos 501, 502. Sin embargo, el posicionamiento de los espejos de separación y de reenvío sobre sus superficies de apoyo sigue siendo difícil de realizar con la precisión necesaria.

Las correderas pueden estar motorizadas. Sin embargo, es también posible montar diversos bloques separadores en una rueda que gira alrededor de un eje, lo cual permite reducir las fricciones respecto de un sistema de corredera y por lo tanto facilitar la motorización.

La figura 8 muestra una realización preferida del bloque separador que permite realizar sin dificultades técnicas excesivas un bloque separador independiente y fácilmente intercambiable. En efecto, las realizaciones descritas anteriormente son difíciles de aplicar con la precisión necesaria para que unos bloques separadores distintos sean intercambiables sin perturbar las relaciones de conjugación punto a punto entre los diferentes planos de imagen del dispositivo de la invención. el bloque separador representado en la figura 8 resuelve este problema. Está constituido por una lámina con caras paralelas 600, suficientemente espesa, sobre la cual el espejo de separación 602 está realizado por depósito de una capa fina (por ejemplo un depósito multicapas en el caso de un espejo dielectrico) y el espejo de reenvío (típicamente una capa metálica o un depósito multicapas). El haz de iluminación FE penetra en la lámina con caras paralelas por una zona 604 que puede ser tratada para antirreflexión, la atraviesa y llega al espejo de reenvío 603 que lo refleja. Atraviesa de nuevo la lámina con caras paralelas y es reflejado por el espejo de separación 602.

ES 2 282 852 T3

Atraviesa una última vez la lámina con caras paralelas de la cual sale por la zona 601 que puede estar tratada para antirreflexión. El haz que hay que detectar FD penetra en la lámina por la zona 601, la atraviesa, llega al espejo 602 y lo atraviesa. Como se indica en la figura 9, diversos bloques separadores 701, 702, 703, 704 del tipo representado en la figura 8 pueden estar asociados en una corredera 700 permitiendo pasar de un bloque a otro. La lámina con caras paralelas puede típicamente ser de vidrio y la realización de dos caras perfectamente paralelas sobre una lámina de vidrio no plantea dificultades técnicas. Las dimensiones de la lámina con caras paralelas dependen del ancho de los haces y pueden típicamente ser de 15 mm (espesor que sepa las caras que llevan el espejo de separación 602 y el espejo 603) x 15 mm (ancho) x 45 mm (longitud). Esta solución permite obtener a un coste aceptable bloques separadores fácilmente intercambiables destinados, por ejemplo, a ir montados sobre ruedas o correderas.

Este dispositivo genera un desfase lateral de los haces luminosos que puede ser compensado por un desfase correspondiente de dichas lentes de la figura 2. La figura 10 representa, a título de ejemplo, la figura 2 modificada para el caso de utilización de la lámina con caras paralelas 600 descrita en la figura 8. Se han guardado las mismas numeraciones que en la figura 2, añadiendo los números 602 y 603 utilizados en la figura 8 y que corresponden respectivamente a los espejos 321 y 320 de la figura 2. La figura 11 representa una realización preferida de la invención que utiliza el bloque separador descrito en la figura 8. Un haz láser colimado 800 está separado por la red de microlentes 801 en una pluralidad de haces de iluminación FE. En la figura se ha representado uno de estos haces de iluminación en líneas gruesas y otro en línea de puntos. Los haces de iluminación atraviesan a continuación la lente 802 después de la cual cada haz de iluminación es sensiblemente paralelo. Se reflejan mediante el espejo 803. los haces de iluminación llegan a continuación al bloque separador constituido por la lámina con caras paralelas 600. Entran en la lámina, son reflejados por los espejos 603 y 602, y a continuación vuelven a salir de la lámina. Atraviesan el objetivo 804 y son focalizados en puntos iluminados del objeto 807. Los haces a detectar FD que proceden de los puntos iluminados atraviesan a continuación el objetivo 804, atraviesan la lámina con caras paralelas 600 y el espejo 602, atraviesan la lente 805 y están focalizados en los agujeros de la red de agujeros microscópicos 800. No se ha representado el dispositivo de barrido que puede típicamente ser un espejo galvanométrico colocado entre la lámina con caras paralelas y el objetivo 804.

En las figuras, el espejo separador siempre ha sido atravesado por el haz que hay que detectar. También es posible que sea el haz que ha que detectar el que sea reflejado y el haz de iluminación el que atraviesa el espejo de separación, lo cual no modifica la naturaleza de la invención.

Aplicaciones industriales

El dispositivo descrito permite el cambio rápido y fiable del espejo dicróico en los microscopios confocales, en particular multipuntos. Este cambio es por ejemplo, necesario durante la observación de células marcadas con diversos marcadores fluorescentes, para obtener sucesivamente imágenes que corresponden a cada marcador.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo óptico confocal para iluminar al menos un punto (309) con la ayuda de un haz de iluminación procedente de una fuente de iluminación (300) y focalizado en dicho punto iluminado, y para focalizar en un agujero microscópico (306) asociado al punto iluminado, un haz a detectar procedente del punto iluminado, que comprende.

- un espejo de separación (321) atravesado por un primer haz (FD) y que refleja un segundo haz (FE), estando uno del primer y del segundo haz constituido por el haz de iluminación (FE), y estando constituido el otro por el haz que hay que detectar (FD),
- un espejo de reenvío sensiblemente paralelo al espejo de separación y solidario al espejo de separación, estando el conjunto constituido por el espejo de reenvío y el espejo de separación intercambiable,

caracterizado por los siguientes hechos:

- está adaptado para iluminar una pluralidad de puntos con la ayuda de una pluralidad de haces de iluminación y para focalizar en una pluralidad de agujeros microscópicos los haces a detectar procedentes de la pluralidad de puntos iluminados, y
- el espejo de reenvío está dispuesto para reflejar el segundo haz.

2. Dispositivo óptico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dichos espejos de separación y de reenvío están colocados en una zona afocal, en la cual los haces de iluminación y los haces que hay que detectar son sensiblemente paralelos.

3. Dispositivo óptico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el espejo de separación (602) y el espejo de reenvío (603) están colocados sobre dos caras opuestas de una lámina con caras paralelas (600).

4. Dispositivo óptico según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el espejo de separación y el espejo de reenvío están realizados por depósitos de capas finas sobre la lámina con caras paralelas.

5. Dispositivo óptico según una de las reivindicaciones 3 ó 4, **caracterizado** porque la lámina con caras paralelas está dispuesta para que

- el trayecto óptico del segundo haz (FE) comprenda sucesivamente una primera travesía de la lámina con caras paralelas, una reflexión en un primer espejo, una segunda travesía de la lámina con caras paralelas, una reflexión en un segundo espejo, y una tercera travesía de la lámina con caras paralelas, siendo uno del primer y el segundo espejo, el espejo de reenvío y el otro el espejo de separación,
- el trayecto óptico del primer haz (FD) comprende una travesía de la lámina con caras paralelas y una travesía del espejo de separación.

6. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque dicho espejo de separación es un espejo dicróico y dicho espejo de reenvío es un espejo totalmente reflectante

7. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque dicho espejo de separación es un separador de haces neutro en longitud de onda y dicho espejo de reenvío es un espejo totalmente reflectante.

8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque comprende una pluralidad de separadores que comprenden cada uno un espejo de separación y un espejo de reenvío correspondiente, y porque comprende un medio para colocar alternativamente el uno o el otro de los bloques separadores sobre la vía óptica.

9. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicho medio de colocación es una corredera.

10. Dispositivo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque dicho medio de colocación es una rueda que gira alrededor de un eje y sobre el cual están montados los bloques separadores.

11. Bloque separados destinado a un dispositivo óptico confocal, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque está constituido por una lámina con caras paralelas,

- comprendiendo una primera cara de dicha lámina una primera zona sobre la cual un espejo dicróico o parcialmente reflectante es realizado por depósito de al menos una capa fina, destinada a ser atravesada por un primer haz luminoso y a reflejar un segundo haz luminoso,
- comprendiendo la primera cara de dicha lámina una segunda zona no reflectante, destinada a ser atravesada por el segundo haz luminoso,

ES 2 282 852 T3

- comprendiendo una segunda cara de dicha lámina, opuesta a la primera cara, una tercera zona sobre la cual un espejo de reenvío es realizado por depósito de al menos una capa fina, destinada a reflejar el segundo haz luminoso,

- 5 - comprendiendo la segunda cara de dicha lámina también una cuarta zona no reflectante, destinada a ser atravesada por el primer haz luminoso y por el segundo haz luminoso.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

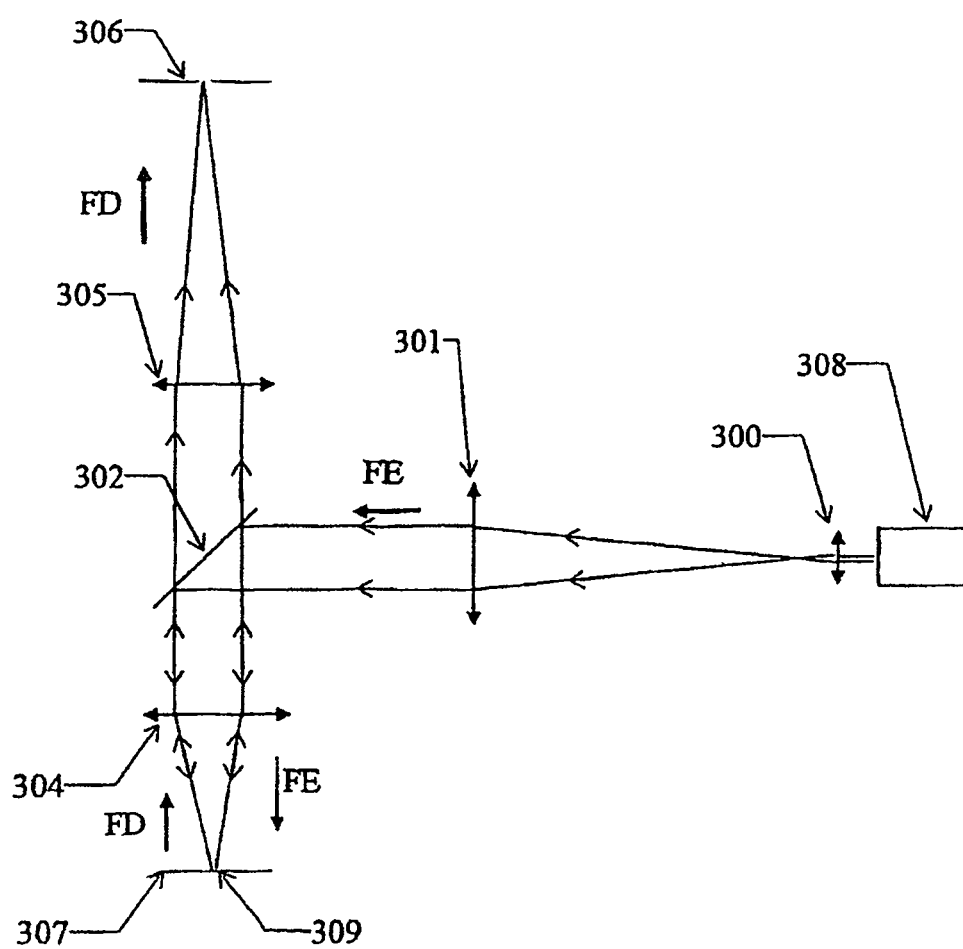


FIGURA 1 (TÉCNICA ANTERIOR)

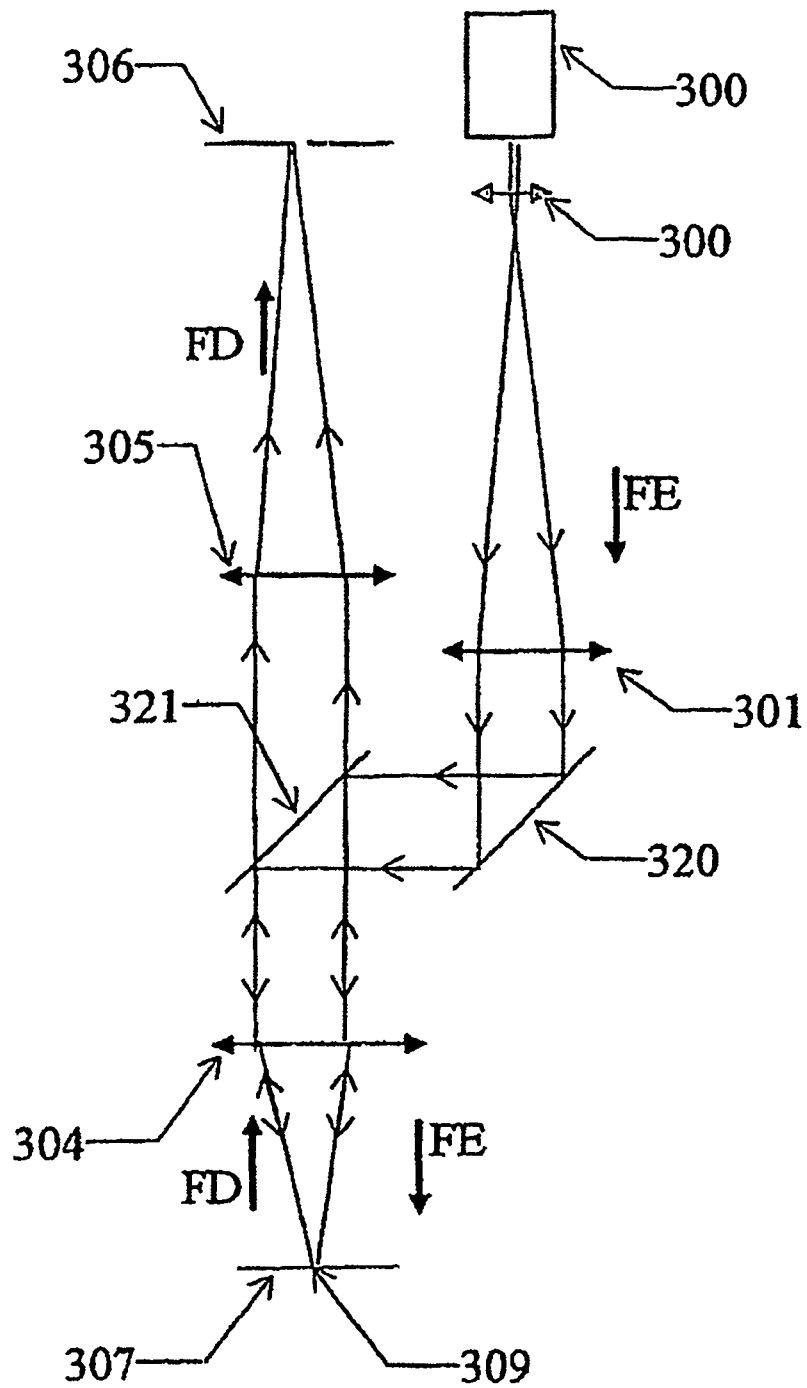
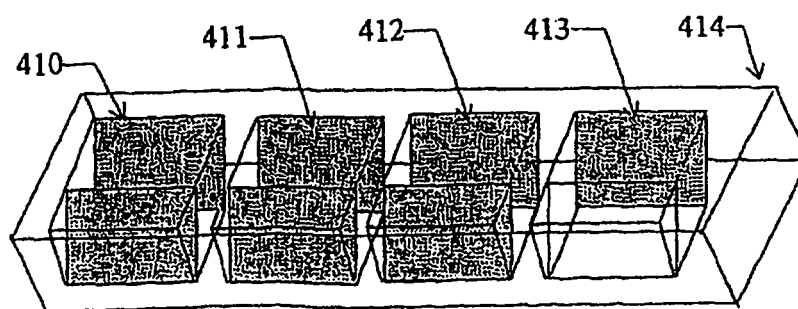
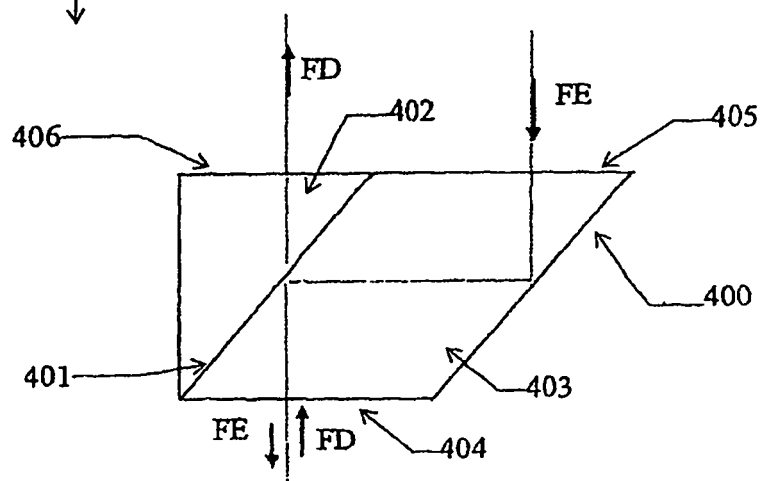
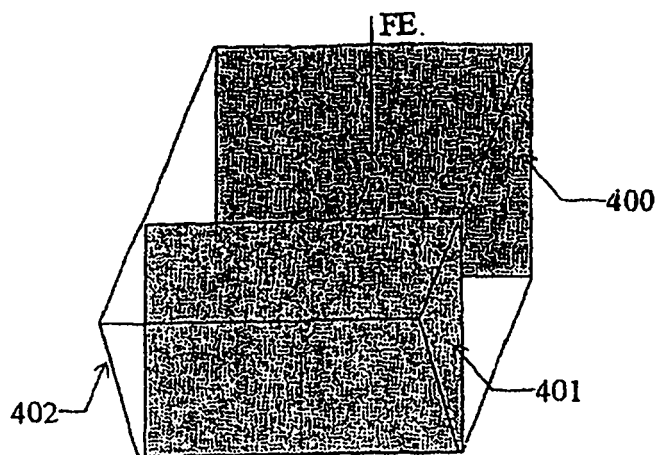


FIGURA 2



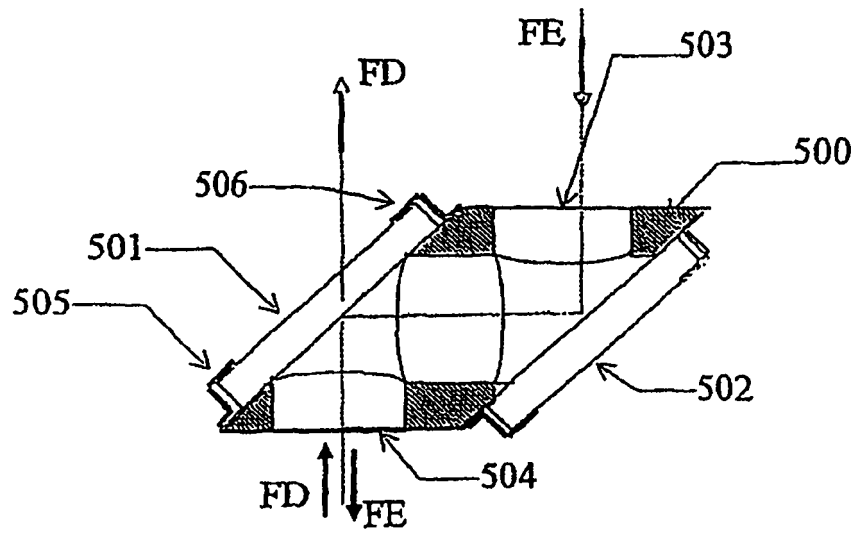


FIGURA 6

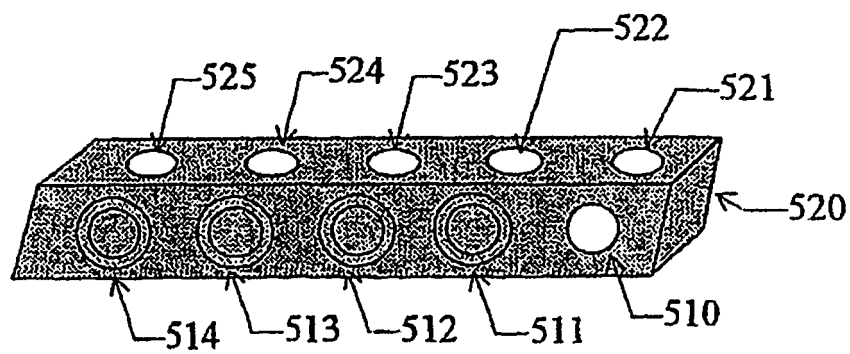


FIGURA 7

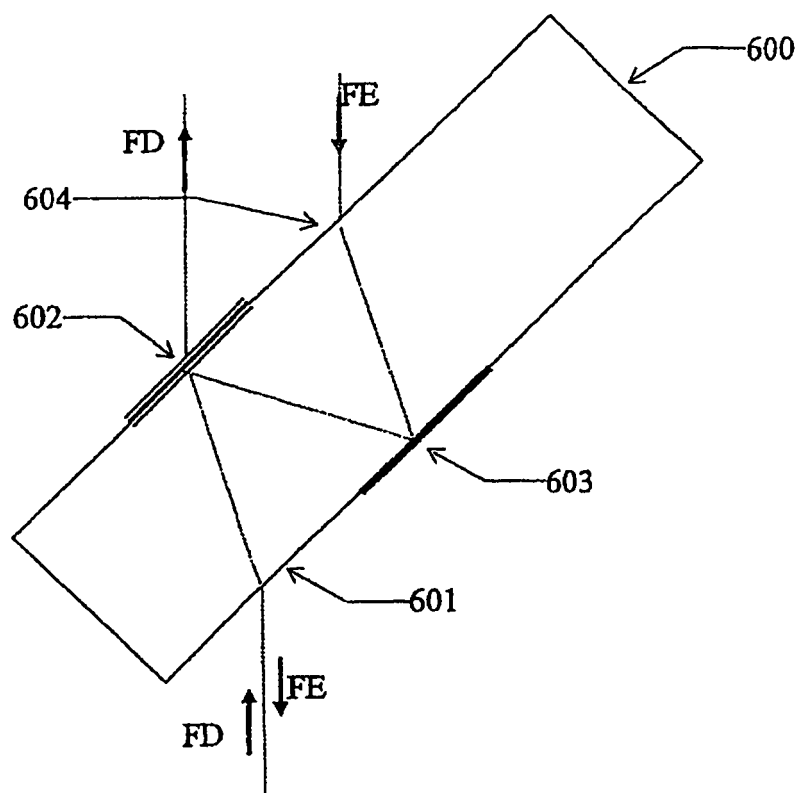


FIGURA 8

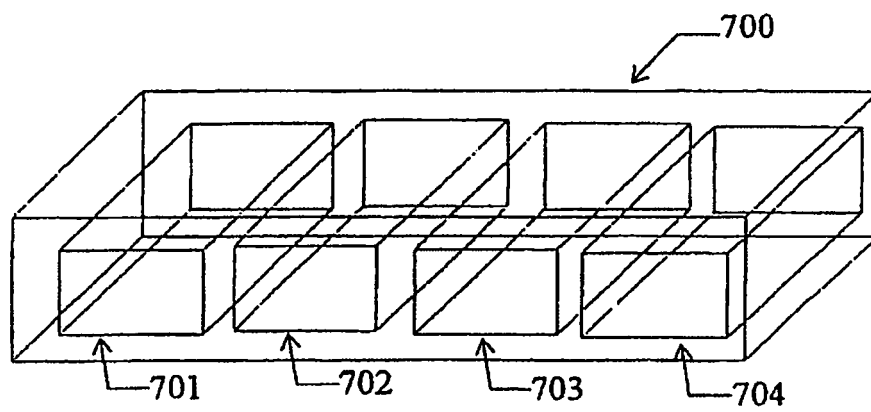


FIGURA 9

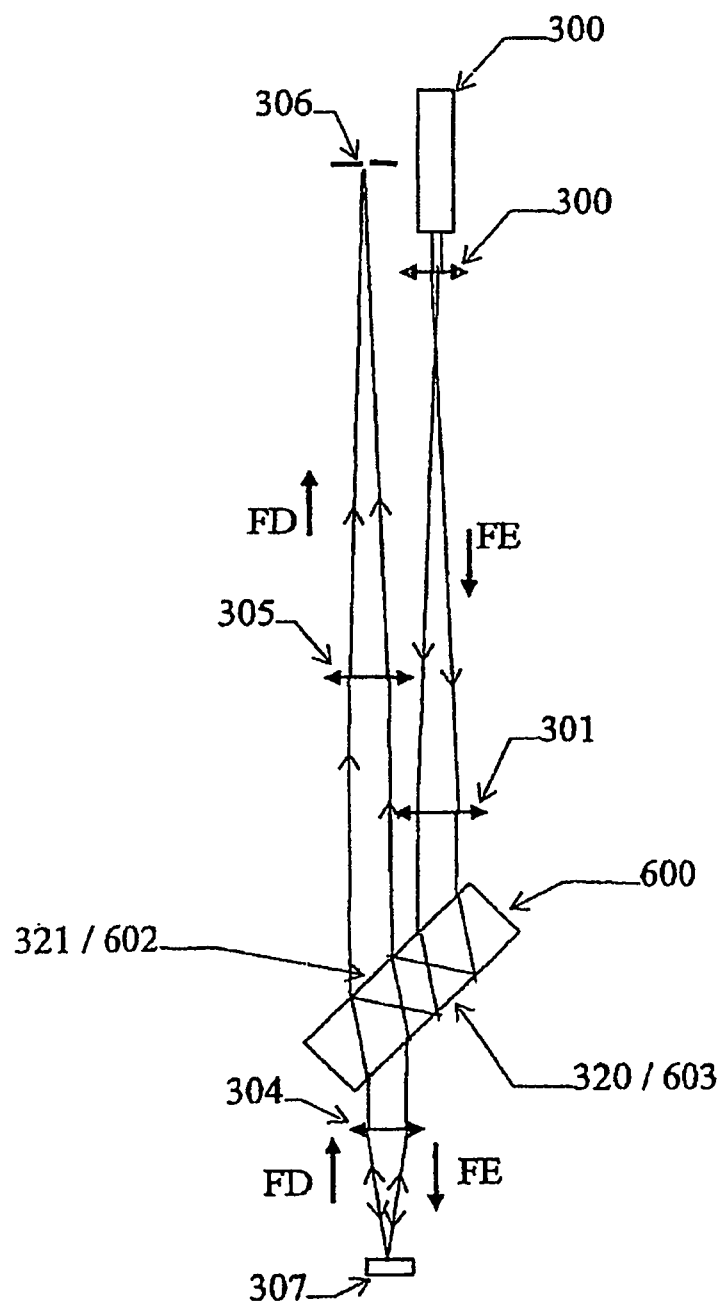


FIGURE 10

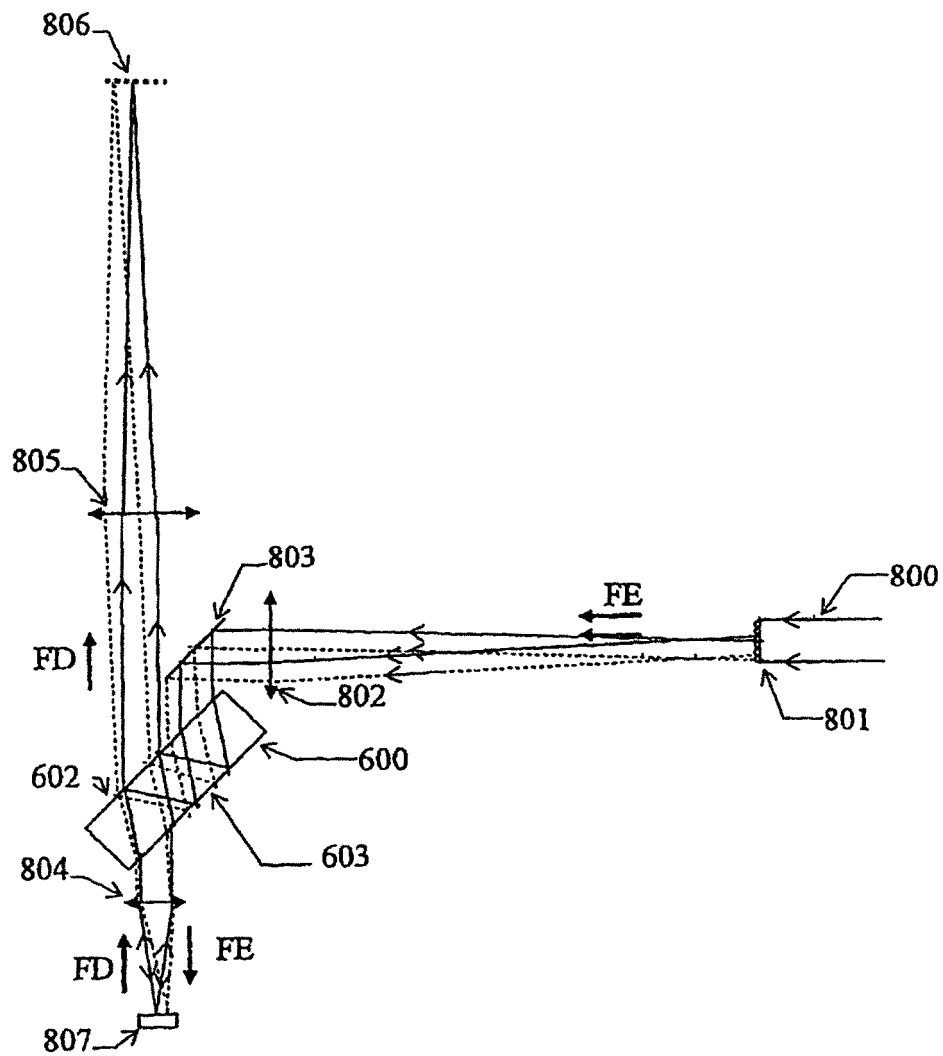


FIGURE 11