

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 679**

51 Int. Cl.:

**G07D 7/12** (2006.01)

**G07D 7/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.06.2009 PCT/EP2009/004020**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2009 WO2009152960**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2009 E 09765540 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.02.2017 EP 2304696**

54 Título: **Dispositivo sensor par el registro de resolución espectral de documentos de valor y un procedimiento correspondiente**

30 Prioridad:

**17.06.2008 DE 102008028690**

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

**29.06.2017**

73 Titular/es:

**GIESECKE & DEVRIENT GMBH (100.0%)  
Prinzregentenstrasse 159  
81677 München, DE**

72 Inventor/es:

**BLOSS, MICHAEL;  
CLARA, MARTIN y  
DECKENBACH, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**DURÁN MOYA, Luis Alfonso**

ES 2 620 679 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo sensor para el registro de resolución espectral de documentos de valor y un procedimiento correspondiente

5 La presente invención se refiere a un dispositivo sensor para el registro de resolución espectral de radiación de detección óptica, emitida por un documento de valor transportado en un sentido de transporte preestablecido a través de una zona de registro del dispositivo sensor, y a un procedimiento para registrar un movimiento y/o una posición del documento de valor en relación a la zona de registro del dispositivo sensor.

10 Por documento de valor se entienden en el marco de la invención objetos en forma de hoja, que representan, por ejemplo, un valor monetario o una autorización y por tanto no deben poder ser fabricados por personas no autorizadas. Por este motivo, presentan características que no resultan fáciles de fabricar, especialmente de copiar, cuya presencia es un indicio de autenticidad, es decir, de la fabricación por parte de un organismo autorizado.

15 Ejemplos importantes de este tipo de documentos de valor son cupones, vales, cheques y especialmente billetes.

Debido a su valor, los documentos de valor representan un importante estímulo para la falsificación, es decir, para la fabricación no autorizada de documentos con características físicas similares. Para dificultar dichas falsificaciones, los documentos de valor contienen generalmente solo colorantes y/o sustancias luminiscentes difíciles de conseguir y/o poco conocidos, que presentan un espectro de reflexión difusa o luminiscencia característico. Para comprobar la autenticidad de un documento de valor o constatar una falsificación se puede registrar la radiación óptica emitida por el documento de valor en la parte característica del espectro del colorante o la sustancia luminiscente mediante un dispositivo sensor y compararla con espectros preestablecidos.

25 Dicha comprobación de los documentos de valor se puede realizar especialmente de forma mecánica, transportando los documentos de valor a través de la zona de registro del dispositivo sensor. La zona de registro está definida y se define en lo sucesivo tal que la radiación que llega desde esa zona es registrada y detectada o bien medida por el dispositivo sensor. En caso de comprobación mecánica es necesario un control del dispositivo sensor utilizado, que le permita registrar las características del documento de valor cuando este se encuentra en la zona de registro.

30 En una comprobación mecánica de este tipo surge el problema de que las características de detección del dispositivo sensor pueden cambiar con el correr del tiempo o en caso de un funcionamiento prolongado. Especialmente puede ocurrir, por ejemplo, un desplazamiento de los espectros a longitudes de onda más elevadas o más bajas, es decir, que una línea espectral en el espectro de una sustancia preestablecida puede detectarse en una longitud de onda que está desplazada respecto a la longitud de onda real correspondiente a la línea espectral. Este comportamiento puede afectar a la diferenciación de documentos de valor auténticos y falsificados. Esta desventaja se agrava si el correspondiente desplazamiento no es reconocido o no es reconocido a tiempo.

40 El documento EP 0 762 174 A2 da a conocer un dispositivo para la iluminación lineal de hojas. El dispositivo de iluminación está compuesto básicamente por varios segmentos de espejo de espejos cilíndricos con base elíptica, que presentan respectivamente dos líneas focales. Los segmentos de espejo se disponen de forma que, tanto las primeras, como también las segundas líneas focales de todos los segmentos de espejo coinciden en cada caso en una primera o una segunda línea focal. En la primera línea focal común está prevista una fuente de luz, que emite luz fría. La luz emitida es enfocada mediante reflexión en los segmentos de espejo sobre la hoja que se encuentra en la segunda línea focal común. El dispositivo de iluminación es capaz de garantizar una elevada intensidad de iluminación y simultáneamente de evitar en gran medida la pérdida de calor durante la generación de luz. El dispositivo de iluminación se puede combinar con un detector.

50 En el documento DE 10 2004 035 494 A1 se describen un procedimiento y un dispositivo para comprobar documentos de valor luminiscentes, especialmente billetes, con un sensor de luminiscencia. El documento de valor que se va a comprobar es irradiado para excitar una radiación de luminiscencia y la radiación de luminiscencia emitida por el documento de valor se registra mediante registro de resolución espectral. El documento de valor (BN) que se va a comprobar, que pasa por el sensor de luminiscencia en el sentido de transporte, es iluminado con una superficie de iluminación que se extiende en el sentido de transporte (T), por lo que también es posible una medición eficaz, incluso de documentos de valor que emiten muy poca radiación de luminiscencia.

60 El documento DE 29 24 605 A1 describe un procedimiento y un dispositivo para la diferenciación óptica de objetos de prueba. La luz difusamente reflejada o la cantidad de luz reducida tras la absorción de un objeto de prueba y un objeto de referencia sometidos a una única fuente de luz, es dirigida respectivamente a un sensor de luz utilizando conductores de luz. En la trayectoria del rayo hacia los sensores de luz están dispuestos filtros ópticos intercambiables de ancho de banda de paso reducido. Una unidad de evaluación convierte las señales del objeto de referencia y el objeto de prueba para diferentes longitudes de onda de trabajo mediante transformación matemática, las normaliza y las transforma en una magnitud única, que puede utilizarse para una decisión "bueno/malo" de gran precisión. La unidad de evaluación con su programa de comprobación sirve, tanto para la determinación de los filtros más favorables, como también, tras su determinación, para diferenciar los objetos de prueba.

65

Por esta razón, la presente invención tiene como objetivo crear un dispositivo sensor para el registro de resolución espectral de radiación de detección óptica emitida por un documento de valor transportado en un sentido de transporte preestablecido a través de una zona de registro del dispositivo sensor, tal que es posible reconocer fácilmente una modificación de las características de detección del dispositivo sensor y, preferentemente, estas modificaciones se pueden compensar fácilmente, al menos parcialmente. Además, se indica un procedimiento correspondiente.

El objetivo se consigue mediante un dispositivo sensor según la reivindicación 1.

El dispositivo sensor está configurado para poder registrar las propiedades ópticas de documentos de valor transportados en un sentido de transporte preestablecido a lo largo de una trayectoria de transporte mediante registro de resolución espectral. El propio registro tiene lugar mediante el dispositivo de detección, configurado para la detección de resolución espectral de radiación óptica emitida por el documento de valor en el rango de detección espectral, que representa la radiación de detección y está preestablecido, por ejemplo, en función de las características de los documentos de valor que se van a comprobar. Bajo un registro de resolución espectral se entiende especialmente un registro que tiene lugar para un rango de longitudes de onda continuo o un registro que tiene lugar para varios, preferentemente más de ocho, intervalos de longitudes de onda. Para generar la radiación de detección, el documento de valor se puede, por ejemplo, iluminar con radiación de iluminación, que es reflejada, por ejemplo, sin variación de la longitud de onda y de forma más o menos difusa como radiación de detección. No obstante, si el documento de valor se equipa correspondientemente con al menos una característica luminiscente, este también se puede iluminar con radiación de iluminación que excita el documento de valor para emitir radiación de luminiscencia, que entonces forma la radiación de detección.

La radiación de detección recorre la trayectoria del rayo de detección desde la zona de registro hasta un dispositivo del dispositivo de detección, que genera una división espectral, y desde el cual los componentes espectrales llegan hasta al menos un elemento de recepción o detección del dispositivo de detección. La ubicación de la zona de registro está dada, al menos, por la ubicación y el diseño del dispositivo de detección. La trayectoria de transporte y el sentido de transporte resultan, entre otros, de la ubicación de la zona de registro, del requisito de que un documento de valor debe entrar sin desviación lateral en la zona directamente previa a la zona de registro para entrar en esta y, si el dispositivo sensor presenta varias vías, de su ubicación.

Si se transporta un documento de valor a lo largo de la trayectoria de transporte hacia el dispositivo sensor, el dispositivo de detección puede registrar la radiación de detección de al menos una sección de un documento de valor que se encuentra en la zona de registro.

El dispositivo de radiación de referencia sirve para emitir una radiación óptica de referencia, que es acoplada a la trayectoria del rayo de detección del dispositivo de detección y, por tanto, puede ser registrada mediante registro de resolución espectral. Por radiación óptica se entiende la radiación en el rango espectral ultravioleta, visible o infrarrojo. El acoplamiento puede tener lugar en cualquier lugar de la trayectoria del rayo de detección, que aún permita una detección espectral, aunque preferentemente el acoplamiento tiene lugar de forma que la radiación de referencia provenga de la zona de registro. La trayectoria del rayo de la radiación de referencia está determinada en gran parte por el dispositivo de radiación de referencia, aunque también puede estar determinada parcialmente por la posición del documento de valor. En función del modo de realización del dispositivo de radiación de referencia y, por tanto, de la trayectoria del rayo de referencia, el acoplamiento se puede realizar o bien cuando no se encuentra ningún documento de valor en la zona de registro o bien cuando se encuentra un documento de valor en la zona de registro. En el primer caso, la radiación de referencia llega al menos parcial y directamente a la trayectoria del rayo de detección; en particular, la trayectoria del rayo de referencia puede conducir directamente a la trayectoria del rayo de detección. En el segundo caso puede tener lugar una reflexión difusa de la radiación de referencia por parte de una sección del documento de valor que se encuentra en la zona de registro, llegando la radiación de referencia difusamente reflejada a la trayectoria del rayo de detección.

Para generar la radiación de referencia, el dispositivo de radiación de referencia dispone de una fuente de radiación que o bien emite directamente la radiación de referencia o bien cuya radiación se puede utilizar para generar la radiación de referencia, por ejemplo, mediante iluminación de un material de referencia fluorescente con radiación de la fuente de radiación.

Puesto que el espectro de la radiación de referencia se encuentra al menos parcialmente dentro del rango de detección espectral del dispositivo de detección y, por tanto, del dispositivo sensor, y está preestablecido o es conocido, la radiación de referencia se puede utilizar para comprobar al menos una propiedad óptica, especialmente espectral, del dispositivo sensor o de detección, para ajustar el dispositivo sensor o de detección y/o para poner a disposición datos, especialmente datos de corrección, que son utilizados en una evaluación de señales de detección durante la comprobación de un documento de valor.

Con este objetivo está previsto el dispositivo de control y evaluación, conectado al dispositivo de detección a través de al menos una conexión de señal, que también asume la evaluación de las señales de detección para el registro de radiación de detección óptica de un documento de valor y la emisión de las correspondientes señales de

evaluación. El dispositivo de control y evaluación puede realizarse en principio de cualquier modo y comprender en particular un procesador, una memoria en la cual está almacenado un programa informático, cuya ejecución por parte del procesador activa las funciones del dispositivo de control y evaluación, un circuito integrado específico para la aplicación y/o un «programmable gate array» (matriz de puertas programable), especialmente un «field programmable gate array» (matriz de puertas programable *in situ*) (FPGA), o también combinaciones de estos componentes.

El espectro de la radiación de referencia está dado por la configuración del dispositivo de radiación de referencia, tal como se explicará más en detalle. El dispositivo de control y evaluación puede utilizar las señales de detección directamente o tras la conversión en datos que representan las características de la radiación de detección.

La fuente de radiación del dispositivo de radiación de referencia sirve además como emisor de una barrera fotoeléctrica o de un sensor fotoeléctrico que sirve para registrar el movimiento y/o la posición del documento de valor en relación a la zona de registro y se puede utilizar, por tanto, para controlar los correspondientes componentes del dispositivo sensor, especialmente el dispositivo de detección y el dispositivo de control y evaluación. La fuente de radiación cumple por tanto una función doble, es decir, la de una fuente para generar la radiación de referencia o para radiación de referencia y la de un emisor de una barrera fotoeléctrica o de un sensor fotoeléctrico. Por barrera fotoeléctrica se entiende en este sentido un dispositivo que comprende un emisor para emitir radiación óptica a lo largo de una trayectoria del rayo de barrera fotoeléctrica, un receptor para recibir la radiación, que se expande a lo largo de la trayectoria del rayo de barrera fotoeléctrica, del sensor y emitir señales de recepción correspondientes y un dispositivo de evaluación conectado al menos al receptor, que evalúa las señales de recepción del receptor determinando si la radiación óptica emitida por el emisor a lo largo de la trayectoria del rayo de la barrera es bloqueada por un objeto y no alcanza el receptor, o no. Una barrera fotoeléctrica comprueba, por tanto, si una trayectoria de rayo es interrumpida por un objeto. La barrera fotoeléctrica puede estar realizada como barrera fotoeléctrica de reflexión o barrera fotoeléctrica unidireccional. Un sensor fotoeléctrico, por el contrario, dispone de un emisor para emitir una radiación óptica a lo largo de una trayectoria del rayo emitido, de un receptor para recibir la radiación óptica del emisor, que es reflejada difusamente por un objeto en la zona de la trayectoria del rayo emitido, y emitir las correspondientes señales de recepción, y de un dispositivo de evaluación conectado al menos al receptor, que en base a las señales de recepción determina si se encuentra un objeto en la trayectoria del rayo emitido y emite una señal correspondiente.

Mediante la función doble de la fuente de radiación se puede obtener una estructura simplificada del dispositivo sensor.

Por lo tanto, el objetivo también se consigue mediante un procedimiento según la reivindicación 12.

Por la característica de la radiación de referencia, como también en general de la radiación de detección, se entiende en el marco de la invención una característica representable al menos por un valor numérico.

Por una comprobación se entiende, por un lado, determinar si un valor correspondiente a la característica registrada de la radiación de referencia se encuentra dentro de un intervalo de tolerancia preestablecido. En función del resultado de la determinación se puede generar entonces una señal correspondiente. Por otro lado, en el marco de la invención se entiende por el término de comprobación también una calibración. Por una calibración se entiende que, en condiciones preestablecidas, se determina una relación o una divergencia entre un valor correspondiente a la característica registrada de la radiación de referencia y un valor preestablecido, preferentemente conocido, para la característica de la radiación de referencia y se almacenan los datos que representan la divergencia o la relación.

Por un ajuste se entiende una modificación del dispositivo sensor a través de la cual se reduce lo máximo posible la divergencia entre un valor correspondiente a la característica registrada de la radiación de referencia y un valor preestablecido, preferentemente conocido, para la característica de la radiación de referencia.

No obstante, la característica registrada de la radiación de detección también se puede utilizar en el sentido de un ajuste del dispositivo sensor para realizar una corrección en la evaluación de señales de detección. Para ello, en el procedimiento, a partir de las señales de detección para la radiación de referencia se pueden determinar datos, a continuación también denominados datos de corrección, que son almacenados en una memoria, por ejemplo en el dispositivo de control y evaluación, y posteriormente utilizados para la evaluación de señales de detección durante la comprobación de documentos de valor. La determinación de los datos a partir de las señales de detección para la radiación de referencia puede realizarse mediante el dispositivo de control y evaluación, que está configurado correspondientemente para ello.

Mediante el uso de la radiación de referencia, especialmente de banda estrecha, o de radiación de referencia con un canto en el espectro, se pueden reconocer fácilmente las modificaciones de las características de detección del dispositivo sensor.

La barrera fotoeléctrica o el sensor fotoeléctrico también deben disponer de un receptor para la radiación de la fuente de radiación. Para ello existen diferentes opciones. Según una primera alternativa, para la barrera

fotoeléctrica o el sensor fotoeléctrico se utiliza radiación óptica, que no es la radiación de referencia. Para ello, el dispositivo sensor puede presentar como receptor de la barrera fotoeléctrica o del sensor fotoeléctrico al menos un elemento de detección que no pertenezca al dispositivo de detección, para la conversión de la radiación de la fuente de radiación en señales de recepción eléctricas, y que no reciba ninguna radiación de detección. Esto permite  
 5 conectar el dispositivo de detección solo cuando realmente se encuentra un documento de valor en la zona de registro. En esta alternativa, la radiación de referencia puede acoplarse en principio de cualquier modo a la trayectoria del rayo de detección, no obstante, el acoplamiento de la radiación de referencia en la trayectoria del rayo de detección tiene lugar preferentemente en función de la posición de un documento de valor en relación a la zona de registro. Esto ofrece la ventaja de que la radiación de referencia que viene de la zona de registro puede acoplarse  
 10 a la trayectoria del rayo de detección, de forma que, para la comprobación del dispositivo de detección, se utilizan condiciones que se corresponden con las del propio registro de las características de un documento de valor.

En otra alternativa, para la barrera fotoeléctrica o el sensor fotoeléctrico se utiliza una radiación de referencia como radiación. En un primer modo de realización preferente, el dispositivo sensor puede presentar como receptor de la barrera fotoeléctrica o del sensor fotoeléctrico al menos un elemento de detección que no pertenezca al dispositivo de detección, para la conversión de la radiación de referencia en señales de recepción eléctricas, y que no reciba ninguna radiación de detección. También en este modo de realización es posible especialmente el acoplamiento de la radiación de referencia en la trayectoria del rayo de detección en función de la posición de un documento de valor en relación a la zona de registro, aunque es esto no es imprescindible.

Es decir, que en el procedimiento, para registrar el movimiento y/o la posición del documento de valor en relación a la zona de registro o para determinar si y/o cuándo un documento de valor entra en la zona de registro y/o un documento de valor se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro, se puede utilizar un elemento de detección no perteneciente al dispositivo de detección, que no recibe ninguna radiación de detección, para convertir  
 25 la radiación óptica o la radiación de referencia en señales de recepción eléctricas, a partir de las cuales se puede determinar la posición o el movimiento de un documento de valor, y a partir de las señales de recepción se determina si y/o cuándo un documento de valor entra en la zona de registro y/o un documento de valor se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro.

En un segundo modo de realización de la otra alternativa, al menos una sección del dispositivo de detección en el dispositivo sensor sirve como receptor de la barrera fotoeléctrica o del sensor fotoeléctrico. Esto permite mantener el número de elementos de detección muy reducido. En este caso, especialmente el dispositivo de control y evaluación se puede realizar además tal que, a partir de las señales de detección del dispositivo de detección como señales de recepción, determine si y/o cuándo un documento de valor entra en la zona de registro y/o un documento de valor se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro.

En el procedimiento, la radiación de referencia puede acoplarse entonces correspondientemente, al menos parcialmente, a la trayectoria del rayo de detección en función de la posición de un documento de valor en relación a la zona de registro. Para detectar el movimiento y/o la posición del documento de valor en relación a la zona de registro a partir de señales de detección del dispositivo de detección, que representan una característica de la radiación de referencia, se puede determinar entonces si y/o cuándo un documento de valor entra en la zona de registro y/o un documento de valor se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro.

En particular, la radiación de referencia puede estar orientada al menos parcialmente hacia la trayectoria de transporte del documento de valor, tal que sea adecuada para la detección de un movimiento y/o una posición del documento de valor en relación a la zona de registro. Entonces, antes del registro de la característica de la radiación de referencia y/o para el registro posterior de la característica espectral de un documento de valor, se puede detectar la radiación generada por la radiación de referencia y utilizarla para registrar el movimiento y/o la posición del documento de valor en relación a la zona de registro.

En todas las alternativas, se puede asignar especialmente al dispositivo sensor una trayectoria de transporte que está prevista para el transporte de un documento de valor a lo largo del sentido de transporte en la zona de registro, y la radiación óptica se puede emitir en dirección a la trayectoria de transporte, preferentemente como radiación de referencia. La fuente de radiación puede emitir entonces su radiación, preferentemente la radiación de referencia, en dirección a la trayectoria de transporte. Esto permite una estructura especialmente sencilla de la barrera fotoeléctrica o del sensor fotoeléctrico.

Una comprobación o calibración especialmente precisa del dispositivo de detección o bien una evaluación precisa de las señales de detección se consigue si el dispositivo de radiación de referencia en el dispositivo sensor está realizado de forma que la banda del espectro de radiación de referencia presenta, dentro del rango de detección espectral, una anchura inferior a 5 nm. De forma correspondiente, en el procedimiento se utiliza preferentemente radiación de referencia, en cuyo espectro la banda presenta, dentro del rango de detección espectral, una anchura inferior a 5 nm. La anchura de la banda es la anchura total a la mitad de la intensidad máxima ("*full width at half maximum*", FWHM).

Como dispositivo de radiación de referencia se puede utilizar, en principio, cualquier dispositivo que emita radiación óptica con el espectro necesario.

5 La radiación de referencia se puede generar, por ejemplo, excitando con la radiación óptica una muestra luminiscente para que emita radiación de referencia en forma de radiación de luminiscencia. El dispositivo de radiación de referencia puede presentar una muestra luminiscente que se puede excitar con la radiación óptica de la fuente de radiación para que emita radiación de referencia en forma de radiación de luminiscencia. Este modo de realización tiene la ventaja de que no es necesario plantear elevados requisitos a la fuente de radiación.

10 Preferentemente, no obstante, la fuente de radiación del dispositivo de radiación de referencia puede servir directamente como una fuente de radiación de referencia para emitir la radiación de referencia que, dado el caso tras filtración, presenta el espectro con una banda estrecha, que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido, y/o al menos un espectro con un canto, que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido. Mediante la generación directa de la radiación de referencia en la fuente de radiación de referencia se puede lograr una generación estable y muy duradera de radiación de referencia de características conocidas, lo que no es el caso necesariamente si se utiliza radiación de luminiscencia de sustancias luminiscentes como radiación de referencia. Además, no se debe temer el ensuciamiento de la muestra luminiscente. El dispositivo de radiación de referencia puede presentar, por ejemplo, una fuente de radiación de referencia, preferentemente un led o un diodo láser y un filtro de banda estrecha dispuesto a continuación para generar la radiación de referencia de banda estrecha. Correspondientemente, en el proceso se puede generar radiación óptica, cuyo espectro se encuentra al menos parcialmente dentro del rango de detección espectral, y filtrar la radiación generada para generar la radiación de referencia de banda estrecha.

25 La fuente de radiación en el dispositivo sensor, que sirve como fuente para la radiación de referencia, puede comprender, además, un diodo láser de emisión lateral, con estabilización de temperatura, o un diodo láser de emisión lateral con un resonador óptico selectivo para determinadas longitudes de onda, especialmente un resonador de alta calidad. En el procedimiento, la radiación de referencia puede ser emitida por al menos un diodo láser de emisión lateral, con estabilización de temperatura, o un diodo láser de emisión lateral con un resonador óptico selectivo para determinadas longitudes de onda, especialmente un resonador de alta calidad. Los dispositivos correspondientes son en principio conocidos. Un dispositivo correspondiente está descrito en la solicitud de patente DE 102005040821 A1. Si se utiliza el resonador, este tiene una frecuencia propia que se corresponde con la longitud de onda deseada de la radiación de referencia.

35 Para reducir las influencias de la temperatura, como fuentes de radiación para la radiación de referencia se pueden usar alternativamente también diodos láser con "*distributed feedback*" (realimentación distribuida), los denominados diodos láser DFR, o diodos láser con "*distributed Bragg reflector*" (reflector de Bragg distribuido), los denominados diodos láser DBR, que para este objetivo no requieren estar equipados con estabilización de temperatura.

40 No obstante, una alternativa aún más sencilla consiste en que la fuente de radiación en el dispositivo sensor sirva como fuente de radiación de referencia y comprenda al menos un diodo láser de emisión superficial. En el procedimiento, la radiación de referencia se genera entonces preferentemente mediante al menos un diodo láser de emisión superficial. El uso de un diodo láser de este tipo ofrece simultáneamente varias ventajas. Dichos diodos láser presentan un espectro de emisión de banda muy estrecha, por lo que, preferentemente, entre el dispositivo de radiación de referencia y el dispositivo de detección no se requiere ningún filtro o sustancia de referencia para limitar el ancho de banda espectral de la radiación de referencia. Además, la posición de la banda, en comparación con diodos láser de otros tipos, es relativamente insensible a las influencias de la temperatura, por lo que no es necesaria una estabilización de la temperatura. Adicionalmente, la radiación emitida por los diodos láser de emisión superficial no es muy divergente. Esto presenta la ventaja de que, en el dispositivo sensor, preferentemente en la trayectoria del rayo después del diodo láser de emisión superficial hasta el dispositivo de detección, no necesita verse y no está previsto ningún elemento óptico de enfoque ni sustancia luminiscente para generar la radiación de referencia.

55 En principio se puede usar cualquier característica de la radiación de referencia registrada. No obstante, para el registro de espectros se prefiere especialmente registrar como característica de la radiación de referencia una característica espectral de la radiación de referencia y utilizarla en la comprobación o el ajuste o la evaluación. Para ello, el dispositivo de control y evaluación puede realizarse tal que pueda determinar una característica espectral de la radiación de referencia como característica de la radiación de referencia y utilizarla en la comprobación o el ajuste o la determinación de los datos para la evaluación. Especialmente puede determinar si las señales de detección que representan las características espectrales de la radiación de referencia, coinciden dentro de un rango de tolerancia preestablecido con las características correspondientes conocidas o preestablecidas de la radiación de referencia, tal como han sido determinadas por el dispositivo de radiación de referencia y, dado el caso, independientemente. Como característica espectral se puede utilizar especialmente la ubicación de un máximo del espectro o el centro de gravedad determinado para un rango de longitudes de onda preestablecido alrededor de la banda o el canto.

65 No obstante, también es posible determinar la intensidad de la radiación de referencia como característica de la radiación de referencia y utilizarla, alternativamente o en combinación, en la comprobación o el ajuste o la

determinación de los datos para la evaluación. El dispositivo de control y evaluación en el dispositivo sensor puede realizarse tal para determinar la intensidad de la radiación de referencia como su característica y utilizarla en la comprobación o el ajuste o la evaluación. De este modo también es posible, por ejemplo, determinar la sensibilidad del dispositivo de detección, ya que en la evaluación de las características espectrales no es imprescindible utilizar los valores de intensidad absolutos en el rango de detección espectral.

Especialmente cuando se desea un ajuste, el dispositivo de detección en el dispositivo sensor puede disponer de un dispositivo espectrográfico con un campo de elementos de detección y un dispositivo de dispersión espacial, que divide espacialmente la radiación de detección en componentes espectrales que inciden sobre el campo de elementos de detección, y el dispositivo sensor puede presentar además al menos un actuador controlable desde el dispositivo de control y evaluación, acoplado mecánicamente al campo de elementos de detección, que entonces está dispuesto de forma móvil, o al menos a un elemento óptico del dispositivo espectrográfico dispuesto de forma móvil, que determina al menos parcialmente la ubicación de los componentes espectrales en el campo de elementos de detección, especialmente un dispositivo de dispersión espacial o una ranura de entrada. El dispositivo de control y evaluación está configurado entonces para controlar el actuador en función de las señales de detección para la radiación de referencia acoplada, tal que se reduzca una divergencia de una ubicación de los componentes espectrales de la radiación de referencia sobre el campo de elementos de detección respecto a una ubicación preestablecida.

Las características del dispositivo de detección pueden depender de una serie de factores. Por ejemplo, en el procedimiento se puede registrar la temperatura, al menos de una parte del dispositivo de detección y/o de una parte de un dispositivo de radiación de referencia utilizado para generar la radiación de referencia y/o de un elemento de compensación de temperatura conectado al dispositivo de detección y/o del dispositivo de radiación de referencia, y utilizarla en la comprobación o el ajuste o la determinación de los datos para la evaluación. Para ello, el dispositivo sensor puede presentar al menos un sensor de temperatura conectado al dispositivo de control y evaluación a través de una conexión de señal para registrar la temperatura, al menos de una parte del dispositivo de detección y/o de una parte del dispositivo de radiación de referencia y/o de un elemento de compensación de temperatura conectado al dispositivo de detección y/o del dispositivo de radiación de referencia; pudiendo estar el dispositivo de control y evaluación además configurado para utilizar también la temperatura registrada en la comprobación o el ajuste o la evaluación. De este modo se puede realizar una separación de las diferentes influencias sobre el dispositivo sensor.

Pero la influencia de la temperatura no solo tiene por qué afectar al dispositivo de detección. En muchos modos de realización, el dispositivo sensor puede comprender un dispositivo de iluminación que, para registrar las características espectrales de la radiación de detección emitida por un documento de valor, por ejemplo, radiación de luminiscencia, emite radiación de iluminación óptica en la zona de registro sobre un documento de valor que se encuentra en ella, el cual emite a continuación la radiación de detección. Entonces se puede registrar la temperatura, al menos de una parte del dispositivo de iluminación para iluminar la zona de registro y/o de un elemento de compensación de temperatura conectado a este, y utilizarla en la comprobación o el ajuste o la determinación de los datos para la evaluación. El dispositivo sensor puede presentar entonces un dispositivo de iluminación para iluminar al menos una parte de la zona de registro y al menos un sensor de temperatura conectado al dispositivo de control y evaluación a través de una conexión de señal, para registrar la temperatura de al menos una parte del dispositivo de radiación de iluminación y/o de un elemento de compensación de temperatura conectado a este; pudiendo estar el dispositivo de control y evaluación además configurado para utilizar la temperatura registrada en la comprobación o el ajuste o la evaluación. De este modo, también se puede tener en cuenta la influencia del dispositivo de iluminación, aunque en este caso la influencia no se puede determinar mediante medición utilizando la radiación de referencia y el dispositivo de detección.

En principio, la invención se puede utilizar para cualquier dispositivo sensor del tipo mencionado al comienzo. No obstante, preferentemente se utiliza como dispositivo de detección un dispositivo de detección cuyo rango de detección espectral presenta una anchura inferior a 400 nm. De forma correspondiente, el dispositivo de detección en el dispositivo sensor puede realizarse de forma que el rango de detección espectral presente una anchura inferior a 400 nm.

El dispositivo de detección puede presentar cualquier dispositivo o elemento, especialmente también conocido, para la división en componentes espectrales. En particular, el dispositivo de detección puede presentar, por ejemplo, un elemento difractivo, dispersante en el rango de detección espectral preestablecido. Ejemplos de dichos elementos son redes ópticas, especialmente también redes de proyección.

Alternativa o adicionalmente, el dispositivo de detección puede presentar un elemento refractivo y dispersante en el rango de detección espectral preestablecido. Un ejemplo de dicho elemento es un prisma adecuado.

El dispositivo de detección puede presentar, en principio, cualquier elemento de recepción o detección para registrar los componentes de la división espectral del elemento de dispersión, siempre que sea sensible en el rango espectral necesario. Para la detección de los componentes espectrales de la radiación de detección y de la radiación de referencia acoplada a la trayectoria del rayo de detección, o bien de los componentes espectrales correspondientes, se utiliza preferentemente un campo CMOS, NMOS o CCD con resolución espacial. El dispositivo sensor puede

presentar correspondientemente un campo CMOS, NMOS o CCD con resolución espacial para la detección de componentes espectrales de la radiación de detección y de la radiación de referencia acoplada a la trayectoria del rayo de detección. Dichos campos se pueden adquirir fácilmente y son económicos.

5 Puesto que en los campos CCD los elementos de detección individuales son leídos secuencialmente, puede resultar favorable, especialmente para una detección rápida, que el dispositivo de detección presente una disposición de elementos de detección individuales, cuyas señales se puedan leer independientemente entre sí, preferentemente en paralelo. De forma correspondiente, para la detección de la radiación de detección y de referencia, o bien de sus componentes espectrales, en el procedimiento se utiliza una disposición de elementos de detección individuales, cuyas señales son leídas independientemente entre sí, preferentemente en paralelo. Este modo de realización no solo permite una lectura rápida, sino también una adaptación de los tamaños y las características de los elementos de detección individuales en función de la sensibilidad espectral deseada. Diferentes posibilidades se describen, por ejemplo, en la solicitud WO 2006/010537 A1 de la solicitante, cuyo contenido se incluye mediante referencia en la descripción.

15 El dispositivo de radiación de referencia se puede realizar y disponer de forma que la radiación de referencia es acoplada a la trayectoria del rayo de detección en función de la posición del documento de valor en relación a la zona de registro. Son posibles especialmente dos posibilidades. Por un lado, mediante la correspondiente configuración y disposición del dispositivo de radiación de referencia, la radiación de referencia se puede acoplar, eventualmente tras un desvío, desde la zona de registro, es decir, como radiación de detección normal en la comprobación de un documento de valor, a la trayectoria del rayo de detección. Si en la zona de registro se encuentra un documento de valor, este bloquea la radiación de referencia y esta no puede acoplarse a la trayectoria del rayo de detección. Para ello se puede disponer, por ejemplo, una fuente para la radiación de referencia, ubicada frente el dispositivo de detección en relación a un documento de valor en la zona de registro. No obstante, también es posible que la fuente para la radiación de referencia esté dispuesta del mismo lado que el dispositivo de detección en relación a un documento de valor en la zona de registro y presente un elemento óptico dispuesto en el lado opuesto, que desvíe la radiación de referencia en dirección al dispositivo de detección. Esta alternativa ofrece la ventaja de que la radiación de referencia se puede utilizar directamente.

20 Por otro lado, es posible realizar y disponer el dispositivo de radiación de referencia tal que la radiación de referencia ilumine un documento de valor que se encuentra en la zona de registro y que la radiación emitida por la zona iluminada, es decir, la radiación de referencia difusamente reflejada o reflejada por el documento de valor, se acople a la trayectoria del rayo de detección. Esta alternativa puede ser apropiada si, por motivos de espacio, el dispositivo sensor debe disponerse únicamente a un lado de la trayectoria de transporte.

35 Las alternativas mencionadas tienen la ventaja de que la radiación de referencia realmente sigue el mismo camino que la radiación de detección y, por tanto, se abarca gran parte de las posibles fuentes de fallo del dispositivo de detección.

40 Además, el dispositivo de control y evaluación del dispositivo sensor puede evaluar las señales de detección de forma que tenga lugar la detección de un movimiento y/o una posición del documento de valor en relación a la zona de registro antes y/o después de la determinación de la al menos una característica de la radiación de referencia. Por tanto, la barrera fotoeléctrica o el sensor fotoeléctrico puede utilizarse para el control de la comprobación o el ajuste del dispositivo sensor o de la determinación de los datos para la evaluación. En particular, el procedimiento se puede realizar para comprobar y/o ajustar y/o determinar los datos para la evaluación cada vez que se reconoce el acercamiento de un documento de valor o la entrada de un documento de valor a la zona de registro. Esto permite comprobar con elevada calidad cada documento de valor, independientemente de la cantidad de documentos de valor que se comprueban directamente uno tras otro.

50 Sin embargo, esta barrera fotoeléctrica o sensor fotoeléctrico se puede utilizar en particular también para controlar el registro de características espectrales.

De este modo, en función de la posición o el movimiento registrado del documento de valor, es posible desconectar o reducir la intensidad de la radiación de referencia durante al menos un periodo de tiempo preestablecido y/o en función de las señales de detección, y volver a conectarla o aumentarla después. Además, el dispositivo de control y evaluación en el dispositivo sensor puede estar configurado para pasar el dispositivo de radiación de referencia durante al menos un periodo de tiempo preestablecido y/o en función de las señales de detección del dispositivo de detección a un estado de reposo, en función de la posición o el movimiento registrado del documento de valor, para volver a pasarlo después nuevamente al estado de servicio. Por estado de reposo se entiende un estado del dispositivo de iluminación, en el que la radiación de iluminación óptica no se emite o se emite con intensidad reducida. En particular, la conmutación al estado de reposo puede tener lugar preferentemente en función de la velocidad de transporte, tras un intervalo de tiempo preestablecido; el intervalo de tiempo se puede elegir tal que no interfiera en una detección posterior de la característica espectral del documento de valor.

65 Además, tras un intervalo de tiempo preestablecido tras reconocer la entrada de un documento de valor en la zona de registro, se puede generar e irradiar una radiación de iluminación óptica a la zona de registro, en un rango de

iluminación espectral predeterminado y con una intensidad mínima preestablecida, preferentemente, para iluminar el documento de valor en la zona de registro, y desconectar la radiación de iluminación óptica o reducir su intensidad, preferentemente cuando el documento de valor sale de la zona de registro. Para ello, el dispositivo de control y evaluación en el dispositivo sensor se puede realizar tal que, tras reconocer la entrada de un documento de valor a la zona de registro y tras un intervalo de tiempo preestablecido, conmuta un dispositivo de iluminación a un estado de servicio, para iluminar el documento de valor en la zona de registro con radiación de iluminación óptica en un rango de iluminación espectral preestablecido, y, preferentemente cuando el documento de valor sale de la zona de registro, a un estado de reposo. El intervalo de tiempo preestablecido se puede elegir especialmente de forma que, durante el intervalo de tiempo, se pueda realizar el registro de la característica de la radiación de referencia y/o, tras terminar el intervalo de tiempo, se pueda registrar una zona preestablecida del documento de valor con el dispositivo sensor. Al menos en el segundo caso, la duración del intervalo de tiempo se puede elegir en función de la velocidad de transporte.

La invención se continúa explicando a continuación a modo de ejemplo en base a los dibujos. Muestran:

la figura 1, una vista esquemática de un dispositivo clasificador de billetes,

la figura 2, una representación esquemática de un dispositivo sensor del dispositivo clasificador de billetes de la figura 1, con una sección de un dispositivo de transporte,

la figura 3, una representación esquemática de un dispositivo de detección del dispositivo sensor de la figura 2,

la figura 4, una representación esquemática de un dispositivo sensor de un dispositivo clasificador de billetes según un segundo modo de realización, con una sección de un dispositivo de transporte,

la figura 5, una representación esquemática de un dispositivo sensor de un dispositivo clasificador de billetes según un tercer modo de realización, con una sección de un dispositivo de transporte,

la figura 6, una representación esquemática de un dispositivo de detección de un dispositivo sensor de un dispositivo clasificador de billetes según un cuarto modo de realización,

la figura 7, una representación esquemática de un dispositivo de detección de un dispositivo sensor de un dispositivo clasificador de billetes según un quinto modo de realización,

la figura 8, una representación esquemática de un dispositivo sensor de un dispositivo clasificador de billetes según un sexto modo de realización,

la figura 9, una representación esquemática de un dispositivo sensor de un dispositivo clasificador de billetes según un séptimo modo de realización, con una sección de un dispositivo de transporte, y

la figura 10, una representación esquemática de un dispositivo sensor de un dispositivo clasificador de billetes según otro modo de realización, con una sección de un dispositivo de transporte.

Un dispositivo de procesamiento de documentos de valor -10- en la figura 1, que comprende un dispositivo para la comprobación óptica de documentos de valor -12-, en el ejemplo de billetes, dispone de un compartimento de entrada -14- para la entrada de documentos de valor -12- que se van a procesar, un separador -16-, que puede coger los documentos de valor -12- del compartimento de entrada -14-, un dispositivo de transporte -18- con un desviador -20-, y, a lo largo de una trayectoria de transporte -22- dada por el dispositivo de transporte -18-, un dispositivo -24- dispuesto antes del desviador -20- para comprobar los documentos de valor, así como, después del desviador -20-, un primer compartimento de salida -26- para documentos de valor reconocidos como auténticos y un segundo compartimento de salida -28- para los documentos de valor reconocidos como no auténticos. Un dispositivo central de control y evaluación -30- está conectado al menos al dispositivo de comprobación -24- y el desviador -20- a través de conexiones de señal y sirve para controlar el dispositivo de comprobación -24-, evaluar las señales de comprobación del dispositivo de comprobación -24-, así como controlar al menos el desviador -20- en función del resultado de la evaluación de las señales de comprobación.

El dispositivo de comprobación -24- conectado al dispositivo de control y evaluación -30- sirve para registrar las propiedades ópticas de los documentos de valor -12- y generar señales de comprobación que representan estas propiedades.

Durante el transporte del documento de valor -12- con una velocidad de transporte preestablecida en un sentido de transporte -T- dado por la trayectoria de transporte -22-, el dispositivo de comprobación -24- registra valores característicos ópticos del documento de valor, generando las señales de comprobación correspondientes.

A partir de las señales de comprobación del dispositivo de comprobación -24-, el dispositivo central de control y evaluación -30- determina, mediante evaluación de las señales de comprobación, si el documento de valor es

reconocido como auténtico o no en función de un criterio de autenticidad preestablecido para las señales de comprobación.

5 El dispositivo central de control y evaluación -30- dispone para ello de las correspondientes interfaces para los sensores y especialmente de un procesador -32- y una memoria -34- conectada al procesador -32-, en la que está almacenado al menos un programa informático con código de programa, mediante cuya ejecución el procesador -32- controla el dispositivo o evalúa las señales de comprobación y acciona el dispositivo de transporte -18- en función de la evaluación.

10 En particular, el dispositivo central de control y evaluación -30-, más precisamente, el procesador -32- integrado, puede comprobar un criterio de autenticidad, en el que se incluyen, por ejemplo, datos de referencia para un documento de valor considerado auténtico, preestablecidos y almacenados en la memoria -34-. En función de la autenticidad o no autenticidad determinada, el dispositivo central de control y evaluación -30-, especialmente el procesador -32- integrado, acciona el dispositivo de transporte -18-, más precisamente, el desviador -20-, de forma que el documento de valor -12- es transportado según su autenticidad determinada para su colocación en el primer compartimento de salida -26- para documentos de valor reconocidos como auténticos o en el segundo compartimento de colocación -28- para documentos de valor reconocidos como no auténticos.

20 El dispositivo de comprobación -24- comprende un dispositivo sensor para el registro de resolución espectral de radiación de detección óptica emitida por un documento de valor -12- transportado en el sentido de transporte -T- preestablecido. En el ejemplo, la radiación de detección es una radiación de luminiscencia en el rango no visible del espectro óptico.

25 El dispositivo sensor -24-, denominado a continuación con el número de referencia -24-, está representado más detalladamente en la figura 2. Comprende un dispositivo de iluminación -36- para iluminar al menos una parte de una zona de registro -38- plana en la trayectoria de transporte -22-, a la que llegan los documentos de valor -12- que se van a comprobar a través de la trayectoria de transporte -22-, y un dispositivo de detección -40-. Un dispositivo de control, especialmente para controlar el dispositivo de iluminación -36-, y un dispositivo de evaluación, especialmente para procesar y evaluar las señales de detección del dispositivo de detección -40-, están agrupados en un dispositivo de control y evaluación -42-, en el ejemplo en un dispositivo de procesamiento de datos programado, que en este ejemplo comprende un procesador no mostrado y una memoria no mostrada, en la que está almacenado un programa ejecutable por el procesador para controlar el dispositivo de iluminación -36- y evaluar las señales de detección del dispositivo de detección -40-. El dispositivo de control y evaluación -42- está conectado al dispositivo central de control y evaluación -30- a través de una conexión de señal.

35 Además, está previsto un sensor fotoeléctrico -44- que dispone de un emisor -46- y un receptor -48-, que están conectados al dispositivo de control y evaluación -42- para controlar el emisor -46- o bien para evaluar las señales del receptor -48-. En otros ejemplos de realización, la evaluación de las señales del receptor también podría realizarse a través de un sistema de control de sensor fotoeléctrico independiente, cuya salida estaría conectada al dispositivo de control y evaluación -42-.

45 El dispositivo de iluminación -36- sirve para iluminar la zona de registro con radiación óptica en un rango de longitudes de onda preestablecido, en este ejemplo de infrarrojos, y dispone para ello de un campo de diodos láser iguales de emisión superficial («*vertical cavity surface emitting laser diode*», VCSEL) como fuente de radiación de iluminación, que en el ejemplo son controlados directamente por el dispositivo de control y evaluación -42- a través de una correspondiente conexión de señal. La radiación emitida por estos diodos láser, a continuación denominada radiación de iluminación, es agrupada por un sistema óptico de formación de haces no mostrado del dispositivo de iluminación -36- para formar un haz de rayos paralelos.

50 Para iluminar la zona de registro -38-, la radiación de iluminación es desviada mediante un elemento de desvío -50- del dispositivo de detección -40-, en el ejemplo un divisor de haz dicróico, que es reflectante para la radiación de iluminación, hacia un sistema óptico de enfoque -52- que enfoca la radiación de iluminación en la zona de registro -38-. Si allí se encuentra un documento de valor -12-, la sección que se encuentra en la zona de registro es iluminada con un patrón de iluminación correspondiente.

55 La radiación óptica excitada mediante la iluminación, en un documento de valor -12- auténtico en forma de radiación de luminiscencia, que se encuentra dentro de un rango de detección espectral preestablecido por el tipo de documento de valor o el luminóforo integrado en este, es emitida por la sección y llega como radiación de detección a la trayectoria del rayo de detección del dispositivo de detección -40-.

60 El dispositivo de detección -40- representado más detalladamente en la figura 3 para el ejemplo de realización sirve para la detección de resolución espectral de la radiación de detección en al menos el rango de detección espectral preestablecido y para la emisión de señales de detección que representan, al menos, una característica, en particular espectral, de la radiación de detección detectada. Un dispositivo de detección de este tipo está descrito más detalladamente en la solicitud de patente alemana de la solicitante, con el número de expediente 102006017256, cuyo contenido se incluye por la presente mediante referencia en la descripción.

65

En este ejemplo de realización, el dispositivo de detección -40- comprende un sistema óptico de detección -54-, un dispositivo espectrográfico -56- con un dispositivo de registro -58- para el registro de resolución espectral de componentes espectrales generados por el dispositivo espectrográfico.

El sistema óptico de detección -54- dispone a lo largo de una trayectoria del rayo de detección, en primer lugar, del sistema óptico de enfoque -52-, que proyecta la zona de registro al infinito, es decir, que convierte la radiación de detección que viene de la zona de registro -38- en un haz de rayos paralelos, y del elemento de desvío -50- selectivamente transparente, es decir, transparente para radiación en un rango de detección espectral preestablecido. El sistema óptico de detección -54- comprende además un sistema óptico de condensación -60- para enfocar la radiación de detección paralela en una abertura de entrada o una ranura de entrada del dispositivo espectrográfico -56-. Entre el sistema óptico de condensación -60- y el dispositivo espectrográfico -56- están dispuestos, opcionalmente, un filtro -62- para filtrar los componentes espectrales no deseados de la trayectoria del rayo de detección, en particular en el rango de longitudes de onda de la radiación de iluminación, así como un elemento de desvío -64-, en el ejemplo un espejo, para desviar la radiación de detección en un ángulo preestablecido, en el ejemplo 90°.

El dispositivo espectrográfico -56- dispone de un diafragma de entrada -66- con una abertura de diafragma, en el ejemplo de realización en forma de ranura, que representa una ranura de entrada y cuya extensión longitudinal discurre al menos prácticamente ortogonal al plano definido por la trayectoria del rayo de detección.

La radiación de detección que entra por la abertura del diafragma es agrupada por un sistema óptico de colimación y enfoque -68- acromático en el ejemplo del dispositivo espectrográfico -56- para formar un haz paralelo. El sistema óptico de colimación y enfoque -68-, al igual que los otros sistemas ópticos, está representado en las figuras únicamente de forma simbólica como lente, aunque en realidad frecuentemente puede estar realizado como combinación de lentes. Cuando se dice que este sistema óptico es acromático se entiende que está corregido en relación a aberraciones cromáticas en el rango de longitudes de onda en el que trabaja el dispositivo espectrográfico -56-. No es necesaria una corrección correspondiente en otros rangos de longitudes de onda. El diafragma de entrada -66- y el sistema óptico de colimación y enfoque -68- están dispuestos de forma que la abertura del diafragma se encuentra al menos muy próximo a la superficie cáustica del lado del diafragma de entrada del sistema óptico de enfoque y colimación -68-.

El dispositivo espectrográfico -56- dispone además de un dispositivo de dispersión espacial -70-, en el ejemplo una red de reflexión óptica, que descompone la radiación de detección incidente, es decir, la radiación óptica proveniente de la zona de registro, al menos parcialmente en componentes espectrales separados, que se expanden en diferentes direcciones en función de la longitud de onda.

El dispositivo de registro -58- del dispositivo espectrográfico -56- presenta una disposición de detección -72- que sirve para la detección con resolución espacial de los componentes espectrales en al menos una dirección espacial. Las señales de detección generadas por la disposición de detección durante la detección son dirigidas al dispositivo de control y evaluación -42-, que registra las señales de detección y, en base a las señales de detección, realiza una comparación entre el espectro registrado y los espectros preestablecidos. El dispositivo de control y evaluación -42- está conectado al dispositivo de control -10- para transmitirle a este el resultado de la comparación a través de las señales correspondientes.

En el presente ejemplo, el dispositivo de dispersión espacial -70- es una red de reflexión con una estructura de líneas, cuyas líneas discurren paralelas a un plano a través de la dirección longitudinal de la abertura del diafragma y un eje óptico del sistema óptico de colimación y enfoque -68-. La distancia entre líneas se ha seleccionado de forma que la radiación de detección se pueda someter a descomposición espectral en el rango de detección espectral preestablecido, en el ejemplo, de infrarrojos. El dispositivo de dispersión -70- está realizado en este sentido de forma que los componentes espectrales separados, en el ejemplo el primer orden de difracción, sean enfocados en el dispositivo de registro -58-, más precisamente, la disposición de detección -72-, mediante el sistema óptico de colimación y enfoque -68-.

La disposición de detección -72- dispone de una disposición en filas de elementos de detección -74- para los componentes espectrales, que está orientada al menos prácticamente en paralelo a la dirección de la división espectral de los componentes espectrales, es decir, aquí, la superficie abarcada por los componentes espectrales, en este caso, más precisamente, un plano. Los componentes espectrales son proyectados por el sistema óptico de colimación y enfoque -68- a la disposición de detección -72-.

Los elementos de detección -74- dispuestos en filas están realizados de forma que sus señales pueden leerse independientemente entre sí, preferentemente en paralelo.

Para lograr una estructura lo más compacta posible, por un lado, el dispositivo de dispersión -70- está inclinado en dos direcciones en relación a la disposición de detección -72- y a la dirección de la radiación de detección que incide entre el sistema óptico de colimación y enfoque -68- y el dispositivo de dispersión -70-. Puesto que en el ejemplo de

realización la dirección de la radiación de detección entre el sistema óptico de colimación y enfoque -68- y el dispositivo de dispersión -70- discurre en paralelo al eje óptico del sistema óptico de colimación y enfoque -68-, en primer lugar, la red de reflexión -70- plana, y por tanto también su estructura de líneas, están inclinadas en relación al eje óptico -O- del sistema óptico de colimación y enfoque -68- en el plano de la trayectoria del rayo de detección. Por lo tanto, al menos en la zona entre el dispositivo de dispersión -70- y el sistema óptico de colimación y enfoque -68-, la superficie generada por los componentes espectrales, en el ejemplo un plano, está inclinada en un ángulo  $\alpha$  en relación a la dirección de la radiación de detección o el eje óptico -O- del sistema óptico de colimación y enfoque. En particular, una normal a la red de reflexión -70- plana en el plano de la trayectoria del rayo de detección está inclinada en un ángulo  $\alpha$  en relación al eje óptico -O- del sistema óptico de colimación y enfoque -68- (véase la figura 3). En segundo lugar, el dispositivo de dispersión -70-, más precisamente, la perpendicular de incidencia para la reflexión especular, es decir, en este caso la normal sobre el plano de la estructura de líneas de la red de reflexión -70-, está inclinada en un ángulo en relación a la dirección de la radiación de detección o el eje óptico -O- entre el sistema óptico de colimación y enfoque -68- y el dispositivo de dispersión -70- tal que el primer orden de difracción incide sobre la disposición de detección -72-.

Por otro lado, la fila de elementos de detección -74- de la disposición de detección está dispuesta al menos prácticamente en un plano con la abertura de diafragma del diafragma de entrada -66- y, en una dirección ortogonal al plano definido por las direcciones de expansión de los componentes espectrales, en la figura 3 por encima de la abertura de diafragma, separada de la abertura de diafragma. Para mayor claridad, el diafragma de entrada -66- y las superficies de recepción de los elementos de detección -74- se muestran en la figura 3 separados entre sí y paralelos al sistema óptico de colimación y enfoque -68-, aunque en realidad se encuentran esencialmente en un plano común. Visto en la dirección paralela a la fila de elementos de detección -74-, la abertura de diafragma se encuentra a la mitad de la fila.

Es decir que, para la detección, la radiación de detección emitida por un punto del documento de valor -12- en la zona de registro -38- es agrupada a lo largo de la trayectoria del rayo de detección por el sistema óptico de enfoque -52- para formar un haz paralelo, que pasa por el divisor de haz dicróico y es proyectado por el sistema óptico de condensación -60- al diafragma de entrada -66-. Esta es proyectada por el sistema óptico de colimación y enfoque -68- al infinito, a lo largo de la trayectoria del rayo de detección, hacia el dispositivo de dispersión espacial -70- que descompone la radiación que incide en componentes espectrales. Los componentes espectrales de primer orden de difracción son proyectados nuevamente por el sistema óptico de colimación y enfoque -68- a la disposición de detección -72-, correspondiendo a cada elemento de detección -74- una longitud de onda o un rango de longitudes de onda. Una señal de detección correspondiente al elemento de detección representa especialmente la intensidad o la potencia de los componentes espectrales recibidos. El dispositivo de detección -40- transfiere las señales de detección correspondientes a las características espectrales de la radiación de detección al dispositivo de control y evaluación -42-. Las señales de detección son recibidas y evaluadas por el dispositivo de control y evaluación -42-.

El sensor fotoeléctrico -44- presenta como emisor -46- una fuente de radiación en forma de un diodo láser de emisión superficial, que emite radiación óptica de referencia en un rango de longitudes de onda estrecho, con una anchura a media altura (FWHM) de 1 nm, que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido. A modo de ejemplo, el máximo se puede encontrar en el rango de 760 nm, 808 nm, 948 nm o también 980 nm. El emisor -46- sirve en este ejemplo de realización como dispositivo de radiación de referencia y fuente de radiación de referencia. El diodo láser -46- está orientado hacia la zona de registro -38- de forma que la radiación de referencia, difusamente reflejada por una sección de un documento de valor -12- iluminada por este en la zona de registro -38- llega, es decir, se acopla, a la trayectoria del rayo de detección. La parte reflejada de la radiación de referencia llega al receptor -48-, un elemento de fotodetección con un diafragma previo, que es sensible en el rango de la radiación de referencia y emite las señales correspondientes al incidir la radiación de referencia.

Como resulta evidente en la figura 2, la radiación de referencia solo puede acoplarse a la trayectoria del rayo de detección y llegar al receptor si una sección del documento de valor -12- se encuentra en la zona de registro -38-. El acoplamiento depende por tanto de la posición del documento de valor -12- en relación a la zona de registro -38-.

El dispositivo sensor -24- trabaja de la siguiente forma:

En primer lugar, el sensor fotoeléctrico -44-, el dispositivo de iluminación -36- y el dispositivo de detección -40- están desconectados.

Cuando el dispositivo de control y evaluación -42- registra una señal de un sensor de transporte no mostrado en el recorrido de transporte, que indica la llegada de un documento de valor -12- que está siendo transportado, el dispositivo de control y evaluación -42- conmuta el emisor -46-, es decir, el dispositivo de radiación de referencia, al estado de servicio para que este emita radiación de referencia a la zona de registro -38-.

Si el receptor -48- no detecta ninguna radiación de referencia tras un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte de los documentos de valor, el dispositivo de control y evaluación -42- vuelve a conmutar el emisor -46- al estado desconectado.

Sin embargo, si, tal como se ha anunciado, un documento de valor -12- es transportado a la zona de registro, una parte de la radiación de referencia que incide sobre el documento de valor -12- es reflejada en dirección del receptor -48-. Si el receptor -48- detecta radiación de referencia y emite una señal correspondiente al dispositivo de control y evaluación -42-, este conecta el dispositivo de detección -40- y registra sus señales de detección, al menos para los elementos de detección sobre los cuales, en caso de un ajuste correcto, inciden componentes espectrales de la radiación de referencia y para los elementos de detección contiguos a estos.

Puesto que la sección del documento de valor -12- es iluminada en la zona de registro -38- por la radiación de referencia, a la trayectoria del rayo de detección llega la radiación de referencia difusamente reflejada, por ejemplo, dispersada, por esta sección, que es descompuesta en componentes espectrales, que son enfocados en la disposición de detección -72-. Esta genera las señales de detección correspondientes, que representan las características espectrales de la radiación de referencia, y las transfiere al dispositivo de control y evaluación -42-.

El dispositivo de control y evaluación -42- recibe las señales de detección durante un periodo de tiempo preestablecido, por ejemplo, un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte, que es necesario para el registro de 1 mm del documento de valor, y determina si la característica espectral representada por las señales de detección cumple, al menos, con un criterio preestablecido. En el ejemplo, comprueba si el máximo del espectro de la radiación de detección, determinado en base a las señales de detección, se encuentra dentro de un rango de tolerancia preestablecido en relación al máximo del espectro de la radiación de referencia emitido por el diodo láser -46- de emisión superficial. Si este no es el caso, se emite una señal de error.

En caso contrario, se desconecta el emisor -46-. Tras un periodo de tiempo preestablecido, seleccionado también en función de la velocidad de transporte, durante el cual se registran señales de detección para determinar valores de desplazamiento y se determinan los valores de desplazamiento, el dispositivo de iluminación -36- se conecta y se registran las características espectrales del documento de valor. Cada uno de los elementos de detección de la disposición de detección tiene asignada una longitud de onda o un rango de longitudes de onda.

Tras finalizar otro periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte y la longitud del documento de valor más largo esperado en el sentido de transporte se vuelven a desconectar el dispositivo de iluminación -36- y el dispositivo de detección -40-.

Un segundo ejemplo de realización mostrado esquemáticamente en la figura 4 de un dispositivo sensor -24'- se diferencia del primer ejemplo de realización en la realización del sensor fotoeléctrico y del dispositivo de control y evaluación -42-. Todos los demás componentes permanecen inalterados, por lo que se utilizan respectivamente los mismos números de referencia que en el primer ejemplo de realización y las explicaciones de este también son válidas en este caso.

En este ejemplo de realización, el dispositivo de detección -40- asume la función de receptor del sensor fotoeléctrico. En lugar del sensor fotoeléctrico -44-, ahora solo está prevista una trampa de radiación -76- para la radiación de referencia reflejada por el documento de valor -12- en la zona de registro -38-, que absorbe la radiación de referencia correspondiente.

El dispositivo de control y evaluación -42'- se diferencia del dispositivo de control y evaluación -42- del primer ejemplo de realización solo en que acciona el dispositivo de detección -40- o evalúa sus señales de detección de forma que el dispositivo de detección -40- trabaje como receptor del sensor fotoeléctrico.

Más precisamente, está realizado para realizar el siguiente procedimiento.

Cuando el dispositivo de control y evaluación -42'- registra una señal del sensor de transporte no mostrado en el recorrido de transporte, que indica la llegada de un documento de valor -12- que está siendo transportado, el dispositivo de control y evaluación -42'- conmuta el emisor -46-, es decir, el dispositivo de radiación de referencia, al estado de servicio, para que este emita radiación de referencia a la zona de registro -38-, y el dispositivo de detección -40-, a su estado de servicio, siempre y cuando el dispositivo de detección no se opere de por sí en servicio continuo. A partir de este momento, el dispositivo de control y evaluación -42'- registra las señales de detección emitidas por el dispositivo de detección -40-.

Si el dispositivo de detección -40- no detecta ninguna radiación de referencia tras un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte de los documentos de valor y el dispositivo de control y evaluación -42'- no registra correspondientemente ninguna señal de detección, que están condicionadas por la radiación de referencia, el dispositivo de control y evaluación -42'- vuelve a conmutar el emisor -46- al estado desconectado y desconecta el dispositivo de detección.

Sin embargo, si, tal como se ha anunciado, un documento de valor -12- es transportado a la zona de registro -38-, la sección del documento de valor -12- que se encuentra en la zona de registro es iluminada por la radiación de referencia. La radiación de referencia dispersada por la sección iluminada en dirección de la trayectoria del rayo de detección es acoplada a la trayectoria del rayo de detección en dirección al dispositivo de detección -40- como

receptor, y es descompuesta en componentes espectrales, que son enfocados en la disposición de detección -72-. El dispositivo de detección -40- genera las señales de detección correspondientes, que representan las características espectrales de la radiación de referencia, y las transfiere al dispositivo de control y evaluación -42'. El dispositivo de control y evaluación -42'- registra estas señales de detección y las evalúa, en primer lugar, solo para determinar si se llegó a registrar radiación de referencia y, dado el caso, determina que un objeto fue registrado por el sensor fotoeléctrico.

El dispositivo de control y evaluación -42'- continúa recibiendo las señales de detección durante un periodo de tiempo preestablecido, por ejemplo, un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte, que es necesario para el registro de 1 mm del documento de valor, y determina si la característica espectral representada por las señales de detección cumple, al menos, con un criterio preestablecido. En el ejemplo, comprueba si el máximo del espectro de la radiación de detección, determinado en base a las señales de detección, se encuentra dentro de un rango de tolerancia preestablecido en relación al máximo del espectro de la radiación de referencia emitido por el diodo láser 46- de emisión superficial. Si este no es el caso, se emite una señal de error al dispositivo central de control y evaluación -30-, que activa una indicación del mensaje de error correspondiente en una pantalla no mostrada.

En caso contrario, el emisor -46- se desconecta. Los siguientes pasos se corresponden con los del primer ejemplo de realización.

Un tercer ejemplo de realización de un dispositivo sensor -24"-, que se muestra esquemáticamente en la figura 5, se diferencia del segundo ejemplo de realización únicamente en que, en lugar de un sensor fotoeléctrico, se utiliza una barrera fotoeléctrica. Esto significa que el dispositivo de radiación de referencia y el dispositivo de control y evaluación están modificados. Todos los demás componentes permanecen inalterados, por lo que para los mismos componentes se utilizan los mismos números de referencia y las explicaciones de este también son válidas en este caso.

El dispositivo de radiación de referencia -46"- dispone, al igual que en los primeros dos ejemplos de realización, del mismo diodo láser de emisión superficial como fuente de radiación de referencia -78- y de un elemento de desvío -80-, en el ejemplo un espejo, que desvía la radiación de referencia emitida por la fuente de radiación de referencia y la acopla a la trayectoria del rayo de detección si en la zona de registro -38- no se encuentra ningún documento de valor. Para ello, el elemento de desvío está dispuesto en el lado de la trayectoria de transporte opuesto al dispositivo de detección -40-.

El dispositivo de control y evaluación -42"- está realizado como el dispositivo de control y evaluación -42'-, salvo por las modificaciones que se mencionan a continuación. En particular, está realizado para realizar los siguientes pasos.

Cuando el dispositivo de control y evaluación -42"- registra una señal del sensor de transporte no mostrado en el recorrido de transporte, que indica la llegada de un documento de valor -12- que está siendo transportado, el dispositivo de control y evaluación -42- conmuta el emisor -46-, es decir, el dispositivo de radiación de referencia, al estado de servicio, para que este emita radiación de referencia a la zona de registro -38-, y el dispositivo de detección -40-, a su estado de servicio, siempre y cuando el dispositivo de detección no se opere de por sí en servicio continuo. A partir de este momento, el dispositivo de control y evaluación -42"- registra las señales de detección emitidas por el dispositivo de detección -40-.

Mientras en la zona de registro -38- no se encuentre ningún documento de valor -12-, la radiación de referencia emitida por el diodo láser -78- y desviada por el elemento de desvío -80- es acoplada a la trayectoria del rayo de detección y descompuesta en componentes espectrales, que son enfocados en la disposición de detección -72-. El dispositivo de detección -40- genera las señales de detección correspondientes, que representan las características espectrales de la radiación de referencia, y las transfiere al dispositivo de control y evaluación -42"-. El dispositivo de control y evaluación -42"- registra estas señales de detección y determina si la característica espectral representada por las señales de detección cumple, al menos, con un criterio preestablecido. En el ejemplo, comprueba si el máximo del espectro de la radiación de detección, determinado en base a las señales de detección, se encuentra dentro de un rango de tolerancia preestablecido en relación al máximo del espectro de la radiación de referencia emitido por el diodo láser -78- de emisión superficial. Si este no es el caso, se emite una señal de error.

En caso contrario, continúa el registro de señales de detección. La trayectoria óptica desde el elemento de desvío -80- hasta el dispositivo de detección -40- no es interrumpida hasta que un documento de valor entra en la zona de registro -38-. Ahora, el dispositivo de control y evaluación -42"- ya no puede recibir las señales de detección que representan las características espectrales de la radiación de referencia. Por esta razón, comprueba continuamente si dichas señales aún existen y, si estas ya no existen, desconecta el dispositivo de radiación de referencia, en el ejemplo la fuente de radiación de referencia -78-, ya que reconoce la entrada de un documento de valor a la zona de registro -38-.

Tras un periodo de tiempo preestablecido, seleccionado en función de la velocidad de transporte, durante el cual se registran señales de detección para determinar valores de desplazamiento y se determinan los valores de

desplazamiento, el dispositivo de iluminación -36- se conecta y se registran las características espectrales del documento de valor, tal como se describe en el primer ejemplo de realización.

5 Tras finalizar otro periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte y la longitud del documento de valor más largo esperado en el sentido de transporte se vuelve a desconectar el dispositivo de iluminación -36- y a conectar el dispositivo de radiación de referencia -78-.

10 Un cuarto ejemplo de realización se diferencia del segundo ejemplo de realización en la realización del dispositivo de detección mostrado en la figura 6 y en la del dispositivo de control y evaluación. Todos los demás componentes están realizados básicamente sin modificaciones en comparación con o de forma análoga al segundo ejemplo de realización, por lo que para dichos componentes se utilizan respectivamente los mismos números de referencia que en el segundo ejemplo de realización.

15 El dispositivo de detección -82- se diferencia del dispositivo de detección -40-, entre otros, en que, en lugar del sistema óptico de colimación y enfoque -68- en combinación con la red de reflexión -70-, se utiliza una red de proyección. Los detalles del dispositivo de detección se pueden encontrar en la solicitud WO 2006/010537 A1 de la solicitante, cuyo contenido completo se incluye mediante referencia en la descripción.

20 Al igual que el dispositivo de detección -40-, el dispositivo de detección -82- dispone del sistema óptico de enfoque -52-, el elemento de desvío -50-, el sistema óptico de condensación -60-, el filtro -62- y el elemento de desvío -64-, aunque en una posición algo girada en comparación con el primer ejemplo de realización, estando todos realizados como en el primer ejemplo de realización, por lo que para ellos se utilizan los mismos números de referencia que en el primer ejemplo de realización.

25 Un dispositivo espectrográfico -84- del dispositivo de detección -82- dispone a su vez de un diafragma de entrada -66-, realizado como en el primer ejemplo de realización, para el cual se utiliza el mismo número de referencia que en el primer ejemplo de realización. Como dispositivo de dispersión espacial se utiliza una red de proyección -86-, que realiza simultáneamente una descomposición espectral de la radiación de detección que incide sobre esta mediante difracción y, debido a que está realizada como espejo cóncavo, una proyección de la ranura de entrada formada por el diafragma de entrada -66- para al menos algunos de los componentes espectrales de la radiación de detección generados por esta en un dispositivo de registro -58-. El dispositivo de registro -58- presenta una disposición de detección -88- en forma de fila del dispositivo espectrográfico -84- o el dispositivo de detección -82-, que está realizado como la disposición de detección -72-.

35 Además, el dispositivo de detección -82- dispone de un dispositivo de ajuste que permite modificar la ubicación de los componentes espectrales o las imágenes de la ranura de entrada del diafragma de entrada para los componentes espectrales en la disposición de detección -88-.

40 Por un lado, al menos una pieza adecuada del dispositivo espectrográfico está dispuesta de forma móvil, preferentemente sin juego.

45 Por otro lado, el dispositivo de detección -82- dispone de un actuador (o un dispositivo de ajuste) -90-, que está acoplado mecánicamente a la al menos una pieza del dispositivo espectrográfico -84-, en el ejemplo al elemento de dispersión espacial -86-, para modificar la ubicación de un componente espectral preestablecido, generado por el dispositivo espectrográfico, en la disposición de detección. Para ello, el actuador -90- está conectado al dispositivo de control y evaluación a través de una conexión de señal y mueve la al menos una pieza del dispositivo espectrográfico, en el ejemplo el elemento de dispersión espacial -86-, como respuesta a las señales de ajuste del dispositivo de control y evaluación.

50 En el ejemplo, el actuador -90- dispone de un elemento piezoeléctrico que permite un movimiento muy preciso de la pieza como respuesta a las señales de ajuste correspondientes. Aunque, en principio, sería teóricamente más favorable un giro de la red de proyección -86- para desplazar la ubicación de los componentes espectrales en la disposición de detección -88-, en el presente ejemplo, la pieza está dispuesta y el actuador -90- está acoplado mecánicamente a la pieza de forma que la pieza se puede mover linealmente en una dirección que discurre ortogonal al eje óptico de la red de proyección y paralela a la dirección de división de los componentes espectrales. Este apoyo es esencialmente más sencillo que un apoyo que permita un giro.

60 El dispositivo de control y evaluación -92- se diferencia del dispositivo de control y evaluación -42'- en que no solo realiza una comprobación del dispositivo de detección -82-, sino también un ajuste. Está realizado especialmente para realizar el siguiente procedimiento.

65 Cuando el dispositivo de control y evaluación -92- registra una señal del sensor de transporte no mostrado en el recorrido de transporte, que indica la llegada de un documento de valor -12- que está siendo transportado, el dispositivo de control y evaluación -92- conmuta el emisor -46-, es decir, el dispositivo de radiación de referencia, al estado de servicio, para que este emita radiación de referencia a la zona de registro -38-, y el dispositivo de detección -82-, a su estado de servicio, siempre y cuando el dispositivo de detección no se opere de por sí en

servicio continuo. A partir de este momento, el dispositivo de control y evaluación -92- registra las señales de detección emitidas por el dispositivo de detección -82-.

5 Si el dispositivo de detección -82- no detecta ninguna radiación de referencia tras un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte de los documentos de valor y el dispositivo de control y evaluación -92- no registra correspondientemente ninguna señal de detección, que están condicionadas por la radiación de referencia, el dispositivo de control y evaluación -92- vuelve a conmutar el emisor -46- al estado desconectado y desconecta el dispositivo de detección.

10 Sin embargo, si, tal como se ha anunciado, un documento de valor -12- es transportado a la zona de registro, la sección del documento de valor -12- que se encuentra en la zona de registro es iluminada por la radiación de referencia. La radiación de referencia dispersada por la sección iluminada en dirección de la trayectoria del rayo de detección es acoplada a la trayectoria del rayo de detección en dirección al dispositivo de detección -82- como receptor del sensor fotoeléctrico, y es descompuesta en componentes espectrales, que son enfocados en la  
15 disposición de detección -72-. El dispositivo de detección -82- genera las señales de detección correspondientes, que representan las características espectrales de la radiación de referencia, y las transfiere al dispositivo de control y evaluación -92-. El dispositivo de control y evaluación -92- registra estas señales de detección y las evalúa, en primer lugar, solo para determinar si se llegó a registrar radiación de referencia y, si este es el caso, reconoce que un objeto fue registrado por el sensor fotoeléctrico.

20 Si el sensor fotoeléctrico ha detectado un objeto, es decir, el documento de valor, el dispositivo de control y evaluación -92- continúa registrando las siguientes señales de detección durante un periodo de tiempo preestablecido, por ejemplo, un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte, que es necesario para el registro de 1 mm del documento de valor, y determina una divergencia de la característica  
25 espectral representada por las señales de detección respecto a la característica espectral preestablecida para la radiación de referencia, que en el ejemplo está determinada por el diodo láser -46- de emisión superficial. En el ejemplo, más precisamente, comprueba la diferencia entre las longitudes de onda del máximo del espectro de la radiación de detección, determinado en base a las señales de detección, y el máximo del espectro de la radiación de referencia emitido por el diodo láser -46- de emisión superficial. Para ello no es imprescindible que determine explícitamente las longitudes de onda, sino que también es posible determinar únicamente las diferencias entre la  
30 posición del máximo registrada en la disposición de detección -88- y la posición del máximo preestablecida en la disposición de detección.

35 En función de la diferencia determinada, acciona ahora el actuador -90- de forma que este mueva la pieza, en este caso el elemento de dispersión -86-, para reducir la diferencia. Por ejemplo, el valor del desplazamiento puede elegirse proporcional a la diferencia o leerse de una tabla, en la que estén incluidas las señales de ajuste, o bien los desplazamientos necesarios para las diferencias preestablecidas. Dicha tabla se puede determinar mediante ensayos o cálculos.

40 De este modo se consigue un ajuste del dispositivo de detección.

45 Si bien de este modo, para un documento de valor individual se desprende un único control, en la comprobación de varios documentos de valor en secuencia rápida se puede lograr un resultado que se corresponde con una regulación del dispositivo de detección, ya que las influencias que provocan desajustes no deseados cambian mucho más lentamente.

50 Los siguientes pasos, es decir, la determinación del desplazamiento y el registro de las señales de detección que representan las características espectrales de la radiación de luminiscencia, se corresponden con los del primer ejemplo de realización.

En otra variante se puede realizar, en lugar del ajuste del elemento de dispersión, un ajuste del diafragma de entrada -66-, más precisamente, de la ranura de entrada.

55 En otra variante adicional no se mueve al menos una pieza del dispositivo espectrográfico, sino que la disposición de detección -88- está dispuesta de forma linealmente desplazable a lo largo de su dirección longitudinal y acoplada a un actuador correspondiente para el movimiento de la disposición de detección.

60 Un ajuste correspondiente del dispositivo espectrográfico también se puede aplicar a los otros ejemplos de realización.

65 Un quinto ejemplo de realización en la figura 7 se diferencia del cuarto ejemplo de realización, por un lado, en que la red de proyección está firmemente sujeta y se prescinde del actuador -90- y, por otro lado, en la realización del dispositivo de registro -58-, es decir, de la disposición de detección -72- o la disposición de detección -88-. Además, el dispositivo de control y evaluación está modificado en comparación con el del cuarto ejemplo de realización. Para los componentes inalterados respecto al cuarto ejemplo de realización se utilizan los mismos números de referencia que en el cuarto ejemplo de realización y las explicaciones de este también son válidas en este caso.

La disposición de detección -88'- comprende un campo CCD lineal, que se extiende en su dirección longitudinal paralelo a la dirección de la división espectral de los componentes espectrales. El campo CCD ofrece una resolución espacial elevada, en el ejemplo, el campo CCD lineal -256- comprende elementos de detección dispuestos en una fila.

El dispositivo de control y evaluación está configurado ahora para determinar datos de corrección, que se pueden utilizar para corregir los resultados de detección registrados. Esto es comparable al ajuste del dispositivo sensor.

En particular, el dispositivo de control y evaluación -92'- está configurado para realizar el siguiente procedimiento.

Cuando el dispositivo de control y evaluación -92'- registra una señal del sensor de transporte no mostrado en el recorrido de transporte, que indica la llegada de un documento de valor -12- que está siendo transportado, el dispositivo de control y evaluación -92'- conmuta el emisor -46-, es decir, el dispositivo de radiación de referencia, al estado de servicio, para que este emita radiación de referencia a la zona de registro -38-, y el dispositivo de detección -82'-, a su estado de servicio, siempre y cuando el dispositivo de detección no se opere de por sí en servicio continuo. A partir de este momento, el dispositivo de control y evaluación -92'- registra las señales de detección emitidas por el dispositivo de detección -82'-.

Si el dispositivo de detección -82'- no detecta ninguna radiación de referencia tras un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte de los documentos de valor y el dispositivo de control y evaluación -92'- no registra correspondientemente ninguna señal de detección, que están condicionadas por la radiación de referencia, el dispositivo de control y evaluación -92'- vuelve a conmutar el emisor -46- al estado desconectado y desconecta el dispositivo de detección.

Sin embargo, si, tal como se ha anunciado, un documento de valor -12- es transportado a la zona de registro -38-, la sección del documento de valor -12- que se encuentra en la zona de registro -38- es iluminada por la radiación de referencia. La radiación de referencia dispersada por la sección iluminada en dirección de la trayectoria del rayo de detección es acoplada a la trayectoria del rayo de detección en dirección al dispositivo de detección -82'- como receptor, y es descompuesta en componentes espectrales, que son enfocados en el dispositivo de registro -58- o la disposición de detección -88'-. El dispositivo de detección -82'- genera las señales de detección correspondientes, que representan las características espectrales de la radiación de referencia, y las transfiere al dispositivo de control y evaluación -92'-. El dispositivo de control y evaluación -92- registra estas señales de detección y las evalúa, en primer lugar, solo para determinar si se llegó a registrar radiación de referencia y, dado el caso, determina que un objeto fue registrado por el sensor fotoeléctrico.

Si el sensor fotoeléctrico ha detectado un objeto, es decir, el documento de valor, el dispositivo de control y evaluación -92'- continúa registrando las siguientes señales de detección durante un periodo de tiempo preestablecido, por ejemplo, un periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte, que es necesario para el registro de 1 mm del documento de valor, y determina una divergencia de la característica espectral representada por las señales de detección respecto a la característica espectral preestablecida para la radiación de referencia, que en el ejemplo está determinada por el diodo láser -46- de emisión superficial. En el ejemplo, más precisamente, en base a las señales de detección para la radiación de referencia, determina el elemento de detección que ha registrado la intensidad máxima, es decir, el máximo del espectro. Esto es, implícitamente, una determinación de una posición real del máximo en una escala de longitudes de onda. Luego almacena datos de corrección que representan la posición del máximo o la divergencia de la posición del máximo respecto a la posición nominal del máximo para un ajuste perfecto del dispositivo de detección -82'-.

Alternativamente, también podría determinar la longitud de onda del máximo y la divergencia respecto a la longitud de onda preestablecida del máximo y almacenar los datos de corrección correspondientes.

El siguiente paso de determinación del desplazamiento tiene lugar como en el primer ejemplo de realización.

Luego se conecta el dispositivo de iluminación -36- y se registran las características espectrales del documento de valor. Cada uno de los elementos de detección de la disposición de detección tiene asignada una longitud de onda o un rango de longitudes de onda. Para la conversión de las señales de detección en longitudes de onda, ahora, en función de la variante y utilizando los datos de corrección, se realiza una corrección del espectro registrado conforme a un desplazamiento en la dependencia de la longitud de onda. Esto puede realizarse, por ejemplo, asignando a cada elemento de detección una longitud de onda corregida o un rango de longitudes de onda corregido en función de la divergencia determinada o en función de los datos de corrección. Los datos resultantes se pueden comparar entonces con espectros preestablecidos de documentos de valor auténticos.

Alternativamente, también los espectros preestablecidos se pueden desplazar utilizando los datos de corrección después de una conversión de las señales de detección en intensidades, como función de la longitud de onda o del rango de longitudes de onda.

Tras finalizar otro periodo de tiempo seleccionado en función de la velocidad de transporte y la longitud del documento de valor más largo esperado en el sentido de transporte, el dispositivo de control y evaluación -92- vuelve a desconectar el dispositivo de iluminación -36- y el dispositivo de detección -40-.

5 Un sexto ejemplo de realización en la figura 8 se diferencia del primer ejemplo de realización en que, en el dispositivo de iluminación -36- y en un elemento de compensación de la temperatura -94- del dispositivo de detección -40-, que debe disipar el calor de los elementos ópticos constructivos y la disposición de detección, están dispuestos sensores de temperatura -96- o -98-, que registran la temperatura del dispositivo de iluminación -36- y del elemento de compensación de temperatura -94- y por tanto del dispositivo de detección -40- y emiten las señales de temperatura correspondientes al dispositivo de control y evaluación -100- conectado a los sensores de temperatura a través de cables de señal.

15 El dispositivo de control y evaluación -100- es una combinación de los dispositivos de control y evaluación de los ejemplos de realización primero y quinto. En relación a la función del sensor fotoeléctrico, es como el dispositivo de control y evaluación -40- del primer ejemplo de realización y, en relación a la determinación y el almacenamiento de datos de corrección, así como a su uso, como el del quinto ejemplo de realización. Además, el dispositivo de control y evaluación -100- está configurado para registrar las señales de temperatura de los sensores de temperatura -96- y -98- y utilizarlas en la determinación de los datos de corrección, así como también en la determinación de las características espectrales de las señales de detección para radiación de detección de un documento de valor iluminado mediante el dispositivo de iluminación -36-. Para ello, en el dispositivo de control y evaluación -100- están almacenadas las influencias de los cambios de temperatura en forma de datos de corrección de temperatura, que se pueden obtener a través de ensayos o utilizando modelos para el dispositivo de iluminación y el dispositivo de detección.

25 Un séptimo ejemplo de realización en la figura 9 se diferencia del primer ejemplo de realización únicamente en que, en el dispositivo sensor -24"-, la radiación de iluminación se irradia inclinada sobre el documento de valor y la radiación de detección se registra correspondientemente inclinada.

30 Otros ejemplos de realización se diferencian del primer ejemplo de realización en que, como fuente de radiación, en lugar del diodo láser de emisión superficial, se utiliza un diodo láser de emisión lateral con estabilización de temperatura, un diodo láser DFR o DBR o un diodo láser de emisión lateral con un resonador óptico de alta calidad, que produce una amplificación esencial únicamente de las longitudes de onda de la radiación de referencia deseadas.

35 Otro ejemplo de realización en la figura 10 se diferencia del primer ejemplo de realización únicamente en que la radiación de referencia se genera indirectamente. En lugar del emisor -46- se utiliza un diodo láser -102-, cuya radiación óptica incide sobre una muestra -104-, que es luminiscente en el rango de longitudes de onda preestablecido de la radiación de referencia y se encuentra en la trayectoria del rayo debajo de la zona de registro. Esta radiación óptica del diodo láser se elige tal que pueda excitar la muestra -104- para emitir radiación de luminiscencia como radiación de referencia en el sentido antes mencionado, que luego se acopla a la trayectoria del rayo de detección.

45 En otros ejemplos de realización, el dispositivo de control y evaluación se modifica tal que, además de la característica espectral de la radiación de referencia, también determina su intensidad total y la utiliza para la comprobación, el ajuste o la determinación de datos de corrección.

En otros ejemplos de realización también se puede utilizar un dispositivo de detección como el descrito en el documento WO 01/88846 A1, que utiliza, entre otros, un campo CCD bidimensional como disposición de detección.

50 Aunque en los ejemplos de realización mostrados la trayectoria del rayo de referencia y la trayectoria del rayo de detección discurren al menos parcialmente paralelas al mismo plano o en el mismo plano, esto no es imprescindible. Por ejemplo, en el primer ejemplo de realización también sería posible que el plano determinado por el sensor fotoeléctrico -44- y su trayectoria de rayo discorra ortogonal al plano de la trayectoria del rayo de detección del dispositivo de iluminación y sensor mostrado en la figura 1.

55

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo sensor para el registro de resolución espectral de radiación de detección óptica emitida por un documento de valor (12) transportado en un sentido de transporte (T) preestablecido a través de una zona de registro (38) del dispositivo sensor (24, 24''), que comprende
- un dispositivo de detección (40) para la detección de resolución espectral de la radiación de detección en al menos un rango de detección espectral preestablecido y la emisión de señales de detección que representan al menos una característica espectral de la radiación de detección detectada,
  - 10 - un dispositivo de iluminación (36) para iluminar al menos una parte de la zona de registro (38) y excitar la radiación de detección óptica,
  - una barrera fotoeléctrica (78, 80, 40) o un sensor fotoeléctrico (44), que permite registrar un movimiento y/o una posición del documento de valor (12) en relación a la zona de registro (38),
  - 15 - al menos un dispositivo de radiación de referencia (46, 46'') que emite radiación óptica de referencia que es acoplada al menos a una trayectoria del rayo de detección del dispositivo de detección (40) y que presenta un espectro con una estructura que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido, con al menos una banda estrecha que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido y/o con al menos un canto que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido, y que presenta una fuente de radiación (46, 78) que emite la radiación de referencia o cuya radiación es utilizada para generar la radiación de
  - 20 referencia y que sirve como emisor (46) de la barrera fotoeléctrica o el sensor fotoeléctrico (44), y
  - un dispositivo de control y evaluación (42, 42', 42'') que está configurado para recibir señales de detección del dispositivo de detección (40), evaluarlas y emitir señales de evaluación en función del resultado de la evaluación, y que está configurado además para utilizar las señales de detección que representan la característica de la radiación de referencia para la comprobación y/o el ajuste del dispositivo de detección (40) y/o para poner a disposición datos
  - 25 de corrección que pueden utilizarse en la evaluación de señales de detección que representan la al menos una característica de la radiación de detección emitida por el documento de valor (12).
- 30 2. Dispositivo sensor, según la reivindicación 1, que presenta, además, como receptor (48) de la barrera fotoeléctrica o del sensor fotoeléctrico (44), al menos un elemento de detección (48) que no pertenece al dispositivo de detección (40) para la conversión de la radiación de la fuente de radiación (46, 78) en señales de recepción eléctricas y/o al menos un elemento de detección (48) que no pertenece al dispositivo de detección (40) para la conversión de la radiación de referencia en señales de recepción eléctricas, que no recibe ninguna radiación de detección.
- 35 3. Dispositivo sensor, según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el acoplamiento de la radiación de referencia a la trayectoria del rayo de detección tiene lugar en función de la posición de un documento de valor (12) en relación a la zona de registro (38).
- 40 4. Dispositivo sensor, según la reivindicación 1 o según la reivindicación 1 en combinación con la reivindicación 3, en el que al menos una sección del dispositivo de detección (40) sirve como receptor de la barrera fotoeléctrica o el sensor fotoeléctrico (44) y en el que preferentemente el dispositivo de control y evaluación (42', 42'') está realizado además tal que, a partir de las señales de detección del dispositivo de detección (40), determina si y/o cuándo un documento de valor (12) entra en la zona de registro (38) y/o un documento de valor (12) se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro (38).
- 45 5. Dispositivo sensor, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de radiación de referencia (46, 46'') está realizado de forma que la banda del espectro de radiación de referencia presenta, dentro del rango de detección espectral, una anchura inferior a 5 nm.
- 50 6. Dispositivo sensor, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la fuente de radiación (46, 78) sirve como fuente de radiación de referencia y comprende un diodo láser de emisión superficial, un diodo láser DFR o un diodo láser DBR y, preferentemente, en la trayectoria del rayo después del diodo láser de emisión superficial o el diodo láser DFR o el diodo láser DBR hasta el dispositivo de detección (40) no está previsto ningún elemento óptico de enfoque, o comprende un diodo láser de emisión lateral con estabilización de temperatura o un diodo láser de emisión lateral con un resonador óptico selectivo para determinadas longitudes de onda.
- 55

7. Dispositivo sensor, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de control y evaluación (42, 42', 42'') está configurado, además, para determinar una característica espectral de la radiación de referencia como característica de la radiación de referencia y utilizarla en la comprobación o el ajuste o la evaluación.
- 5 8. Dispositivo sensor, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de control y evaluación (42, 42', 42'') está configurado, además, para determinar la intensidad de la radiación de referencia como su característica y utilizarla en la comprobación o el ajuste o la evaluación.
- 10 9. Dispositivo sensor, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de detección (40) está realizado tal que el rango de detección espectral presenta una anchura inferior a 400 nm.
- 15 10. Dispositivo sensor, según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de control y evaluación (42, 42', 42'') está configurado, además, para pasar el dispositivo de radiación de referencia (46, 46'') durante al menos un periodo de tiempo preestablecido y/o en función de las señales de detección del dispositivo de detección (40) a un estado de reposo, en función de la posición o el movimiento registrado del documento de valor (12), para volver a pasarlo después nuevamente al estado de servicio.
- 20 11. Dispositivo sensor, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de control y evaluación (42, 42', 42''), tras reconocer la entrada de un documento de valor (12) a la zona de registro (38) y tras un intervalo de tiempo preestablecido, conmuta un dispositivo de iluminación (36) a un estado de servicio, para iluminar el documento de valor (12) en la zona de registro (38) con radiación de iluminación óptica en un rango de iluminación espectral preestablecido, y, preferentemente cuando el documento de valor (12) sale de la zona de registro (38), a un estado de reposo.
- 25 12. Procedimiento para registrar un movimiento y/o una posición del documento de valor (12) en relación a una zona de registro (38) de un dispositivo sensor (24) para el registro de resolución espectral de radiación de detección óptica emitida por un documento de valor (12) transportado en un sentido de transporte preestablecido a través de una zona de registro (38) del dispositivo sensor (24, 24'') y generada mediante iluminación de un dispositivo de iluminación con radiación de iluminación (p. 4, líneas 15 a 18, p. 28, línea 27, p. 29, línea 22), presentando el
- 30 dispositivo sensor (12) un dispositivo de detección (40) para la detección de resolución espectral de la radiación de detección en al menos un rango de detección espectral preestablecido y la emisión de señales de detección que representan al menos una característica espectral de la radiación de detección detectada, en el que
- 35 - un documento de valor (12) es transportado en un sentido de transporte preestablecido a lo largo de una trayectoria de transporte (22) en la zona de registro (38) del dispositivo sensor (24, 24''),
- se genera radiación óptica, que está orientada al menos parcialmente hacia la trayectoria de transporte (22) del documento de valor (12), de forma que es adecuada para registrar un movimiento y/o una posición del documento de valor (12) en relación a la zona de registro, y que sirve para poner a disposición radiación de referencia que se acopla a una trayectoria del rayo de detección del dispositivo de detección (40) y presenta un espectro con una
- 40 banda estrecha, que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido, y/o al menos un espectro con un canto, que se encuentra dentro del rango de detección espectral preestablecido,
- la radiación de referencia que proviene de la zona de registro (38) es registrada bajo generación de señales de detección que representan la característica de la radiación de referencia, y las señales de detección se utilizan para la comprobación y/o el ajuste del dispositivo de detección y/o para poner a disposición datos de corrección que
- 45 pueden utilizarse en la evaluación de señales de detección que representan la al menos una característica de la radiación de detección emitida por el documento de valor (12) y
- la radiación óptica que proviene de la trayectoria de transporte (22) o la radiación de referencia que proviene de la zona de registro (38) es registrada y utilizada para registrar el movimiento y/o la posición del documento de valor (12) en relación a la zona de registro o para determinar si y/o cuándo un documento de valor (12) entra en la zona
- 50 de registro (38) y/o un documento de valor (12) se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro (38).
- 55 13. Procedimiento, según la reivindicación 12, en el que, para registrar el movimiento y/o la posición del documento de valor (12) en relación a la zona de registro (38) o para determinar si y/o cuándo un documento de valor (12) entra en la zona de registro (38) y/o un documento de valor (12) se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro (38), se utiliza un elemento de detección (48) no perteneciente al dispositivo de detección (40), que no recibe ninguna radiación de detección, para convertir la radiación óptica o la radiación de referencia en señales de recepción eléctricas, a partir de las cuales se puede determinar la posición o el movimiento de un documento de

valor (12), y en el que, a partir de las señales de recepción se determina si y/o cuándo un documento de valor (12) entra en la zona de registro (38) y/o un documento de valor (12) se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro (38).

- 5     **14.** Procedimiento, según la reivindicación 12 o 13, en el que la radiación de referencia se acopla al menos parcialmente a la trayectoria del rayo de detección en función de la posición de un documento de valor (12) en relación a la zona de registro (38).
- 10    **15.** Procedimiento, según la reivindicación 12 o 13, en el que, para detectar el movimiento y/o la posición del documento de valor (12) en relación a la zona de registro (38), a partir de señales de detección del dispositivo de detección (40), que representan una característica de la radiación de referencia, se determina si y/o cuándo un documento de valor (12) entra en la zona de registro (38) y/o un documento de valor (12) se encuentra al menos parcialmente en la zona de registro (38).
- 15    **16.** Procedimiento según una de las reivindicaciones 12 a 15, en el que se utiliza radiación de referencia, en cuyo espectro la banda presenta, dentro del rango de detección espectral, una anchura inferior a 5 nm.
- 20    **17.** Procedimiento, según una de las reivindicaciones 12 a 16, en el que la radiación de referencia se genera mediante al menos un diodo láser de emisión superficial (46, 78) o al menos un diodo láser DFR o al menos un diodo láser DBR y, preferentemente, en la trayectoria del rayo después del diodo láser de emisión superficial o el diodo láser DFR o el diodo láser DBR hasta el dispositivo de detección no está previsto ningún elemento óptico de enfoque.
- 25    **18.** Procedimiento, según una de las reivindicaciones 12 a 17, en el que se determina una característica espectral de la radiación de referencia como característica de la radiación de referencia y se utiliza en la comprobación o el ajuste o la determinación de los datos para la evaluación.
- 30    **19.** Procedimiento, según una de las reivindicaciones 12 a 18, en el que se determina la intensidad de la radiación de referencia como característica de la radiación de referencia y se utiliza en la comprobación o el ajuste o la determinación de los datos para la evaluación.
- 35    **20.** Procedimiento, según una de las reivindicaciones 12 a 19, en el que se utiliza como dispositivo de detección un dispositivo de detección (40), cuyo rango de detección espectral presenta una anchura inferior a 400 nm.
- 40    **21.** Procedimiento, según una de las reivindicaciones 12 a 20, en el que las señales de detección se evalúan de forma que tenga lugar la detección de un movimiento y/o una posición del documento de valor (12) en relación a la zona de registro (38) antes y/o después de la determinación de la al menos una característica de la radiación de referencia.
- 45    **22.** Procedimiento, según una de las reivindicaciones 12 a 21, en el que, en función de la posición o el movimiento registrado del documento de valor (12), se desconecta o reduce la intensidad de la radiación de referencia durante al menos un periodo de tiempo preestablecido y/o en función de las señales de detección, y se vuelve a conectar o aumentar después.
- 50    **23.** Procedimiento, según una de las reivindicaciones 12 a 22, en el que, tras un intervalo de tiempo preestablecido tras reconocer la entrada de un documento de valor (12) en la zona de registro (38), se genera e irradia una radiación de iluminación óptica a la zona de registro (38), en un rango de iluminación espectral preestablecido y con una intensidad mínima preestablecida, para iluminar el documento de valor (12) en la zona de registro (38), y desconectar la radiación de iluminación óptica o reducir su intensidad, preferentemente cuando el documento de valor (12) sale de la zona de registro (38).

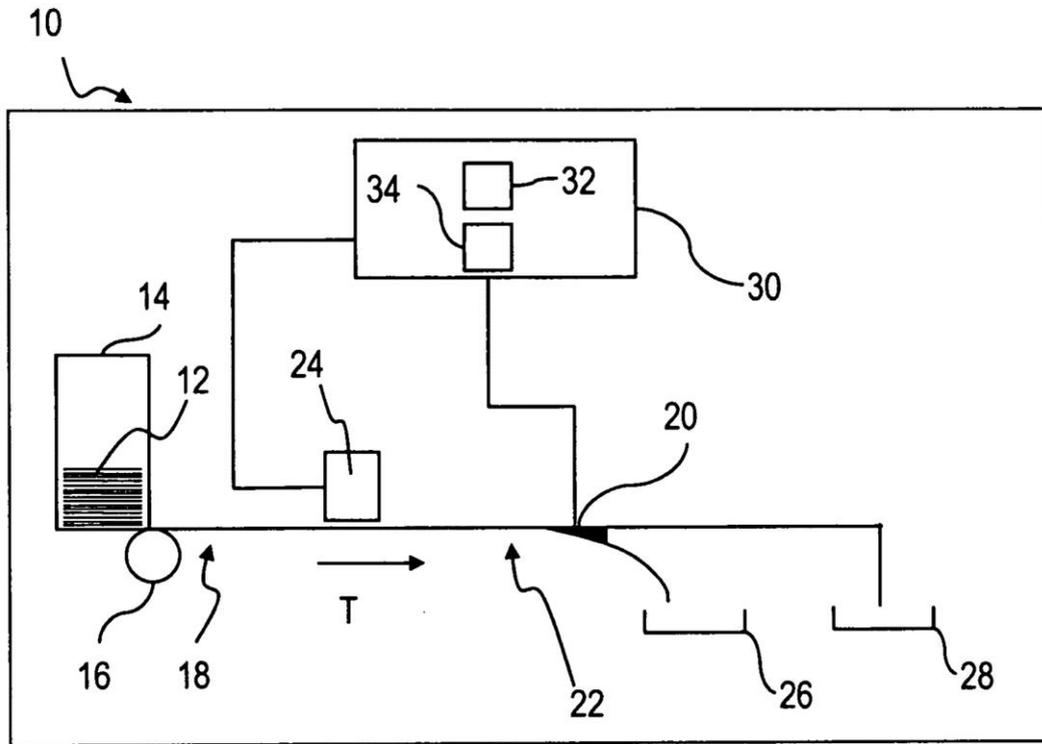


Fig. 1

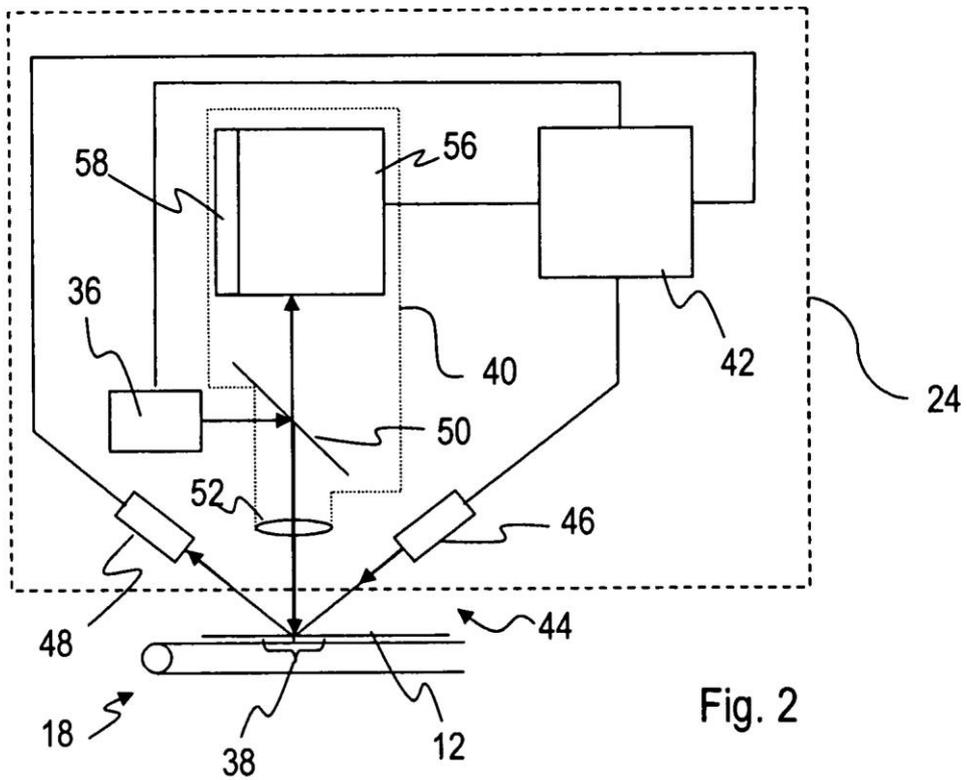


Fig. 2

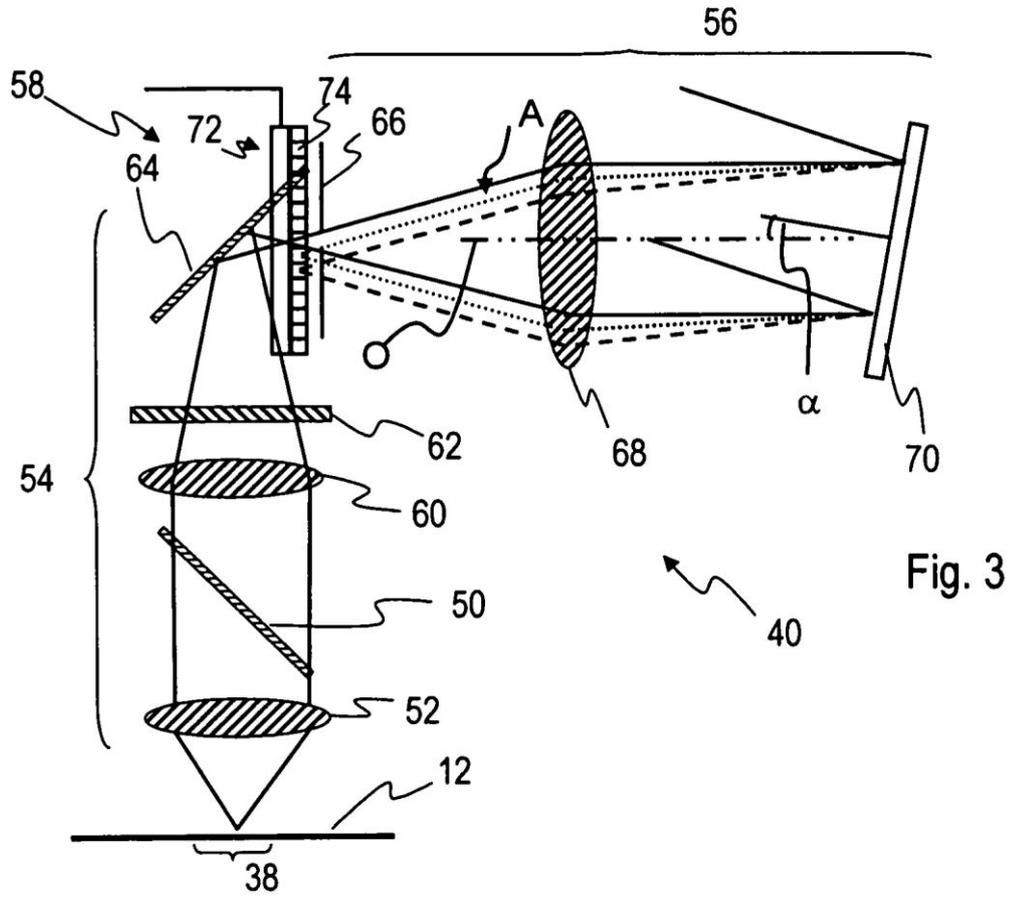


Fig. 3

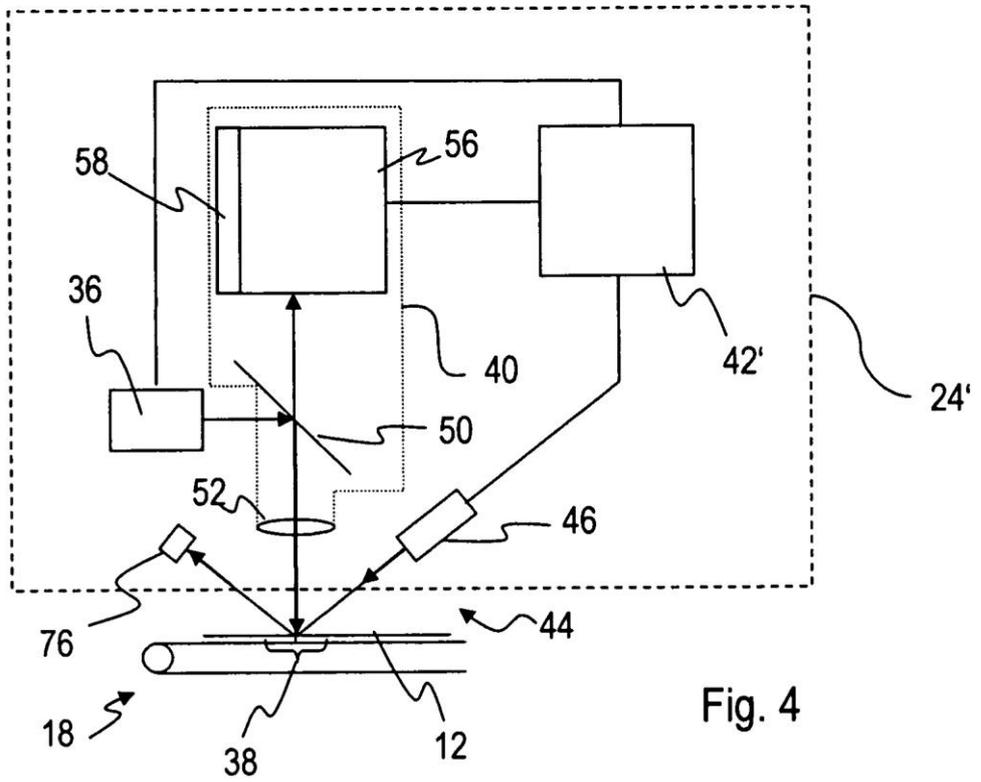


Fig. 4

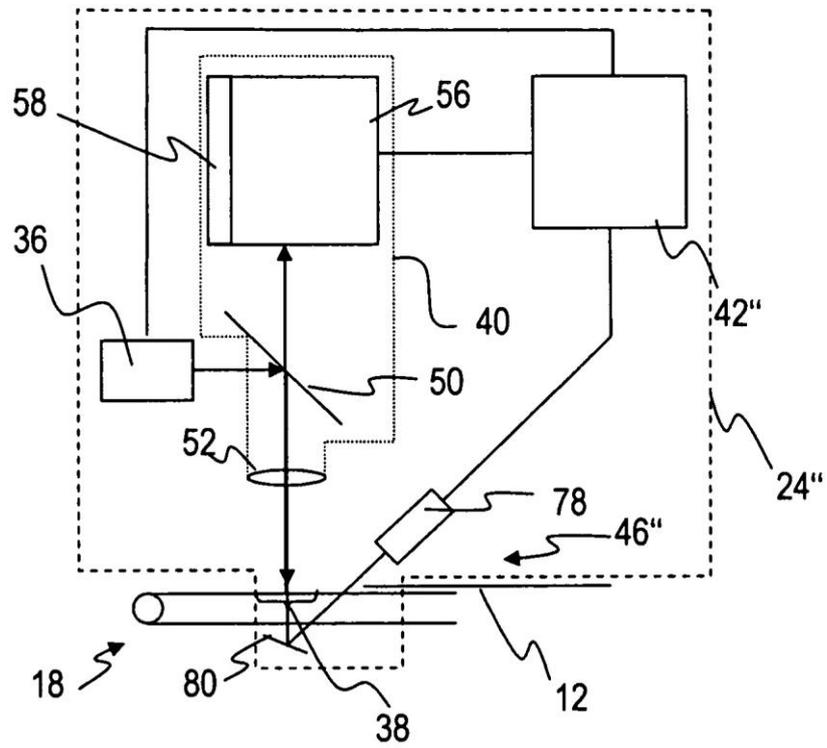


Fig. 5

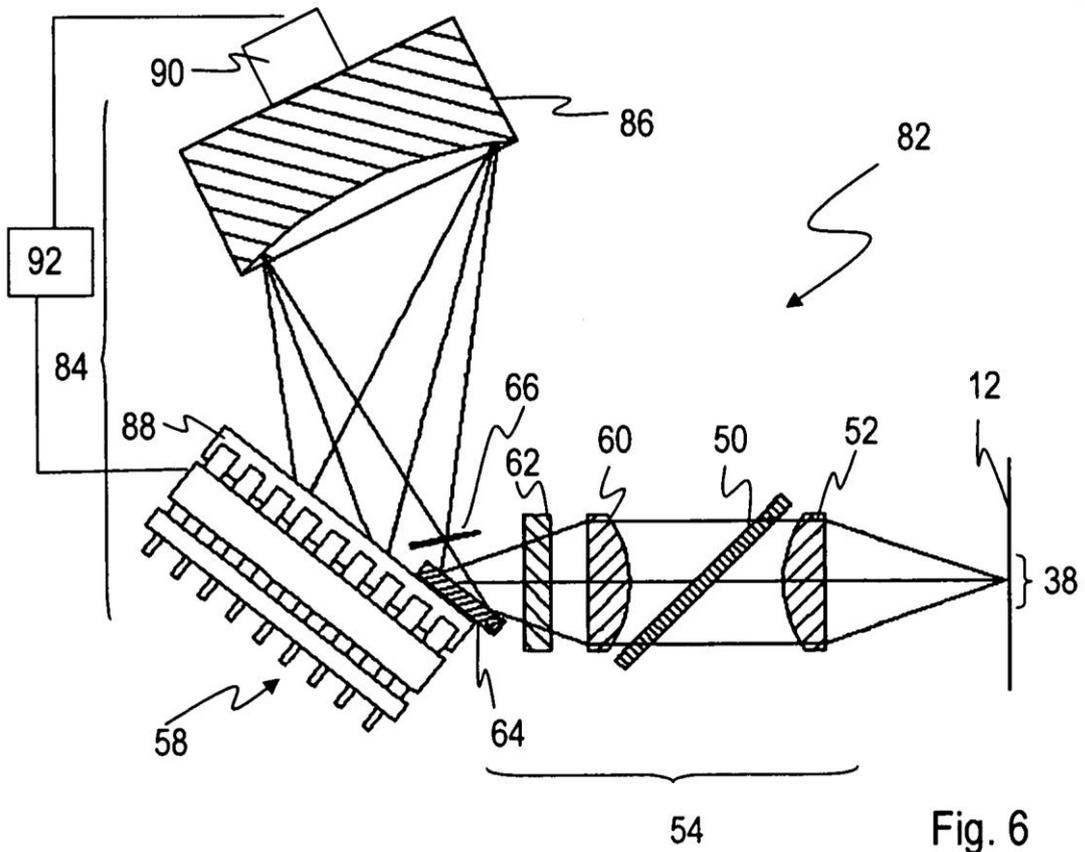
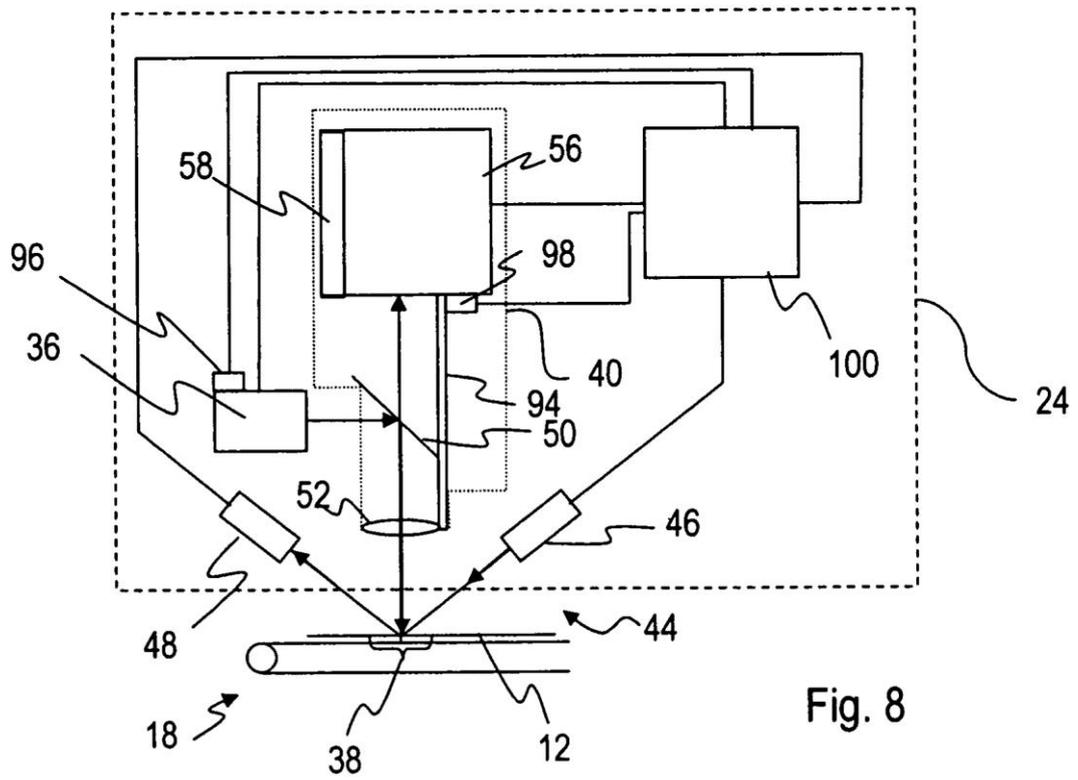
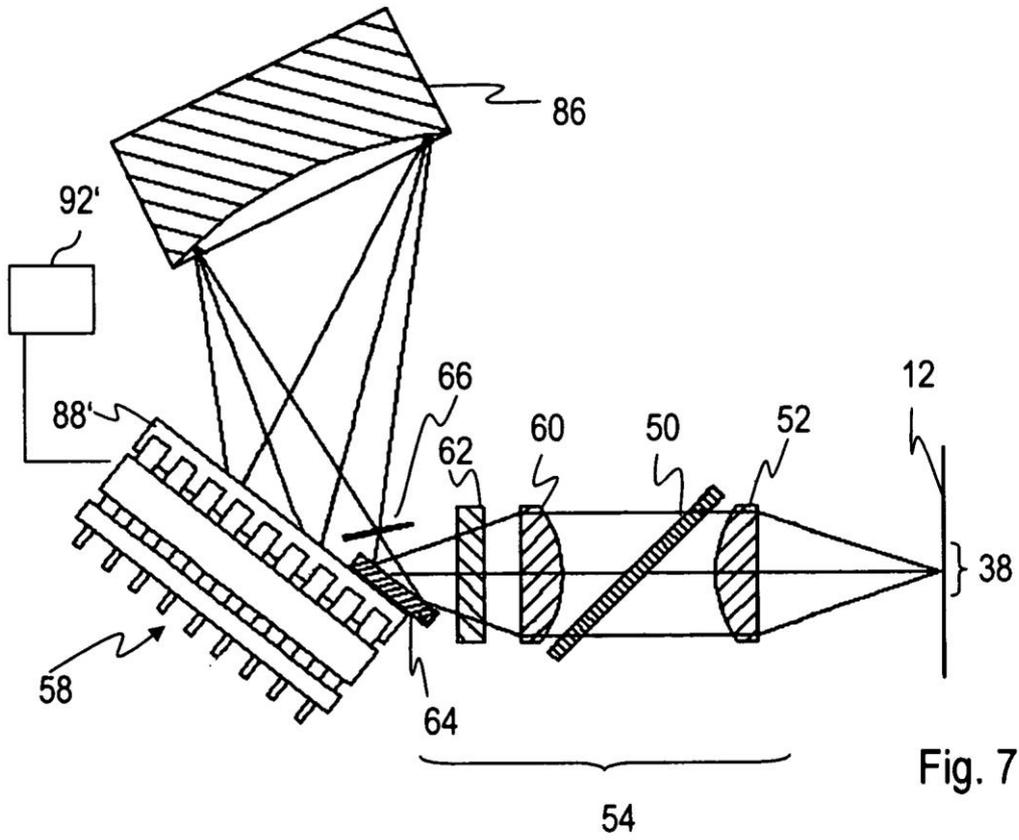


Fig. 6



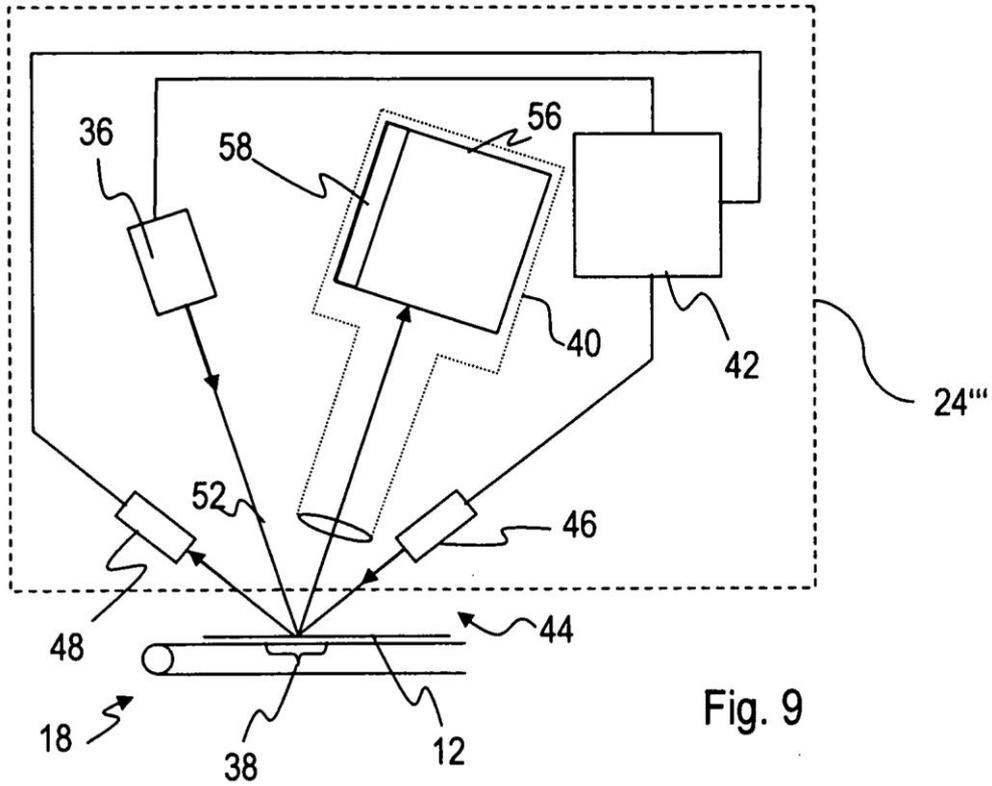


Fig. 9

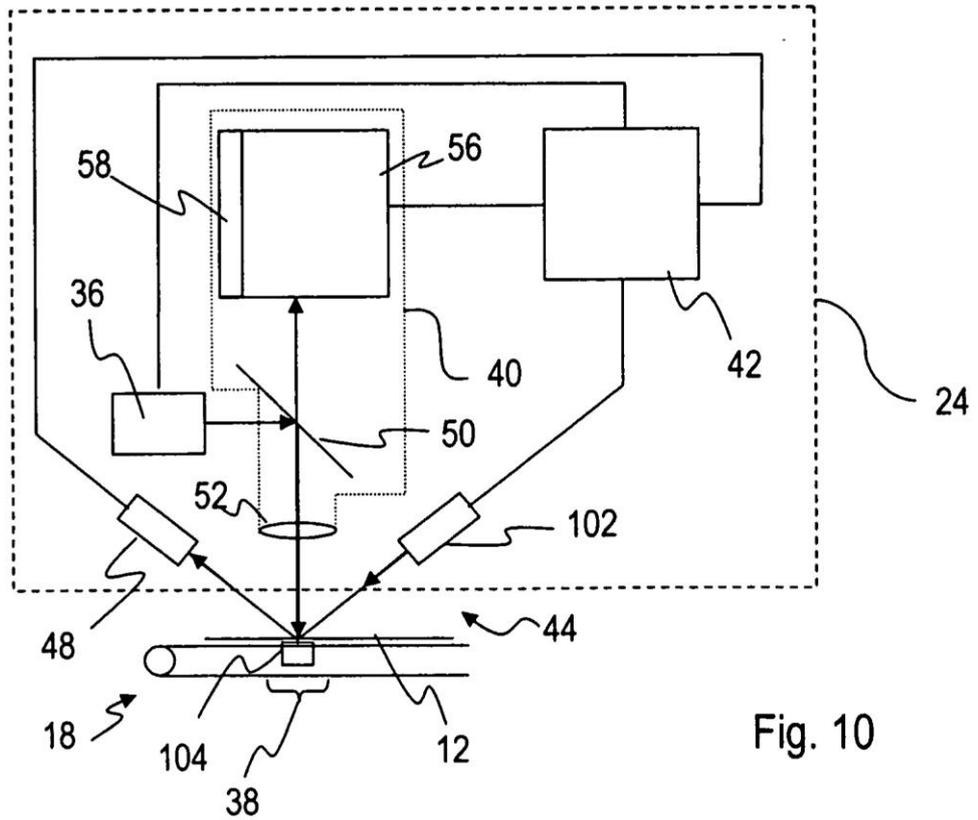


Fig. 10