



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 176**

51 Int. Cl.:

G07D 7/12 (2006.01)

G02B 27/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00307457 .2**

86 Fecha de presentación : **30.08.2000**

87 Número de publicación de la solicitud: **1081660**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **07.03.2001**

54 Título: **Difusor integrador de luz.**

30 Prioridad: **03.09.1999 US 390125**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2007

73 Titular/es: **MEI, Inc.**
1301 Wilson Drive
West Chester, Pennsylvania 19380, US

72 Inventor/es: **Wetherell, William B.**

74 Agente: **Durán Moya, Carlos**

ES 2 280 176 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

Difusor integrador de luz.

5 Antecedentes de la invención

La invención se refiere a dispositivos difusores de luz para proporcionar puntos de luz sustancialmente homogéneos. En particular, se describen implementaciones de subsistemas de validación de documentos que utilizan un difusor de luz para generar puntos de luz sustancialmente homogéneos y métodos de construcción de los mismos.

10 En el campo de la validación de billetes, los validadores utilizados en las máquinas expendedoras y similares utilizan típicamente sensores ópticos, magnéticos y otros, para obtener datos de un billete insertado. En algunas unidades, una serie de fuentes de luz de diodos emisores de luz (LED) y receptores fototransistores se posicionan en lados opuestos de un paso para los billetes, y generan una serie de señales correspondientes a la luz transmitida a través del billete a medida que éste se desplaza. Las señales se procesan para determinar cierta información, tal como la posición del billete en el paso y la autenticidad del billete. Las señales típicamente son comparadas con medidas predeterminadas almacenadas en la memoria que corresponden a billetes auténticos.

20 Los sistemas de la técnica anterior que utilizan fuentes de luz LED también utilizan lentes para enfocar la luz a efectos de reunir los requisitos de funcionamiento del sistema. No obstante, algunas configuraciones no proporcionaban los niveles suficientes de señal luminosa para validar documentos de manera precisa. Además, los diseños que utilizan fuentes de luz de alta potencia y elementos de enfoque son costosos de fabricar.

25 El documento US 5.491.336 se refiere a un dispositivo para iluminar documentos en un sistema de procesamiento de documentos que tiene una estación de proyección de imágenes que comprende una cavidad integradora cilíndrica reflectante/difusora de Lambert, teniendo cada cavidad una fuente de luz, de manera que la cavidad genera y proyecta un haz de iluminación altamente intenso, uniforme y difuso.

Características de la invención

30 Se presenta un subsistema de validación de documentos, tal como se expone en la reivindicación 1, que tiene un difusor de luz para generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo. El difusor de luz comprende una cámara difusora de luz, por lo menos un puerto de entrada asociado a la cámara difusora para alojar por lo menos una fuente de luz, por lo menos una salida asociada a la cámara difusora. El sistema de validación de documentos comprende además un paso para los documentos, por lo menos un colimador conectado a por lo menos una salida, y por lo menos un receptor de luz.

40 Las implementaciones de la invención pueden comprender una o más de las siguientes características. La cámara difusora de luz puede comprender un revestimiento reflectante difusor aplicado a una superficie interior de la cámara. El colimador puede comprender un espejo, y el puerto de entrada puede alojar una serie de fuentes de luz LED. Por lo menos dos fuentes de luz conectadas al puerto de entrada pueden ser de diferentes longitudes de onda, o pueden ser de la misma longitud de onda. Las fuentes de luz LED pueden ser capaces de conectarse secuencial o simultáneamente. Una serie de aberturas de salida pueden estar asociadas con la cámara de difusión, y una serie de colimadores pueden estar conectados a las aberturas de salida para generar puntos de luz sustancialmente homogéneos. Además, por lo menos uno de los colimadores puede comprender una lente y, por lo menos, un componente de lente se puede fijar a una pletina superior de un paso para los documentos.

50 En otra implementación, se describe un método para construir un subsistema de validación de documentos tal como se expone en la reivindicación 1. El método comprende la construcción de un difusor de luz para generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo, la conexión de una fuente de luz al difusor de luz, la conexión del difusor de luz y la fuente a una pared de un paso para los documentos, y la conexión de un receptor de luz a una pared del paso para los documentos para recibir una señal luminosa resultante del punto sustancialmente homogéneo.

55 Las implementaciones del método pueden comprender una o más de las siguientes características. El difusor de luz puede ser construido moldeando una cámara que tiene por lo menos un puerto de entrada y por lo menos una abertura de salida, aplicando un recubrimiento reflectante difusor a una superficie interior de la cámara, y conectando por lo menos un colimador a por lo menos una abertura de salida. La cámara puede ser moldeada en dos hemisferios. El método puede comprender la fijación de por lo menos un espejo al colimador para dirigir la luz y puede comprender la fijación de por lo menos una lente al colimador. El difusor de luz puede ser construido mediante el moldeo de una cámara difusora de luz utilizando un material plástico óptico, en el que la cámara comprende por lo menos un puerto de entrada y por lo menos una abertura de salida, y la conexión de por lo menos un colimador a por lo menos una abertura de salida.

65 Otra implementación de un conjunto difusor de luz modular comprende una serie de difusores de luz, teniendo cada uno por lo menos un puerto de entrada, por lo menos una abertura de salida y por lo menos un colimador conectado a una abertura. Los difusores de luz se disponen para proporcionar una zona de cobertura de salida de puntos de luz a través de la anchura de un paso para los documentos. Se encuentran incluidos una serie de fuentes de luz, en las que

ES 2 280 176 T3

por lo menos una fuente de luz se conecta a cada puerto de entrada, y por lo menos un receptor de luz para detectar la luz generada por los puntos de luz y para generar señales de validación de documentos.

Otra implementación de un conjunto de difusor de luz para utilizar con un validador de documentos comprende una serie de difusores de luz, teniendo cada uno por lo menos un puerto de entrada, por lo menos una abertura de salida y por lo menos un colimador conectado a una abertura. Los difusores de luz se disponen para proporcionar una zona de cobertura de salida de puntos de luz a través de la anchura de un paso para los documentos. También se incluyen una serie de fuentes de luz, en las que por lo menos una fuente de luz está conectada a cada puerto de entrada, y por lo menos un receptor de luz para detectar los puntos de luz y para generar señales de validación de documentos.

Otro aspecto de la invención es un subconjunto de validador de documentos que comprende un cilindro que tiene una cavidad y por lo menos un puerto de entrada y una rendija de salida. Se aplica un recubrimiento difusor y reflector a la cavidad. Se encuentran incluidos por lo menos un colimador alineado con la rendija de salida, por lo menos una fuente de luz conectada al puerto de entrada y por lo menos un receptor de luz.

En otra implementación, un subconjunto de validación de documentos comprende un cilindro que tiene una cavidad y por lo menos un puerto de entrada y una serie de aberturas de salida para generar una serie de puntos de luz sustancialmente homogéneos. Se aplica un recubrimiento difusor y reflector a la cavidad. Se encuentran comprendidos una serie de colimadores fijados a las aberturas de salida, por lo menos una fuente de luz conectada al puerto de entrada y por lo menos un receptor de luz. Esta implementación puede comprender por lo menos un tubo de luz conectado en un primer extremo a una abertura de salida y en un segundo extremo a un colimador.

En otra implementación de un subconjunto de validador de documentos, se utiliza un bloque de material óptico que tiene una cavidad que comprende una superficie internamente reflectante y difusa. El bloque de material comprende por lo menos un puerto de entrada y por lo menos una abertura de salida. Se fija por lo menos un colimador a la abertura de salida para generar por lo menos un punto de salida sustancialmente homogéneo, por lo menos una fuente de luz se conecta al puerto de entrada y por lo menos se incluye un receptor.

Otra implementación de un subconjunto de validador de documentos comprende un bloque de material óptico que tiene una cavidad que comprende una superficie internamente reflectante y difusa, por lo menos un puerto de entrada y por lo menos una abertura de salida. El subconjunto comprende por lo menos un colimador fijado a la abertura de salida para generar por lo menos un punto de salida sustancialmente homogéneo, por lo menos una fuente de luz conectada al puerto de entrada y por lo menos un receptor.

Otro aspecto es un método para construir un subconjunto de validador de documentos. El método comprende la conexión de un difusor de luz a una pared de un paso para los documentos, siendo el difusor de luz capaz de generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo. El difusor de luz se forma cortando una cavidad en un bloque de material óptico, en el que la cavidad tiene características difusoras y reflectantes, formando por lo menos un puerto de entrada y por lo menos una abertura de salida que conecta con la cavidad, conectando por lo menos una fuente de luz a cada puerto de entrada y conectando por lo menos un colimador a una abertura de salida. El método comprende además la conexión de por lo menos un receptor de luz a una pared del paso para los documentos para recibir la luz resultante del punto de luz sustancialmente homogéneo.

Según otra implementación adicional, un subconjunto de validador de documentos comprende un difusor de luz para generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo. El difusor de luz comprende una cámara difusora de luz de núcleo macizo que tiene un recubrimiento exterior con características difusoras y reflectantes. El recubrimiento comprende por lo menos un área de entrada para alojar por lo menos una fuente de luz, y el recubrimiento comprende por lo menos un área de salida. Se conectan por lo menos unos medios de dirección de luz al área de salida y se incluye un receptor de luz.

Esta implementación puede comprender una o más de las siguientes características. Los medios de dirección de luz pueden comprender un área de salida para dirigir la luz y comprenden una superficie reflectante para alimentar la energía luminosa de vuelta a la cámara de difusión. Los medios de dirección de luz pueden tener forma sustancialmente hemisférica. Por lo menos unos medios de fuente de luz pueden estar conectados al área de entrada. Se puede incluir un espejo plano para redirigir la luz a partir de los medios de dirección de luz. El difusor de luz puede comprender una lente de colimación conectada a una pletina de un paso para los documentos. La cámara difusora de luz puede ser esférica o cilíndrica. Una fuente de luz de disposición lineal puede estar conectada a la cámara difusora.

También se describe un método para construir un difusor de luz de núcleo macizo para generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo. El método comprende la formación de una cámara difusora de luz de material óptico, el recubrimiento de la cámara con un material que tiene características difusoras y reflectantes, la formación de por lo menos un área de entrada y por lo menos un área de salida, la conexión del difusor de luz de núcleo macizo a una pared de un paso para los documentos y la conexión de un receptor de luz a una pared del paso para los documentos.

El método puede comprender una o más de las siguientes características. El método puede comprender la aplicación de una capa protectora externa al material de recubrimiento, y puede comprender la conexión de por lo menos una fuente de luz a cada área de entrada. Los medios de dirección de luz pueden dirigir la luz hacia el interior de un ángulo

ES 2 280 176 T3

colector a un paso para los documentos, y reflejar la luz hacia el exterior del ángulo colector de vuelta al interior de la cámara difusora. La cámara difusora de luz puede adoptar forma esférica, o la cámara difusora de luz puede adoptar forma cilíndrica.

5 Las ventajas de las configuraciones descritas comprenden la capacidad de proporcionar diversos puntos de diferentes longitudes de onda con un número mínimo de LEDs. Por ejemplo, en diversas de las configuraciones descritas, una serie de puntos de salida de múltiples longitudes de onda diferentes pueden ser generados para su utilización por parte de un validador de billetes que utiliza un número reducido de LEDs, que es sustancialmente menor que el número de chips necesarios por los dispositivos de la técnica anterior que tiene un conjunto por punto. Así pues, los costes se minimizan compartiendo conjuntos de LEDs, iluminando cada conjunto dos o más puntos de un billete.

10 En el caso de integradores de núcleo macizo, no existe ningún requisito de recubrir una superficie interior. De esta manera, los integradores de núcleo macizo pueden ser menos caros de fabricar y pueden ser más compactos. Además, dado que los integradores de núcleo macizo tienen más masa y pueden comprender un recubrimiento exterior protector, dichos integradores pueden ser más duraderos que los difusores de luz de núcleo hueco.

15 Las configuraciones descritas reúnen los requisitos de funcionamiento para la utilización con un validador de documentos y son compactas. Además, algunos validadores de documentos existentes no necesitan ser modificados para aceptar las configuraciones. Existe también un beneficio de coste, debido a que se requiere un menor número de chips LED para generar diversos puntos en múltiples longitudes de onda diferentes.

Otras características y ventajas de la invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada, a partir de los dibujos adjuntos y a partir de las reivindicaciones.

25 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista superior simplificada de una configuración de paso para los documentos y punto de luz.

La figura 2 es una vista superior simplificada de una configuración de punto de luz en zigzag.

30 La figura 3 es una vista lateral de una implementación de fuente de luz y receptor.

La figura 4 es una vista lateral en sección de una implementación de un difusor de luz integrador según la invención.

35 La figura 5A es una vista lateral en sección de otra implementación de un difusor de luz según la invención.

La figura 5B es una vista lateral en sección de otra implementación adicional de un difusor de luz según la invención.

40 La figura 5C es una vista en sección lateral de una implementación de un colimador.

La figura 5D es un gráfico que ilustra el perfil del haz de salida del colimador de la figura 5C.

La figura 5E es una vista lateral en sección de otra implementación de un colimador.

45 La figura 5F es un gráfico que ilustra el perfil del haz de salida del colimador de la figura 5E.

La figura 5G es una vista lateral en sección de otra implementación adicional de un colimador.

50 La figura 5H es un gráfico que ilustra el perfil del haz de salida del colimador de la figura 5G.

La figura 6A es una vista superior simplificada de un sistema de fuentes de luz según una implementación de la invención.

55 La figura 6B es una vista superior simplificada de otra implementación de un sistema de fuentes de luz según la invención.

La figura 6C es una vista superior simplificada de otra implementación adicional de un sistema de fuentes de luz según la invención.

60 La figura 7A es una vista en perspectiva en sección de un difusor de luz integrador cilíndrico según una implementación de la invención.

La figura 7B es una vista lateral en sección del difusor de luz integrador cilíndrico de la figura 7A.

65 La figura 8 es una vista superior en sección, simplificada, de otra implementación de un difusor de luz cilíndrico según la invención.

ES 2 280 176 T3

La figura 9 es una vista lateral en sección transversal de la luz cilíndrica, según la línea de trazos (9-9).

La figura 10 es una vista superior en sección simplificada de otra implementación adicional de un difusor de luz cilíndrico que comprende tubos de luz según la invención.

La figura 11 es una vista lateral en sección de una implementación de un difusor de luz cilíndrico según la invención, fabricado a partir de un bloque de material óptico.

La figura 12 es una implementación alternativa de un difusor de luz integrador de núcleo macizo esférico según la invención.

La figura 13 es una implementación de un difusor de luz integrador cilíndrico de núcleo macizo según la invención.

Descripción detallada

La figura 1 es una vista superior simplificada de un paso (5) para los documentos que tiene una configuración (2) de puntos de luz de una serie de puntos de luz (3) dispuestos en una única línea para cubrir la anchura (4) de un paso (5) para los documentos. La anchura (4) es más ancha que el documento más ancho de un conjunto de documentos a muestrear, y un papel moneda o billete (6) se muestra que es más estrecho que el paso para los documentos. En este ejemplo, el documento (6) se inclina ligeramente a medida que se desplaza en la dirección de la flecha (7).

Se debe observar que el término “documento” se refiere a cualquier artículo sustancialmente plano de valor, comprendiendo billetes de banco, talones, billetes, cheques, bonos, monedas, papel moneda, documentos de seguridad y cualesquiera otros objetos de valor similares, aunque no está limitado a los mismos. De manera similar, aunque los difusores de luz se describen en este documento teniendo en cuenta su uso en los validadores de documentos, los difusores de luz se podrían utilizar en otros dispositivos en los que se requiere un punto de luz sustancialmente homogéneo.

Se ha encontrado que los puntos circulares que tienen un tamaño de diámetro en el rango de los 5 milímetros (mm) a 9 mm son adecuados para validar billetes, pero también se pueden utilizar otros tamaños de diámetro. Se debe entender, no obstante, que el término “punto” tal como se utiliza en este documento no está destinado a limitar la forma de la luz utilizada, dado que los sistemas podrían ser diseñados para utilizar puntos de luz que tienen forma circular, rectangular, poligonal u otra forma.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 1, los puntos (3) pueden ser generados por una o más fuentes de luz, típicamente por uno o más diodos emisores de luz (LEDs). Dicha configuración permite una cobertura de escaneo de sustancialmente el 100% de un billete (6) insertado a medida que se desplaza en la dirección de la flecha (7) a través del paso para los billetes. En particular, el billete puede ser transportado entre la fuente o fuentes de luz y uno o más sensores receptores de luz (no mostrados) dispuestos sobre el lado opuesto del paso para los billetes. En dicha configuración, las señales generadas por los receptores corresponden a la luz transmitida a través del billete y puede ser procesada para determinar información tal como la longitud y anchura del billete, la posición del billete en cualquier momento particular, la autenticidad del billete y el país de origen del billete. Los receptores de luz también podrían estar dispuestos sobre el mismo lado que las fuentes de luz para recibir la luz reflejada por el billete.

Una implementación contemplada utiliza doce puntos de luz a lo largo del paso para los billetes para muestrear datos de un billete, pero se pueden utilizar más o menos puntos. Cada punto puede tener aproximadamente 7,5 mm de diámetro con cada punto siendo muestreado a tres o más longitudes de onda. Por ejemplo, se podrían utilizar puntos de luz que tienen longitudes de onda en el espectro visible, infrarrojo e infrarrojo cercano, y los datos resultantes procesados para reunir diferentes tipos de información de un billete. Las técnicas de procesamiento de señales para determinar la autenticidad de los billetes, nacionalidad, denominación y/o posición del billete en el paso se encuentran más allá del alcance de la presente solicitud y no se tratará en detalle en este documento.

La figura 2 es una vista superior simplificada de una configuración (10) de puntos de luz en zigzag que cubre la anchura del paso (5) para los billetes. En algunos casos, tales como cuando se utilizan fuentes de luz LED individuales, es deseable dicho patrón en zigzag debido a que la situación de las fuentes de luz es menos crítica debido a las tolerancias mecánicas más relajadas. Además, se suavizan las restricciones del diámetro de cualquier lente requerida para cada fuente LED, y se minimiza el potencial para diafonías entre señales de puntos de luz adyacentes.

Haciendo referencia a la figura 2, las señales generadas por los receptores de luz en respuesta al patrón en zigzag de los puntos de luz se pueden procesar para construir un conjunto de datos en memoria a medida que el billete atraviesa los sensores. El conjunto de datos se puede ajustar posteriormente de manera que los datos son equivalentes a los generados por una única línea de sensores, para facilitar el procesamiento de datos adicional. Dicho ajuste de datos se simplifica si los sensores se encuentran descentrados un múltiplo del diámetro del punto, tal como la separación de un diámetro de punto mostrado en la figura 2. Pero se podrían utilizar otros múltiplos tales como dos diámetros de punto.

La figura 3 es una vista lateral de una configuración (15) convencional de una única fuente de luz LED y receptor, en la que la fuente de luz (16) y el receptor (20) se encuentran en lados opuestos del paso (5) para los billetes. La fuente LED (16) se sitúa cerca del punto focal de una lente (18) convergente para generar haces de luz (21) sustancialmente

ES 2 280 176 T3

paralelos a través de una abertura en la pared frontal (17) del paso para los billetes (5) hacia el billete (6). Parte del billete bloquea algunos de los haces de luz (21) dando como resultado señales (22) de luz transmitidas que han pasado a través del billete. Un detector (20), tal como un diodo PIN que puede comprender una lente de enfoque, se sitúa a una distancia “d” suficiente desde la pared trasera (19), de manera que el ruido inherente en la luz transmitida a través del billete se minimiza. La altura “h” del paso para los billetes puede ser de 2 mm a 2,5 mm que es adecuada para minimizar la tasa de atasco de billetes, y la anchura (4) del paso para los billetes (mostrado en la figura 1) puede ser mayor que 90 mm para alojar billetes de diversas anchuras.

A efectos de simplificar el procesamiento de datos necesario para autenticar un billete, son deseables una forma de punto circular e iluminación sustancialmente homogénea. En la práctica, debido a las características de tamaño y transmisión de la luz de las fuentes de luz LED existentes, la generación de un haz paralelo y un punto homogéneo únicamente puede aproximarse con una configuración del tipo mostrado en la figura 3. Un grupo de dichos sensores situados en una de las configuraciones mostradas en las figuras 1 y 2 pueden ser suficientes para determinar la posición del documento, pero las señales generadas no son totalmente satisfactorias para generar datos para determinar la autenticidad. Cuando se utilizan diversos chips LED, la separación mínima de los chips puede dar lugar al descentrado de los puntos y, de esta manera, se deben imponer estrechas tolerancias en la posición de los chips. Las configuraciones de los difusores de luz descritas más adelante no necesitan estrechas tolerancias en la posición de los chips, y las implementaciones son capaces de generar diversos puntos con el mismo grupo de fuentes de luz LED.

La figura 4 es una vista lateral en sección de una implementación de un subsistema (25) de validación de documentos para utilizar con un validador de documentos. El subsistema comprende por lo menos una fuente de luz de integración en la forma de un difusor de luz (30) sustancialmente esférico para generar un punto de luz, y un detector (20) de luz. Se pueden utilizar una serie de subsistemas (25) en un dispositivo sensor de un validador de documentos. En la implementación de la figura 4, la fuente de luz (30) de integración se encuentra en el lado opuesto de un paso (5) para los billetes respecto a un receptor de luz (20), pero se contemplan otras disposiciones, tales como la que tiene el receptor (20) en el mismo lado del paso. Además, la fuente de luz de integración puede no ser esférica pero puede tener otras formas, tales como cuadrada. No obstante, algunas formas pueden ser menos ideales para formar las fuentes de luz de integración y, de esta manera, dichas fuentes de luz que tienen formas peculiares pueden ser propensas a tener pérdidas de energía.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 4, la fuente de luz (30) de integración comprende una cámara (34) difusora de luz que tiene una cavidad interior hueca de forma sustancialmente esférica que contiene un recubrimiento (35) altamente difusor y reflectante (un recubrimiento adecuado es Spectralon™, fabricado por Labsphere Company). Un puerto de entrada (31) asociado con la cámara (34) difusora aloja por lo menos una fuente de luz (32), pero se pueden alojar múltiples fuentes de luz LED. Los haces de luz de la fuente se reflejan en el material interior difusor y reflectante. Una pequeña abertura (36) de salida permite que la luz abandone la cámara (34) difusora y entre en un colimador (38) que puede comprender una lente (39). Los haces de luz (21) abandonan la fuente de luz (30) de integración y forman un punto de luz sustancialmente homogéneo.

El punto de luz sustancialmente homogéneo atraviesa una abertura (8) en la pared (17) frontal del paso (5) para los billetes, a través de una abertura (9) en la pared (19) posterior y entra en contacto con un receptor (20). A medida que el billete (6) es transportado por el paso, bloqueará algo de la luz del punto de luz de manera que la intensidad de la luz que alcanza el receptor (20) variará y las señales de salida del receptor también variarán. El receptor (20) puede ser un diodo pin, un fototransistor u otro sensor de luz capaz de generar señales de detección y/o validación de documentos para el procesamiento.

El recubrimiento (35) interior de la cámara (34) difusora del difusor de luz (30) de integración es sustancialmente lambertiano, indicando que es un material que radiará luz según la ley de Lambert, en la que la luz aparecerá con el mismo brillo cuando es vista por un observador desde cualquier dirección. El recubrimiento interior provoca que la luz de una o más fuentes de luz LED se difunda y refleje de un modo aleatorio por el interior del difusor de luz (30) antes de abandonarlo. En consecuencia, cualquier área elemental del interior de la esfera iluminará de forma uniforme todas las demás áreas de la esfera y la abertura de salida (36) parecerá una fuente lambertiana.

La esfera de integración analizada en el ejemplo mostrado en la figura 4 tiene un tiempo de establecimiento de aproximadamente 1 nanosegundo, que es la duración entre el momento en el que la fuente de luz se activa y el punto en el que la luz de salida se encuentra en un régimen permanente. Un tiempo de establecimiento tan rápido es adecuado para la utilización de la esfera de integración en un sistema para validar billetes.

El puerto de entrada (31) puede ser configurado para alojar una serie de fuentes de luz LED. En particular, se contempla que se pueden utilizar tres o más fuentes de luz LED, cada una de ellas de diferente longitud de onda, de manera que las diferentes combinaciones de longitud de onda de luz pueden ser generadas para utilizar en la generación de señales para validar billetes. Debido al “efecto de inmersión” que la luz experimenta en el interior de la cámara (34) difusora, la posición de cada chip LED no es crítica para la alineación del sistema. En consecuencia, se puede generar un haz colimado en el interior del paso para los billetes con sustancialmente las mismas propiedades para cada longitud de onda. Dos o más colimadores de salida pueden estar conectados a la cámara difusora, en la que por lo menos una abertura de salida se asociaría a cada colimador, para generar dos o más haces de puntos de luz colimados. El uso de una serie de dichos integradores de luz reduce el número total de fuentes de LED necesarias para un sistema de fuentes de luz. No obstante, si se necesita una salida de punto de luz fuerte, puede ser aconsejable mini-

ES 2 280 176 T3

mizar el número de puertos de salida. La esfera (30) de integración puede ser moldeada en dos hemisferios de plástico moldeado que tienen una abertura de entrada para insertar un paquete LED para servir como fuente de luz. El colimador de salida puede ser moldeado como un paquete de lente de colimación separado. Esta aproximación requiere un material delgado que se puede aplicar para recubrir el interior de cada hemisferio de manera que cuando se monta el interior de la esfera se aproxima a un reflector lambertiano de elevada eficiencia. Dicho recubrimiento no puede tener una superficie al aire/pintada lisa, dado que esto tendría un componente de reflexión especular que provocaría una desviación significativa de la reflectancia lambertiana en grandes ángulos de incidencia. Los recubrimientos adecuados tienen una estructura muy porosa y deben ser considerablemente gruesos para generar una elevada reflectancia total. Los recubrimientos proyectables que tienen dichas propiedades se encuentran disponibles en Optronics Laboratories, Inc. de Orlando, Florida. Alternativamente, W.L. Gore&Associates de Newark, Delaware, fabrica un material en láminas delgadas que tiene propiedades de reflectancia difusas que dependen del grosor de la lámina. Dicho material podría ser aplicado en una delgada lámina en las superficies interiores de cada hemisferio antes de fijarlos entre sí para formar una esfera de integración. No obstante, depositando dicho recubrimiento en el interior de una esfera hueca de pequeño diámetro puede ser difícil y costoso, y en el caso de esferas de pequeño diámetro, la esfera resultante tiene un diámetro externo que es sustancialmente mayor que su diámetro interno.

En un método de fabricación alternativo, la esfera (30) de integración puede ser moldeada en una pieza de plástico u otro material adecuado. Si se utiliza dicha técnica, posteriormente se puede aplicar un recubrimiento reflectante y difusor a través de la abertura de entrada o de la abertura de salida de manera que el interior de la esfera se aproxima a un reflector de Lambert.

La figura 5A es una vista lateral en sección de una implementación de un difusor de luz (30A) para ilustrar detalles estructurales. En particular, el difusor de luz se puede construir moldeando y ensamblando una carcasa (33) estructural de plástico, metal u otro material adecuado de manera que contenga un interior esférico que tiene por lo menos un puerto de entrada (31) y por lo menos una abertura de salida (36). Tal como se ha explicado anteriormente, se puede añadir o aplicar un revestimiento (37) reflectante difusor al interior de la carcasa para formar la cámara difusora de luz. Alternativamente, el plástico óptico de la carcasa (33) puede tener propiedades reflectantes y difusoras de manera que no se necesite la aplicación de un material de revestimiento, que tiene dichas características, al interior de la carcasa.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 5A, los rayos de luz (28) de una fuente eventualmente entran en contacto con el área de la abertura de salida (36) de la esfera de integración y entran en un módulo o colimador (38) de salida independiente de plástico transparente. El eje óptico del colimador se encuentra inclinado para asegurar una reflexión interna total en un espejo (29) sobre la superficie interior del colimador. El espejo puede ser sustancialmente plano o de otra forma. El colimador dirige la luz hacia una abertura en la pletina (40) superior del paso para los billetes. Un detector (no mostrado) se sitúa debajo de una abertura en la pletina (42) inferior opuesta al colimador (38) para recibir la luz transmitida a través de un billete en el paso (5) para los billetes.

La figura 5B es una vista lateral en sección de otra implementación de un difusor de luz (30B) para ilustrar detalles estructurales. El difusor de luz (30B) se puede construir moldeando un material plástico óptico en una carcasa (33) estructural de manera que contenga un interior esférico que tiene por lo menos un puerto de entrada (31) y por lo menos una abertura de salida (36). En esta implementación, el colimador (38) es una parte integral del difusor de luz, y comprende una pared formada por un soporte (33A) de la carcasa del difusor de luz. De esta manera, en esta implementación el colimador (38) es una parte integral de uno de los hemisferios de la carcasa (33).

La figura 5C es una implementación de un colimador (41) para dirigir la luz desde una esfera de integración que entra en contacto con el área (43) hacia el paso para los billetes. El colimador (41) comprende una superficie (44) reflectante y puede ser moldeado a partir de un material plástico óptico como un componente separado. Alternativamente, el colimador puede ser parte de la esfera de integración. Es posible evitar tener que incluir una superficie (44) reflectante si el material utilizado para fabricar el colimador permite la reflexión mediante la reflexión interna total (TIR) por la totalidad de su superficie. Tal como se ha descrito anteriormente con respecto a las figuras 5A y 5B, el punto de luz creado por el colimador (41) atraviesa una abertura en la pletina (40) superior para proporcionar un punto sustancialmente colimado desde la parte superior (45) hasta la parte inferior (46) del paso para los billetes.

La figura 5D es un gráfico que ilustra el perfil (47) del haz de salida del colimador (41) de la figura 5C en la parte superior del paso (45) para los billetes y el perfil (48) del haz en la parte inferior del paso (46) para los billetes. Los perfiles de haz representan la irradiancia en el eje vertical respecto a la distancia a lo largo del perfil del eje horizontal en milímetros, para un punto de 7,5 mm, en el que los perfiles se han solapado para mostrar cómo cambia la distribución de la luz y el diámetro del haz. Idealmente, la esfera de integración generará un haz perfectamente colimado con la trayectoria del billete que tiene un diámetro constante dentro de un 2 por cien y que tiene un perfil de “sombbrero de copa” que es plano a lo largo del haz y constante dentro de un 2 por cien para todas las longitudes de onda. El perfil de haz de sombrero de copa es deseable debido a que es característico de un punto de luz sustancialmente homogéneo que tiene una distribución completamente uniforme de energía luminosa. El diseño de integración del difusor de luz (30A) y (30B) ilustrado anteriormente proporciona una salida de haz sustancialmente homogeneizado para todas las longitudes de onda.

La figura 5E es una vista lateral en sección de otra implementación de un colimador (50) que tiene una estructura de lente de dos componentes, y la figura 5F es un gráfico (60) que ilustra el perfil de haz de salida en la pared superior (45) y la pared inferior (46) del paso para los billetes. Los haces de luz (51) de la cámara difusora entran en el colimador a

ES 2 280 176 T3

través de una serie de aberturas en el área (52), golpean una superficie reflectante (54) y atraviesan una lente (56). Los haces de luz atraviesan posteriormente una segunda lente (58) que puede estar integrada con la pletina (59) superior o puede ser una lente independiente que se fija de otra manera a la pletina (59) superior en la pared superior del paso para los billetes. Además, aunque se muestran dos lentes, se pueden utilizar tres o más lentes para conseguir un punto deseado.

El gráfico (60) de la figura 5F ilustra el perfil (62) del haz de salida en la parte inferior de la trayectoria (46) de los billetes y el perfil (64) de haz en la parte superior de la trayectoria (45) de los billetes de la estructura (50) de colimación de lente dual. Tal como se muestra, ambos perfiles son completamente uniformes, indicando que la energía y la forma del punto son casi iguales en la parte superior y en la parte inferior del paso para los billetes, que son característicos de un punto de luz sustancialmente homogéneo. Las dos superficies accionadas de la configuración de la figura 5E mejoran la distribución de energía a lo largo del haz.

La figura 5G es una vista lateral en sección de otra implementación adicional de una estructura (70) de colimación de doble lente y la figura 5H es un gráfico que ilustra el perfil del haz de salida en las paredes de la parte superior (45) y la parte inferior (46) del paso para los billetes. Haciendo referencia a la figura 5G, los haces de luz (71) de la cámara difusora de integración (no mostrada) entran en el colimador a través de una serie de aberturas en el área (72). Esta configuración comprende componentes para controlar la cantidad de luz parásita que puede ser emitida. En particular, un recubrimiento de absorción luminosa en las secciones (73A), (73B), (73C) y (73D) del colimador absorbe luz, a diferencia del recubrimiento reflectante sobre la superficie (74). De esta manera, la luz se introduce en el colimador, se refleja sobre la sección (74) y atraviesa una lente (76). Los haces de luz atraviesan posteriormente una segunda lente (78) situada en la pletina (79) superior. La pletina (79) superior comprende un material de absorción luminosa. Una posible implementación supone la utilización de un recubrimiento opaco con orificios en el mismo sobre la superficie inferior de la pletina y el moldeo de la lente (78) en la superficie superior de la pletina (79). Pero la superficie opaca estaría sujeta a desgaste y puede incluso ser retirada por el uso normal del validador de billetes. De esta manera, puede ser preferible la incrustación de un elemento de lente (78) independiente en una abertura cónica en la pletina (79). La pletina (79) en este caso podría ser hecha entonces de plástico negro opaco para absorber cualquier rayo de luz.

La figura 5H es un gráfico (80) del perfil (82) del haz de salida en la parte inferior de la trayectoria (46) de los billetes y el perfil (84) del haz en la parte superior de la trayectoria (45) de los billetes de la estructura (70) de colimación de doble lente. Tal como se muestra, los perfiles son completamente uniformes, lo que indica una distribución de energía completamente uniforme a lo largo del haz.

La figura 6A es una vista superior de un sistema de fuente de luz (90) que comprende una serie de difusores de luz (92), (94), (96) y (98) esféricos dispuestos para proporcionar doce puntos de salida. En esta implementación, cada uno de los difusores de luz tiene tres colimadores (92A-C), (94A-C), (96A-C) y (98A-C) de manera que cada difusor de luz genera tres puntos sobre un área que cubre la anchura de un paso para los documentos.

En el diseño de tres colimadores de la figura 6A, cada esfera de integración tiene puertos de salida situados alrededor del ecuador de la esfera en intervalos de 120° , cada uno situado en el vértice de un triángulo equilátero. En una implementación, cada lado del triángulo tiene 15 mm de largo, y cada colimador contiene un espejo doblado que dirige la luz hacia el polo sur de la esfera hacia el paso para los documentos. Las tres salidas de haces colimados de cada esfera son paralelas entre sí y perpendiculares al paso para los documentos. La luz de las fuentes LED se introduce en el polo norte de la esfera en ángulos rectos a los puertos de salida y paralela a los haces de salida. La configuración descrita da a conocer un sistema de esferas de integración que utiliza únicamente cuatro conjuntos de LED cuyos sistemas de circuitos de soporte podrían montarse sobre una placa de circuitos común. En consecuencia, el sistema de la figura 6A tiene características de coste y embalaje favorables.

Se debe entender, no obstante, que cada difusor de luz (92), (94) y (96) puede comprender una serie de fuentes de luz LED. Las fuentes de luz pueden ser de diversas longitudes de onda diferentes, o de la misma longitud de onda a efectos de aumentar la energía de salida en esa longitud de onda. Durante su utilización en un validador de documentos, las fuentes de luz LED del sistema (90) podrían ser conectadas secuencialmente o podrían ser conectadas simultáneamente. La operación de las fuentes de luz en cada difusor de luz, y en la totalidad del sistema de la figura 6A, puede estar bajo el control de un microprocesador u otro sistema de circuitos de control del validador de documentos.

La figura 6B es una vista superior simplificada de una implementación de un sistema (100) de fuentes de luz que tiene doce esferas de integración para formar doce puntos. Cada una de las esferas (101) a (112) de integración tiene una salida, mostrada como colimadores (101a) a (112a), respectivamente. La utilización de una esfera de integración por punto no reduce el número de LEDs necesarios sobre los esquemas de iluminación directa, pero no sirve para mezclar uniformemente la luz de todos los LEDs que alimentan luz al interior de la esfera. Con esta disposición, la separación entre las dos filas de puntos descentradas no está limitada como en el caso de la implementación de la figura 6A. Se puede seleccionar cualquier separación, desde cero (doce puntos en una línea) hasta la separación mostrada en la figura 6A, en la que los puntos adyacentes se encuentran en las esquinas de los triángulos equiláteros.

Cada difusor de luz (101) a (112) puede comprender una serie de fuentes de luz LED de diversas longitudes de onda diferentes o de la misma longitud de onda si se desea aumentar la energía luminosa de salida en esa longitud de onda. Durante la utilización en un validador de documentos, cada fuente de luz LED del sistema (100) puede ser conectada secuencial o simultáneamente. La operación de las fuentes de luz en cada difusor de luz y en la totalidad

ES 2 280 176 T3

del sistema (100) de la figura 6B puede encontrarse bajo el control de un microprocesador u otro sistema de circuitos de control del validador de documentos.

5 La figura 6C es una vista superior simplificada de otra implementación de un sistema (120) de fuentes de luz que tiene seis esferas de integración para formar doce puntos. Cada una de las esferas (121) a (126) de integración tiene dos salidas, mostradas como colimadores (121a), (121b) hasta (126a), (126b). La utilización de dos salidas por esfera de integración puede reducir el número total de LEDs necesarios sobre los esquemas de iluminación directa, tal como se muestra en las figuras 3 y 6B en tanto como un factor de dos, a la vez que todavía mezcla de forma uniforme las salidas de todos los LEDs en cada punto. Es posible añadir LEDs adicionales en longitudes de onda en las que la salida del LED es baja. La separación entre las dos filas de puntos descentradas se puede fijar a cualquier valor entre 10 cero (los doce puntos en una línea) hasta una separación que sitúa los LEDs adyacentes en las esquinas de triángulos equiláteros.

15 Cada difusor de luz (121) a (126) puede comprender una serie de fuentes de luz LED de diversas longitudes de onda diferentes o de la misma longitud de onda si se desea aumentar la energía luminosa de salida en esa longitud de onda. Durante la utilización en un validador de documentos, cada fuente de luz LED del sistema (120) puede conectarse secuencial o simultáneamente. La operación de las fuentes de luz en cada difusor de luz y en la totalidad del sistema (120) de la figura 6C puede encontrarse bajo el control de un microprocesador u otro sistema de circuitos de control del validador de documentos.

20 Los sistemas de difusor de luz de las figuras 6A a 6C se pueden fabricar como módulos independientes o conectados entre sí en un montaje para formar un sistema fuente que tiene múltiples puntos para formar una configuración en zigzag u otra configuración de puntos. Las estructuras mostradas en las figuras 6A y 6B son ilustrativas de posibles configuraciones de difusores de luz, teniendo cada una uno o más colimadores y un interior con forma esférica que 25 tiene por lo menos un puerto de entrada. Los colimadores de salida de estos ejemplos se sitúan para generar el patrón de zigzag de puntos de luz a través de un paso para los documentos. La estructura utiliza una serie de fuentes de luz, que pueden ser LEDs, en las que cada esfera de integración tiene por lo menos una fuente de luz conectada a la misma. Dos o más fuentes de luz de diferentes longitudes de onda se pueden asociar con cada esfera de integración y pueden estar conectadas de tal manera que pueden ser seleccionadas por un microprocesador para permitir la realización de 30 diferentes tipos de pruebas.

El sistema de fuentes de luz puede ser fabricado para adaptarse a los diseños de validadores de billetes existentes, o puede ser fabricado a medida. Además, se podrían utilizar más o menos puntos para proporcionar un recubrimiento parcial a través del paso para los billetes o un recubrimiento completo a través del paso para los billetes.

35 La figura 7A es una vista en perspectiva en sección, y la figura 7B es una vista lateral en sección transversal, de un difusor de luz (130) integrador cilíndrico. El difusor cilíndrico comprende por lo menos una abertura (132) de entrada y una salida (134) de ranura. Una cámara (136) difusora de luz cilíndrica tiene un interior difusor y reflector, y la luz es dirigida a través de un colimador (138) para proporcionar una salida de ranura de luz que tiene aproximadamente 40 90 mm de largo. Una fuente de haz de luz (no mostrada) puede estar conectada al puerto (132) de entrada.

La estructura (130) de integración cilíndrica es menos cara de fabricar que una serie de esferas de integración. Además, el número de conjuntos de chip LED necesarios para proporcionar iluminación es independiente del número de puntos de luz que están siendo iluminados. El número de chips LED necesarios en cada longitud de onda se corresponde con el número necesario para generar iluminación a lo largo de la ranura de salida de uniformidad adecuada y una irradiancia suficientemente elevada. Es posible limitar, de esta manera, el número de chips necesarios para una potencia de luz determinada en una longitud de onda particular. No obstante, en el caso de una salida de ranura, la luz de salida es colimada en un único eje, que puede no ser apropiado para algunos procesos de autenticación de billetes.

50 La figura 8 es una vista superior en sección, simplificada, de otra implementación de un difusor de luz (150) cilíndrico que tiene por lo menos un colimador (152) conectado al mismo. En esta realización, múltiples colimadores se conectan a lo largo de la longitud del cilindro para generar un patrón de puntos. El ejemplo mostrado en la figura 8A tiene doce aberturas de salida (156) que alternan en lados opuestos del cilindro cuya configuración mantiene los haces de salida bien separados en la trayectoria del billete. Pero, como consecuencia, los puertos de salida sobre un 55 lado del cilindro pueden caer dentro de las regiones utilizadas para trazar la luz mediante puertos en el lado opuesto, que puede afectar perjudicialmente a la distribución de la luz y la luz de salida total.

La figura 9 es una vista lateral en sección transversal del difusor de luz (150) cilíndrico, según la línea de trazos (9-9) de la figura 8, que muestra una posible configuración. El cilindro (150) comprende por lo menos un puerto de entrada (154), que puede ser una ranura que recorre la longitud del colimador, y por lo menos una abertura (156) de salida para cada colimador. Un recubrimiento reflectante y difusor reviste el interior del cilindro para generar múltiples reflexiones de luz a partir de la fuente o fuentes de luz. Un haz de luz de fibras ópticas de la fuente de luz puede estar conectado al puerto de entrada (154). Los puntos de luz sustancialmente homogéneos que emanan de los colimadores (152) pueden entrar en contacto con los receptores (20) situados sobre el lado opuesto de un paso para los documentos 65 de un validador de documentos.

La figura 10 es una ilustración en sección, simplificada, de una implementación alternativa de un cilindro (170) de difusor de luz, que es similar al de la figura 8, no obstante, todas las áreas (171) de abertura de salida se sitúan

ES 2 280 176 T3

sobre un lado del cilindro. Los tubos de luz (172) están conectados a áreas de abertura de salida alternativas y a los colimadores (173) para transportar la luz desde el difusor (170) cilíndrico a los colimadores. Los colimadores (174) están conectados directamente al difusor (170) cilíndrico. Las posiciones de los colimadores (173) y (174) forman un patrón de puntos particular, en la figura 10 un patrón en zigzag, para la utilización en la autenticación de billetes.

5 La utilización de tubos de luz permite que todos los puertos de salida se posicionen en el mismo lado del cilindro, que elimina el problema de la interferencia perjudicial de luz en la cámara difusora que puede tener lugar cuando los puertos de salida se encuentran en lados opuestos del cilindro.

Los difusores de luz cilíndricos representados en las figuras 8 a 10 pueden ser construidos mediante moldeo de una carcasa estructural de cualquier material adecuado tal como plástico o metal, para tener un interior cilíndrico y por lo menos un puerto de entrada y por lo menos una abertura de salida. Un revestimiento reflectante difusor puede ser fijado al interior de la carcasa para formar una cámara difusora de luz. Por lo menos una fuente de luz se conecta posteriormente a cada puerto de entrada y por lo menos un colimador o módulo de salida se conecta a la abertura de salida.

15 La figura 11 es una vista lateral en sección de un difusor de luz (180) mecanizado a partir de un bloque sólido de material plástico óptico tal como Spectralon™. Dicho difusor de luz tiene una cavidad reflectante internamente que puede ser esférica o cilíndrica. Por lo menos un puerto de entrada (181) y por lo menos un área (182) de abertura de salida se forman en el bloque, y por lo menos un colimador (184) se fija al área de abertura de salida. Un haz de luz u otra fuente de luz se pueden conectar al puerto de entrada (181). También se representan una pletina (186) superior, un paso (5) para los billetes, una pletina (188) inferior y un receptor (20) de luz.

La figura 12 ilustra un montaje (200) integrador de núcleo macizo, en el que el difusor de luz integrador se encuentra en la forma de un integrador (202) de núcleo macizo. Una esfera (202) de integración de núcleo macizo acrílico se puede construir como medios de fuente de luz o “tambor” (201), que alojan una serie de fuentes LED de dos o más LEDs y que comprende una ventana (no mostrada) para inyectar luz en el núcleo macizo. El tambor (201) puede comprender un conector eléctrico para la fijación a una placa de circuito (no mostrada). Una realización de la esfera (202) de integración de núcleo macizo tiene un diámetro “d” del orden de 7 mm, un área (205) de puerto de entrada de luz y un área (206) de salida que tiene por lo menos una abertura de salida. Se puede aplicar un delgado recubrimiento (203) de esmalte blanco, difusor y reflectante, en la parte exterior del núcleo (202) macizo exclusivo del área (205) de entrada y del área (206) de salida.

Una implementación de medios (207) de dirección de luz puede ser un hemisferio acrílico que pueden ser cementados en la esfera (202) de núcleo macizo en el área (206) de salida. Aunque se recomienda una forma sustancialmente hemisférica para los medios (207) de dirección de luz, se debe entender que se pueden utilizar otras formas. Los medios (207) de dirección de luz comprenden un área (208) de salida en la que la energía luminosa puede pasar por dentro de un ángulo colector. La superficie (209) esférica de los medios (207) de dirección de luz puede ser aluminizada excepto en el área (208) de salida, mientras que la superficie (210) plana puede ser pintada de negro en la parte del área (206) de salida de la esfera maciza. Los medios (207) de dirección de luz dirigen la luz al interior del ángulo colector desde las aberturas del área (206) de salida hasta un espejo (212) doblado que dirige la luz hasta un colimador (214) esférico. El colimador (214) se puede construir en la pletina (216) superior por encima del paso (5) para los billetes. El elemento (207) hemisférico también alimenta la energía luminosa en el exterior del ángulo colector del colimador de vuelta a la esfera (202) de integración, para aumentar la “ganancia” de la esfera de integración. La implementación mostrada recupera aproximadamente el 85% de la energía que abandona el área (206) de salida. El montaje (200) integrador de núcleo macizo genera un punto de luz sustancialmente homogéneo a través del paso (5) para los billetes, a través de la pletina (218) inferior y sobre un receptor (no mostrado).

El material del núcleo de la esfera (202) de integración maciza y el hemisferio (207) pueden ser de plástico o vidrio óptico transparente, que tiene preferentemente un índice de refracción relativamente bajo. El acrílico (PMMA o polimetilmetacrilato) puede ser un material adecuado debido a que se encuentra fácilmente disponible en barras y puede encontrarse disponible en pequeñas esferas. Una esfera o barra que tiene un diámetro en el rango de 7 mm a 15 mm puede ser adecuado para utilizar en aplicaciones como validación de documentos.

Los requisitos ópticos para el material del núcleo no son extremos, dado que el objetivo es producir una salida difusa. El material debe absorber tan poca luz como sea posible, y debe estar relativamente libre de estriaciones, pero su índice de homogeneidad y sus características de rugosidad de superficie no son críticas. Un dispositivo de núcleo macizo puede ser construido como una pieza, mientras que la carcasa de un integrador de núcleo hueco debe fabricarse en dos piezas debido a la necesidad de acceder al interior por propósitos de recubrimiento durante la fabricación. De esta manera, un integrador de núcleo macizo debe tener costes de montaje más bajos.

60 La pintura difusa para la utilización en la superficie exterior de un integrador macizo consiste en pequeñas partículas dispersas en una base que tiene sustancialmente el mismo índice de refracción que el material óptico del núcleo. Un esmalte acrílico blanco aplicado mediante recubrimiento por inmersión puede ser adecuado. También se puede utilizar un recubrimiento de dispersión más delgado reforzado con aluminio u otra capa especular reflectante. Se puede necesitar una capa de recubrimiento protector exterior adicional para proteger contra la degradación ambiental o daño en el montaje. Por ejemplo, una capa protectora externa de esmalte de resina epoxi u otro material robusto podrían ser aplicados para proteger la capa de recubrimiento óptico. Un integrador macizo de este tipo puede ser más robusto y compacto que una esfera de integración hueca.

ES 2 280 176 T3

El núcleo de una esfera maciza tiene un índice de refracción sustancialmente superior a la unidad que afecta a las características de funcionamiento del sistema de dos maneras. En primer lugar, la totalidad del hemisferio externo se acopla en un pequeño ángulo de conicidad interno, debido a la refracción en la interfase aire/vidrio. En segundo lugar, la reflectancia dieléctrica aire/vidrio es una fuente de pérdidas de rendimiento. Dichas pérdidas se pueden compensar mediante recubrimientos AR en los puertos de entrada y salida, pero esta solución no funciona muy bien en los grandes ángulos de conicidad deseados para maximizar el acoplamiento de luz desde una fuente de luz LED a puntos en la trayectoria de los billetes. Puede ser adecuada la utilización de un material de núcleo de bajo índice tal como acrílico.

El problema del acoplamiento de entrada puede solucionarse sumergiendo el chip LED en un material plástico que tiene un índice similar al del material del núcleo, cementando posteriormente el paquete LED en el núcleo del integrador. Dicha fabricación asegura la máxima eficiencia posible en el acoplamiento de la salida del LED al integrador. Un acoplamiento del área inferior de elevada eficiencia, cementada, entre los chips LED y el integrador es importante para conseguir un buen funcionamiento del integrador/iluminador.

El acoplamiento de salida presenta un problema un poco diferente. Las pérdidas en la interfase de aire/vidrio se pueden mitigar algo mediante el recubrimiento AR, pero el problema más significativo se debe al hecho de que la luz de salida se dispersa por la totalidad del hemisferio. De esta manera, a menos que la lente de colimación sea el equivalente a una lente de inmersión de microscopio de elevada apertura numérica, una fracción significativa de la luz de salida se escapa a través del cono colector del colimador.

El integrador (200) esférico de núcleo macizo puede tener sustancialmente las mismas dimensiones que cada uno de los integradores de núcleo hueco mostrados en el sistema de la figura 6C, que comprenden dos puertos de salida por esfera y posiblemente podrían ser utilizados en el sistema mostrado en la figura 6B. No obstante, el sistema ilustrado en la figura 6A requiere esferas de integración algo más pequeñas y, por lo tanto, la esfera de integración de núcleo macizo puede no ser adecuada para dicho dispositivo. Se necesita un espejo doblado en el colimador de salida para cualquier integrador esférico con más de una salida. Si se requiere una única salida, como en la figura 6B, el espejo doblado se puede eliminar. Esto funciona mejor para puntos de salida en una única fila, en los que se colocan todos los conectores de los paquetes LED en un único plano perpendicular a la trayectoria del papel.

La figura 13 muestra una implementación de un sistema (250) de integración cilíndrico que genera una fila de doce puntos en la trayectoria (5) del billete. Un cilindro (252) tiene seis paquetes (254) a (259) de fuentes de luz LED conectados al mismo, y doce elementos (260) a (271) hemisféricos conectados al mismo. Cada elemento hemisférico tiene un diámetro menor que la separación de centro a centro de punto de 7,5 mm y todos los doce hemisferios se pueden moldear en una pieza de plástico. Dicha configuración puede simplificar los procesos de fabricación y de recubrimiento, y simplificar el montaje final del sistema. El diámetro del cilindro no se encuentra limitado por la separación del punto de salida y se puede aumentar, por ejemplo, a 10 mm, tal como se muestra en la figura 13. Se incluye un espejo (274) doblado de manera que los conectores LED pueden estar en un plano paralelo a la trayectoria del papel. Si los conectores pueden estar en un plano perpendicular a la trayectoria del papel, entonces el espejo doblado se puede eliminar. También se ilustran una serie de lentes (280) a (291) esféricas moldeadas en una pletina (292) superior sobre la trayectoria (5) del billete.

Las técnicas de montaje similares a las tratadas anteriormente se podrían aplicar a los integradores cilíndricos. En una implementación, un lado del cilindro podría tener una superficie plana moldeada o mecanizada, con aberturas en el recubrimiento en el que se podrían cementar los paquetes LED. (El paquete LED podría ser un conjunto lineal extendiéndose por la mayor parte de la longitud del cilindro). La masa del cilindro y sus fijaciones pueden ser suficientemente bajas para integrarse en un conector lineal que se monta en un enchufe lineal sobre la placa de circuito.

Anteriormente se han descrito un número de dispositivos según implementaciones de la invención. Sin embargo, un experto en la técnica podría realizar fácilmente diversas modificaciones sin desviarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Subsistema de validación de documentos, que comprende:

5 (i) un difusor de luz (30) para generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo, comprendiendo el difusor de luz una cámara (34) difusora de luz, por lo menos un puerto (31) de entrada asociado a la cámara difusora (34) para alojar por lo menos una fuente de luz (32) y por lo menos una abertura (36) de salida asociada a la cámara difusora;

10 (ii) por lo menos un receptor de luz (20), y

(iii) un paso para los documentos;

15 **caracterizado** por:

(iv) por lo menos un colimador (38) que comprende por lo menos una superficie (44) reflectante, estando conectado el colimador a por lo menos una abertura (36) de salida, en el que el colimador está dispuesto para reflejar la luz que abandona por lo menos una abertura (36) de salida del difusor de luz hacia el paso para los documentos.

2. Aparato, según la reivindicación 1, en el que la cámara difusora de luz comprende un revestimiento (35) reflectante difusor aplicado a una superficie interior.

25 3. Aparato, según la reivindicación 1, en el que el colimador (38) comprende un espejo (29).

4. Aparato, según la reivindicación 1, en el que el puerto de entrada aloja una serie de fuentes (32) de luz LED.

30 5. Aparato, según la reivindicación 4, en el que por lo menos dos fuentes (32) de luz son de longitudes de onda diferentes.

6. Aparato, según la reivindicación 4, en el que las fuentes de luz (32) son de la misma longitud de onda.

35 7. Aparato, según la reivindicación 4, en el que las fuentes (32) de luz LED son capaces de conectarse secuencialmente.

8. Aparato, según la reivindicación 4, en el que las fuentes (32) de luz LED son capaces de conectarse simultáneamente.

40 9. Aparato, según la reivindicación 1, en el que una serie de aberturas (36) de salida están asociadas a la cámara (34) difusora y una serie de colimadores (38) están conectados a las aberturas de salida para generar una serie de puntos de luz sustancialmente homogéneos.

45 10. Aparato, según la reivindicación 1, en el que por lo menos un colimador comprende por lo menos una lente (39).

11. Aparato, según la reivindicación 1, que comprende además por lo menos un componente (58) de lente fijado a una pletina (59) superior de un paso para los documentos.

50 12. Aparato, según la reivindicación 1, que comprende un montaje de difusor de luz que comprende:

55 una serie de difusores de luz (30), teniendo cada uno por lo menos un puerto (31) de entrada, por lo menos una abertura (36) de salida y por lo menos un colimador (38) conectado a una abertura, dispuestos los difusores de luz para proporcionar una zona de cobertura de salida de puntos de luz a lo largo de la anchura de un paso para los documentos; y

una serie de fuentes (32) de luz, en la que por lo menos una fuente de luz está conectada a cada puerto (31) de entrada.

60 13. Aparato, según la reivindicación 12, en el que el montaje de difusor de luz es modular.

14. Aparato, según la reivindicación 1, en el que el difusor de luz comprende:

65 un cilindro (130) que tiene una cavidad y por lo menos un puerto (132) de entrada y una abertura (134) de ranura, en el que un recubrimiento difusor y reflectante se aplica a la cavidad; y por lo menos un colimador (138) es alineado con la salida de ranura; y

por lo menos una fuente de luz está conectada al puerto de entrada.

ES 2 280 176 T3

15. Aparato, según la reivindicación 1, en el que el difusor de luz comprende;

5 un cilindro (150) que tiene una cavidad y por lo menos un puerto (154) de entrada y una serie de aberturas (156) de salida para generar una serie de puntos de luz sustancialmente homogéneos, en el que un recubrimiento difusor y reflectante se aplica a la cavidad, y una serie de colimadores (152) se fijan a las aberturas de salida; y

por lo menos una fuente de luz está conectada al puerto de entrada.

10 16. Aparato, según la reivindicación 15, que comprende además por lo menos un tubo (172) de luz conectado en un primer extremo a una abertura de salida y en un segundo extremo a un colimador (173).

17. Aparato, según la reivindicación 1, en el que el difusor de luz comprende:

15 un bloque (180) de material óptico que tiene una cavidad que comprende una superficie difusora y reflectante internamente, por lo menos un puerto (181) de entrada y por lo menos una abertura (182) de salida;

20 por lo menos un colimador (184) está fijado a la abertura de salida para generar por lo menos un punto de salida sustancialmente homogéneo; y

por lo menos una fuente de luz está conectada al puerto de entrada.

18. Aparato, según la reivindicación 1, en el que el difusor de luz comprende una cámara (202) difusora de luz de núcleo macizo que tiene un recubrimiento (203) exterior con características difusoras y reflectantes, en el que el recubrimiento comprende por lo menos un área de entrada (205) para alojar por lo menos una fuente de luz (201), y el recubrimiento comprende por lo menos un área (206) de salida y por lo menos unos medios (207) de dirección de luz conectados al área de salida.

19. Aparato, según la reivindicación 18, en el que los medios (207) de dirección de luz comprenden un área (208) de salida para dirigir la luz y comprenden una superficie (209) reflectante para alimentar la energía luminosa de vuelta en la cámara difusora.

20. Aparato, según la reivindicación 19, en el que los medios (207) de dirección de luz tienen forma sustancialmente hemisférica.

21. Aparato, según la reivindicación 18, que comprende además por lo menos unos medios (201) de fuente de luz conectados al área (205) de entrada.

22. Aparato, según la reivindicación 18, que comprende además un espejo plano (212) para redirigir la luz a partir de los medios (207) de dirección de luz.

23. Aparato, según la reivindicación 18, que comprende además una lente (214) de colimación conectada a una pletina de un paso para los documentos.

24. Aparato, según la reivindicación 18, en el que la cámara (202) difusora de luz es esférica.

25. Aparato, según la reivindicación 18, en el que la cámara (202) difusora de luz es cilíndrica.

26. Aparato, según la reivindicación 25, que comprende además una fuente de luz en disposición lineal conectada a la cámara difusora.

27. Método para la construcción de un subsistema de validación de documentos que comprende:

55 el montaje de los componentes de la reivindicación 1 y que comprende, de esta manera,

la construcción del difusor (30) de luz para generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo;

60 la conexión de la fuente de luz (32) al difusor de luz (30);

la conexión del difusor de luz (30) y la fuente (32) a una pared del paso para los documentos; y la conexión de un receptor (20) de luz a la pared del paso para los documentos para recibir una señal de luz resultante del punto sustancialmente homogéneo.

28. Método, según la reivindicación 27, en el que el difusor de luz está construido mediante:

65 el moldeo de la cámara (34) que tiene por lo menos un puerto (31) de entrada y por lo menos una abertura de salida;

ES 2 280 176 T3

la aplicación de un recubrimiento (35) difusor reflectante a una superficie interior de la cámara; y

la conexión de por lo menos un colimador (38) a por lo menos una abertura (36) de salida.

5 29. Método, según la reivindicación 28, en el que la cámara es moldeada en dos hemisferios.

30. Método, según la reivindicación 28, que comprende además la fijación de un espejo (29) a por lo menos un colimador (38) para dirigir la luz.

10 31. Método, según la reivindicación 28, que comprende además la fijación de una lente (39) a por lo menos un colimador.

32. Método, según la reivindicación 27, en el que el difusor de luz está construido:

15 moldeando la cámara (34) difusora de luz utilizando un material plástico óptico, en la que la cámara comprende por lo menos un puerto (31) de entrada y por lo menos una abertura de salida (36); y

conectando por lo menos un colimador (38) a por lo menos una abertura (36) de salida.

20 33. Método, según la reivindicación 32, que comprende además la fijación de una lente (39) al colimador (38).

34. Método, según la reivindicación 27, que comprende;

25 la conexión del difusor de luz a una pared del paso para los documentos, siendo el difusor de luz capaz de generar por lo menos un punto de luz sustancialmente homogéneo, formado el difusor de luz:

cortando una cavidad en un bloque (180) de material óptico, teniendo la cavidad características reflectantes y difusoras; y

30 formando por lo menos un puerto (181) de entrada y por lo menos una abertura (182) de salida que conecta la cavidad; conectando por lo menos una fuente de luz a cada puerto (181) de entrada; y conectando el por lo menos un colimador (184) a la abertura de salida.

35. Método, según la reivindicación 27, que comprende:

35 la formación de un difusor de luz (202) de núcleo macizo formando la cámara de difusión con material óptico, recubriendo la cámara con un material (203) que tiene características reflectantes y difusoras, formando por lo menos un área (205) de entrada y por lo menos un área de salida, y conectando unos medios de dirección de luz a cada área de salida; y

40 la conexión del difusor de luz de núcleo macizo a una pared de un paso para los documentos.

36. Método, según la reivindicación 35, que comprende además la aplicación de una capa protectora externa al material de recubrimiento.

45 37. Método, según la reivindicación 35, que comprende además la conexión de por lo menos una fuente de luz (201) a cada área (205) de entrada.

50 38. Método, según la reivindicación 35, en el que los medios (207) de dirección de luz dirigen la luz al interior de un ángulo colector al paso para los documentos, y refleja la energía luminosa en el exterior del ángulo colector de vuelta a la cámara difusora.

39. Método, según la reivindicación 35, en el que la cámara (202) difusora de luz está formada con forma esférica.

55 40. Método, según la reivindicación 35, en el que la cámara (202) difusora de luz está formada con forma cilíndrica.

60

65

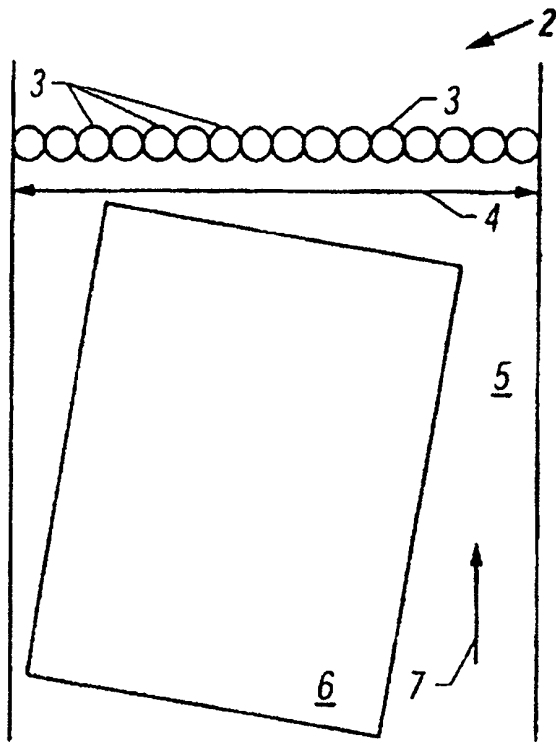


FIG. 1

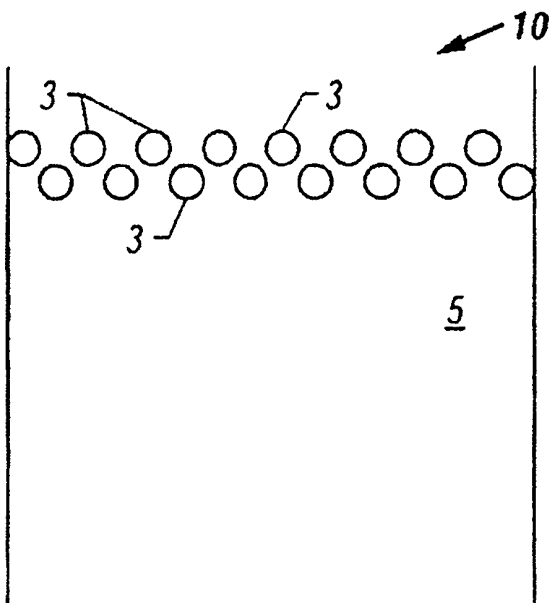


FIG. 2

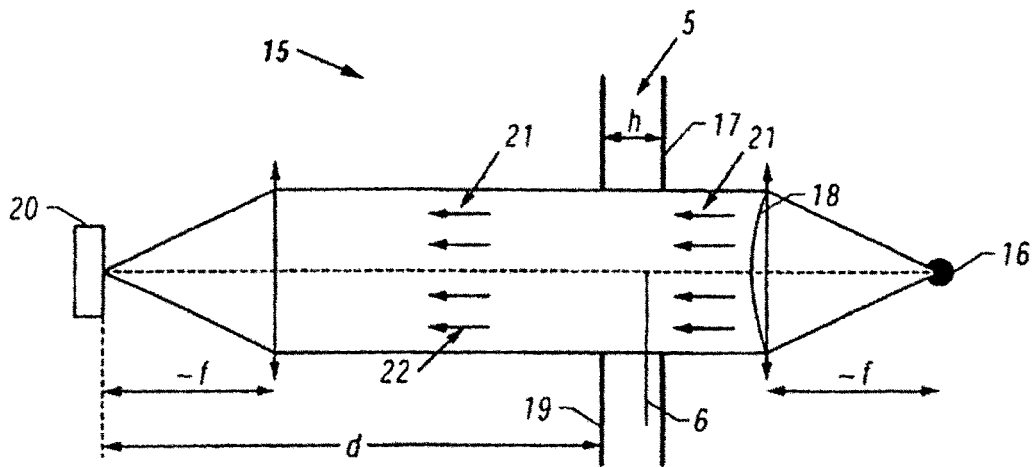


FIG. 3
(Técnica anterior)

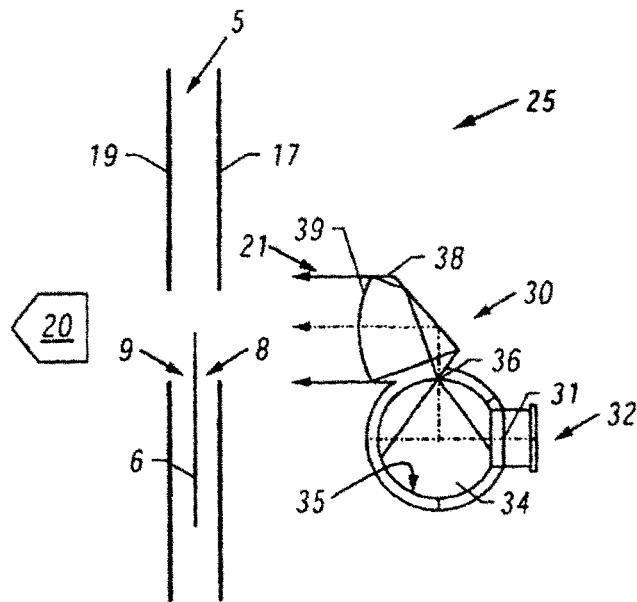


FIG. 4

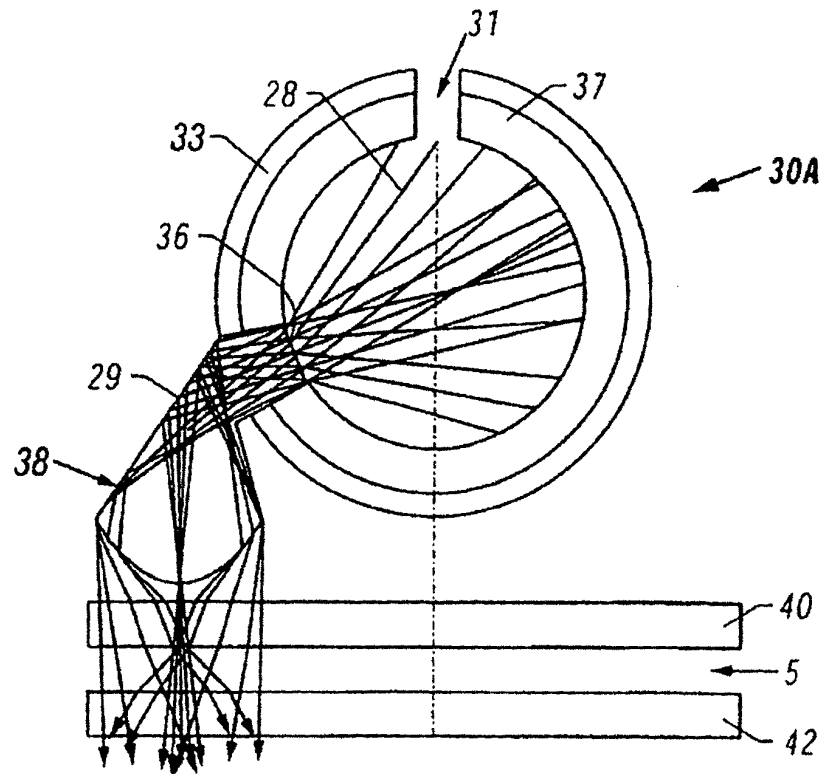


FIG. 5A

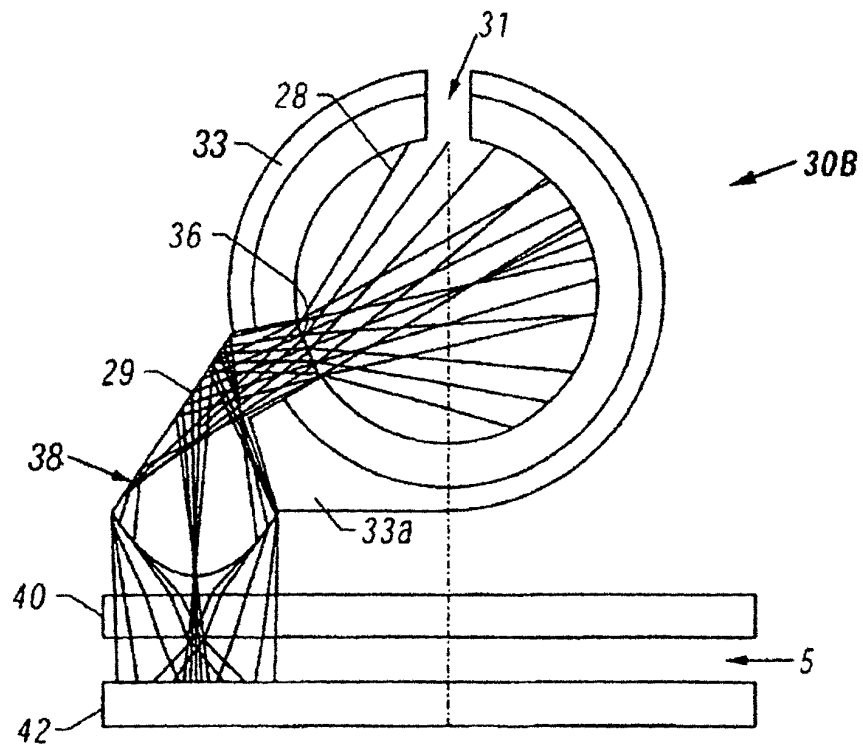
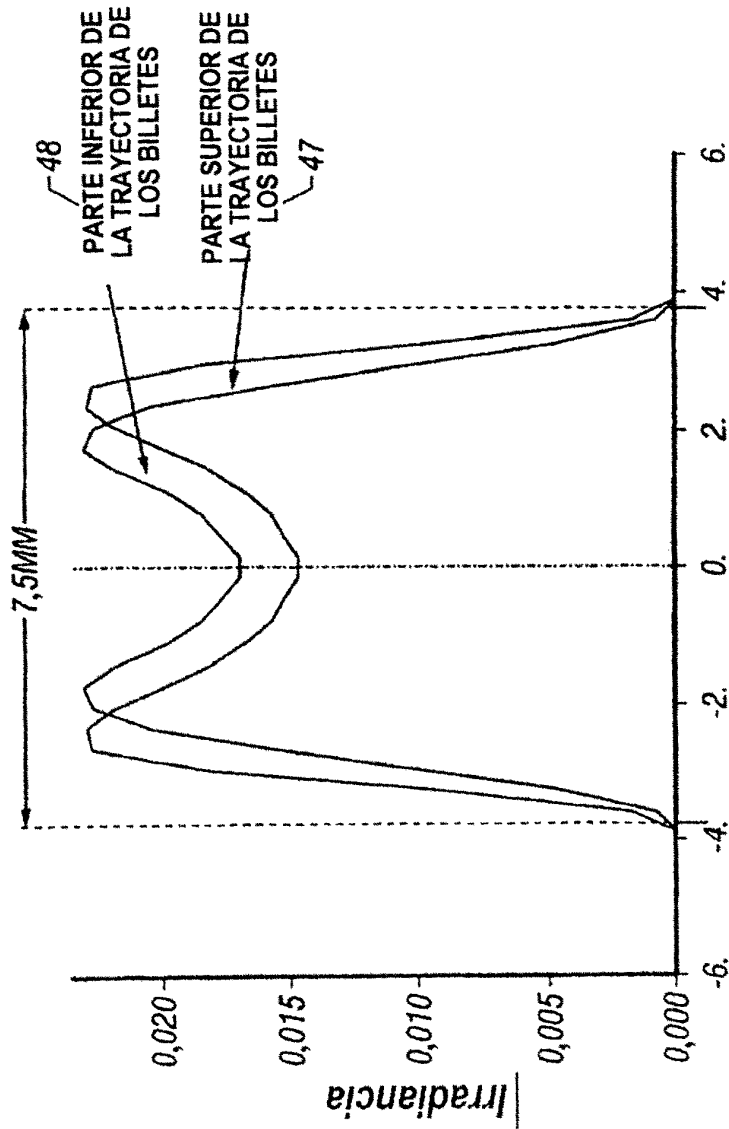


FIG. 5B



Distancia a lo largo del perfil en MM
FIG. 5D

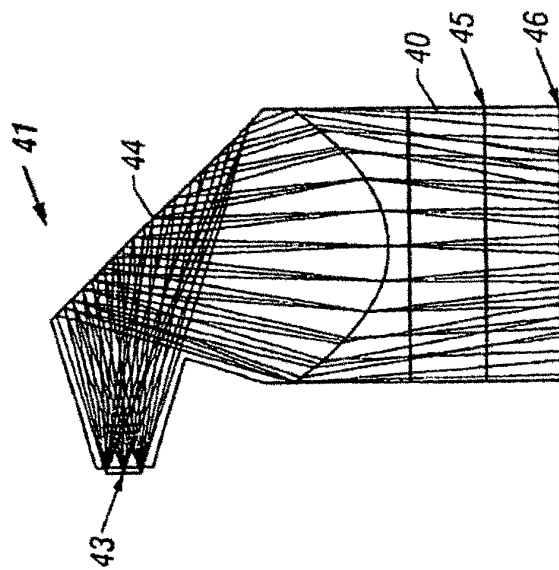
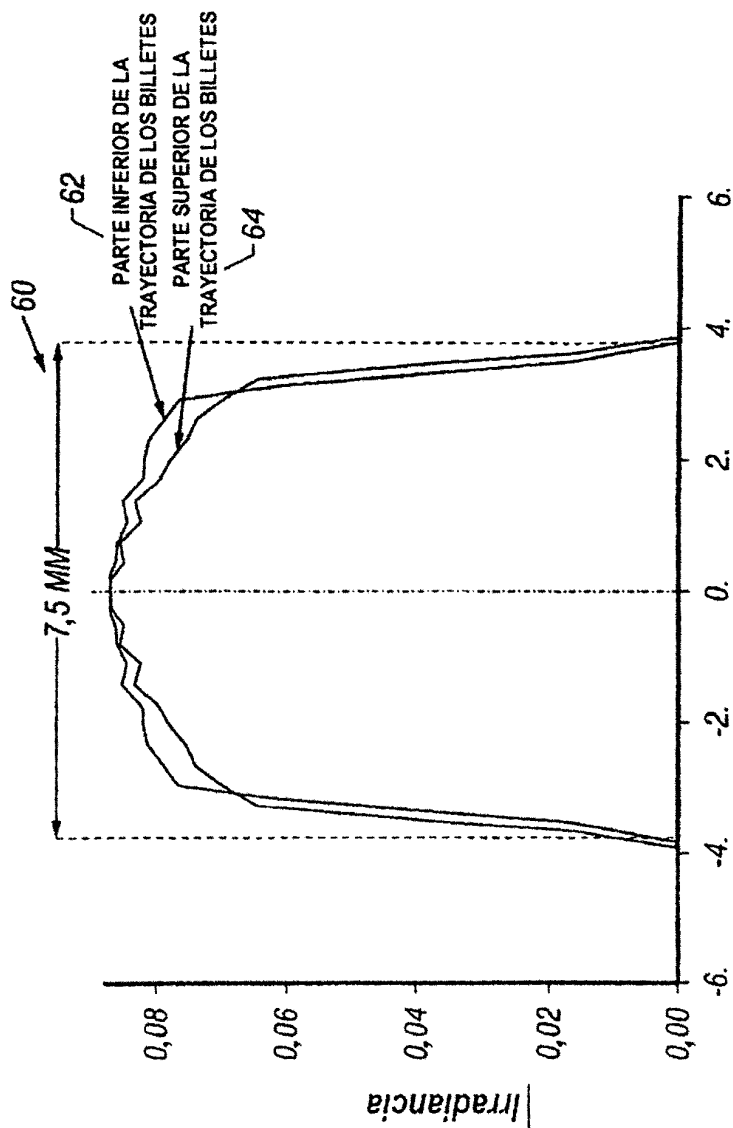


FIG. 5C



Distancia a lo largo del perfil en MM
FIG. 5F

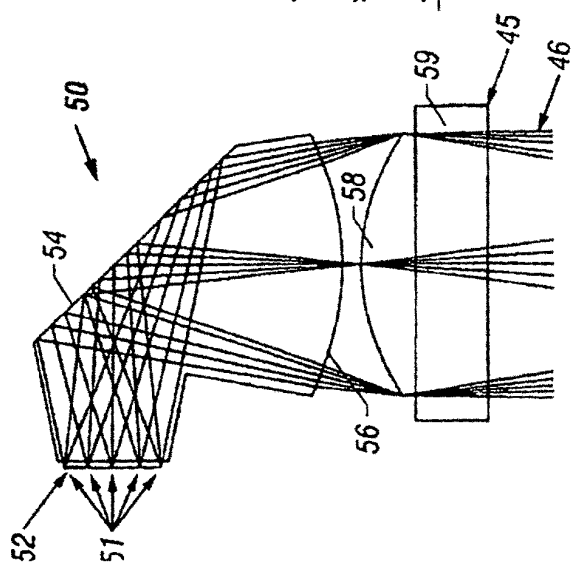
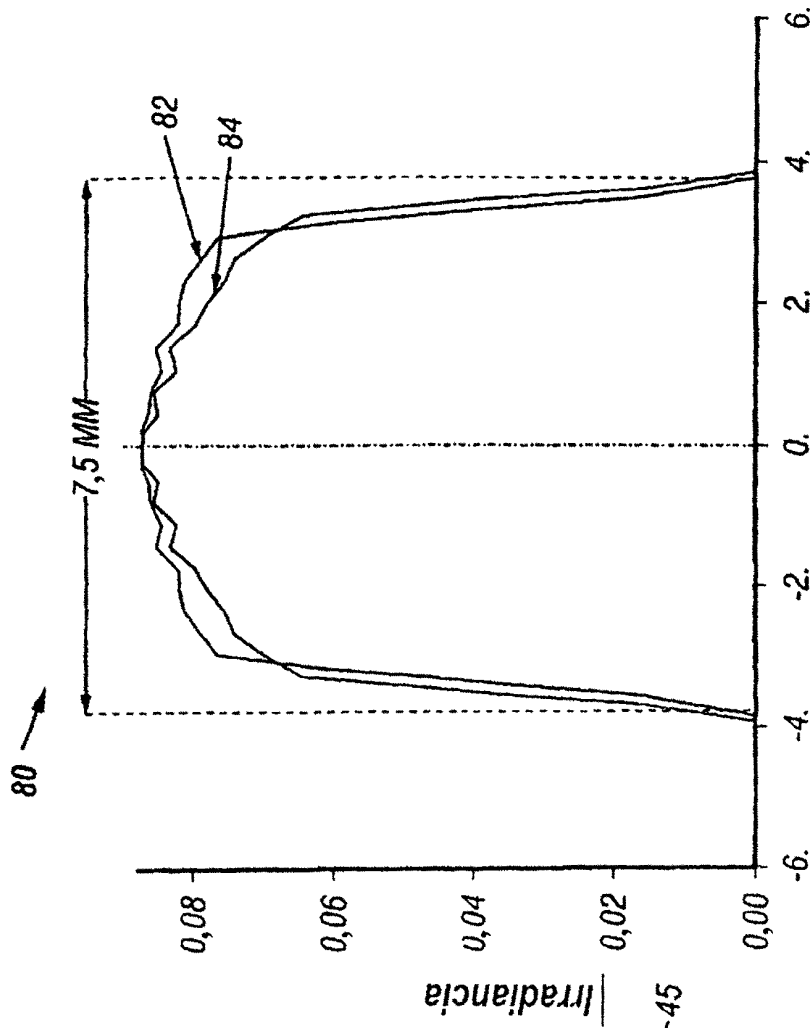


FIG. 5E



Distancia a lo largo del perfil en MM

FIG. 5H

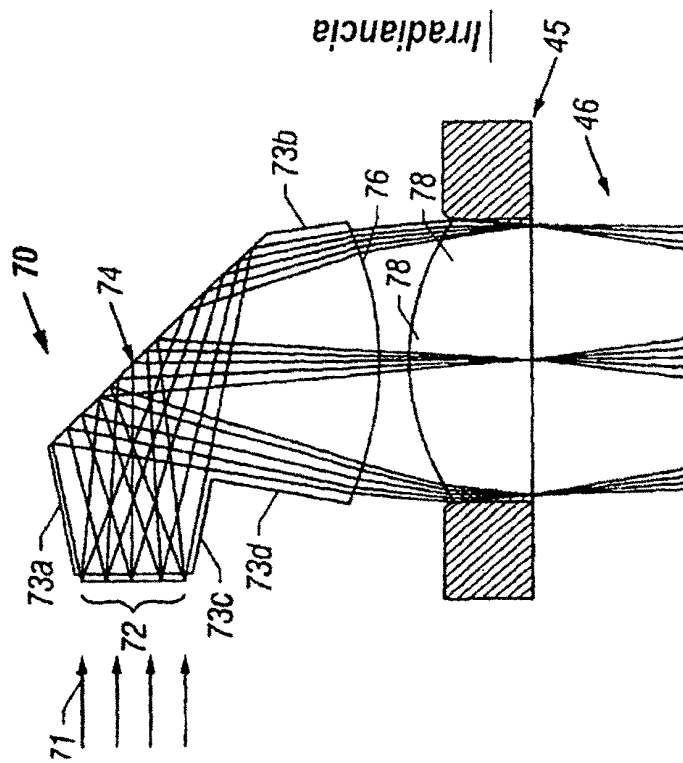


FIG. 5G

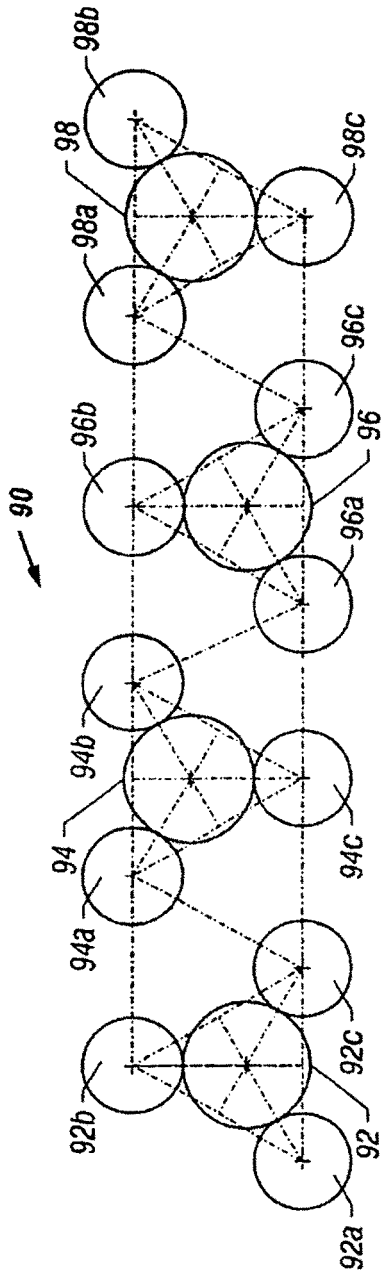


FIG. 6A

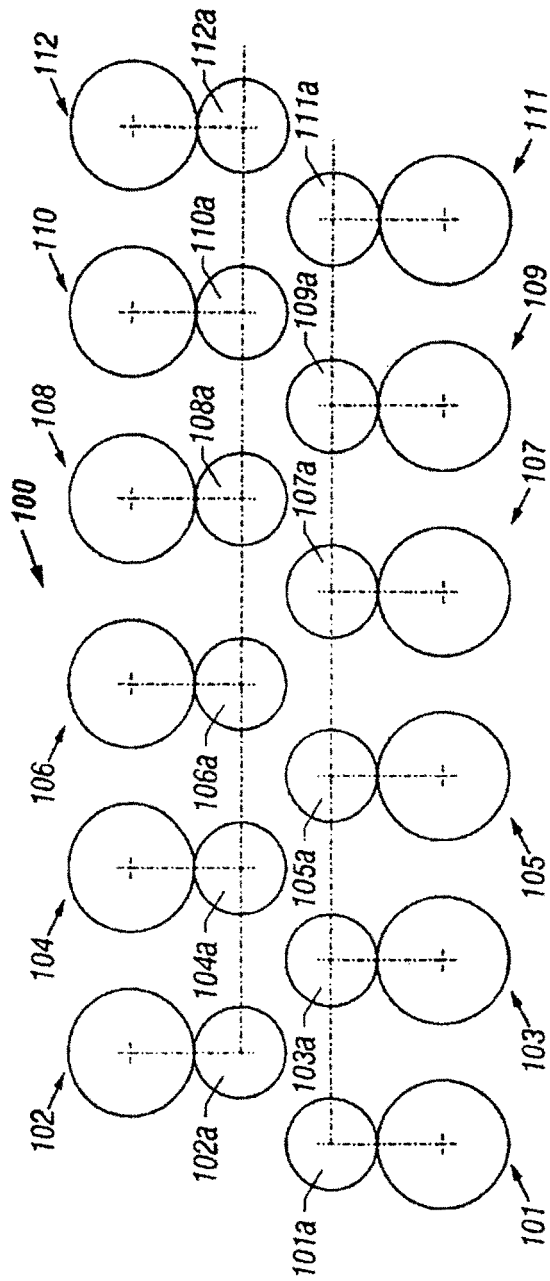


FIG. 6B

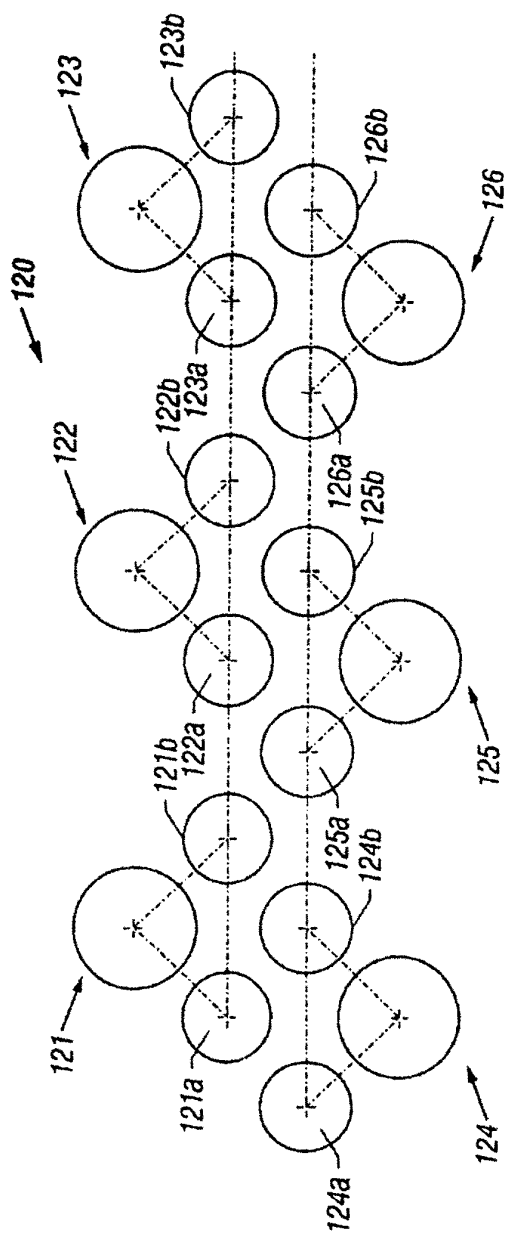


FIG. 6C

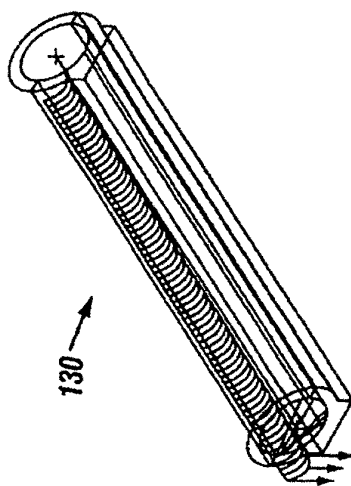


FIG. 7A

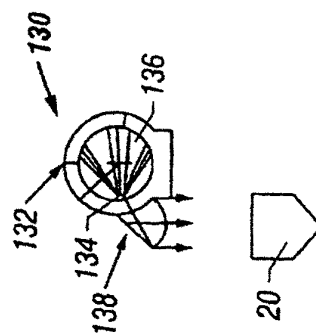


FIG. 7B

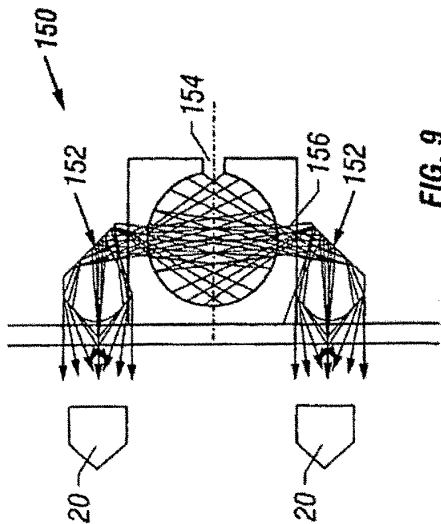


FIG. 9

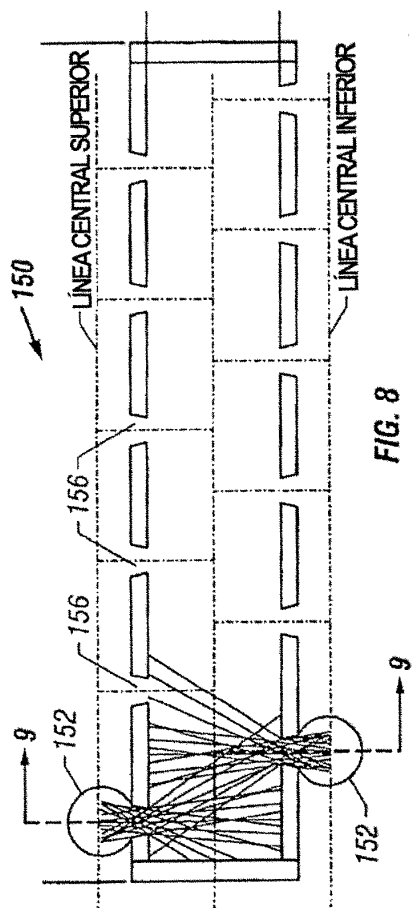


FIG. 8

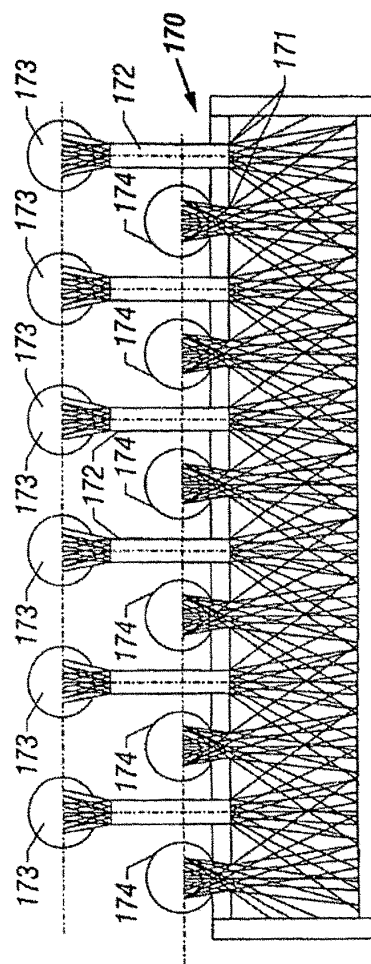


FIG. 10

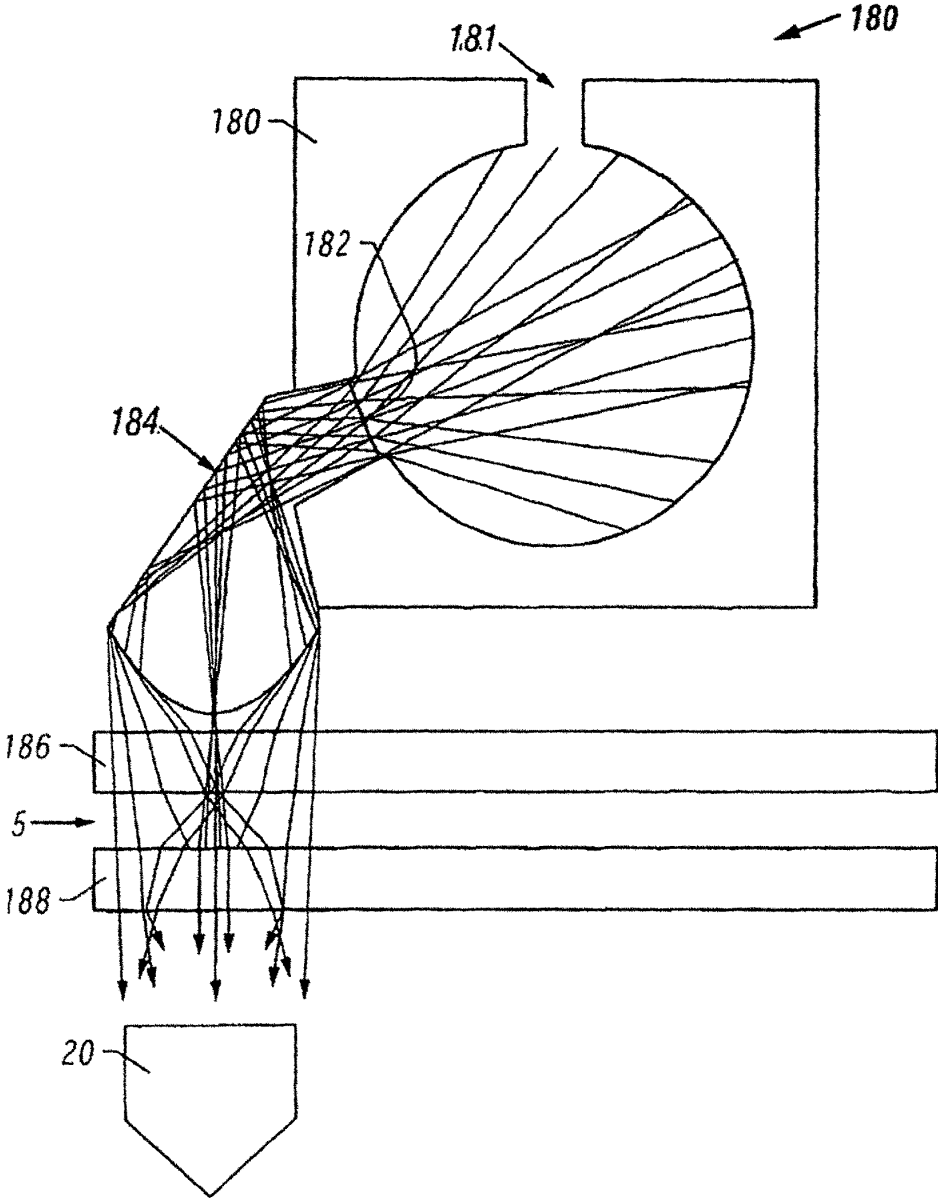


FIG. 11

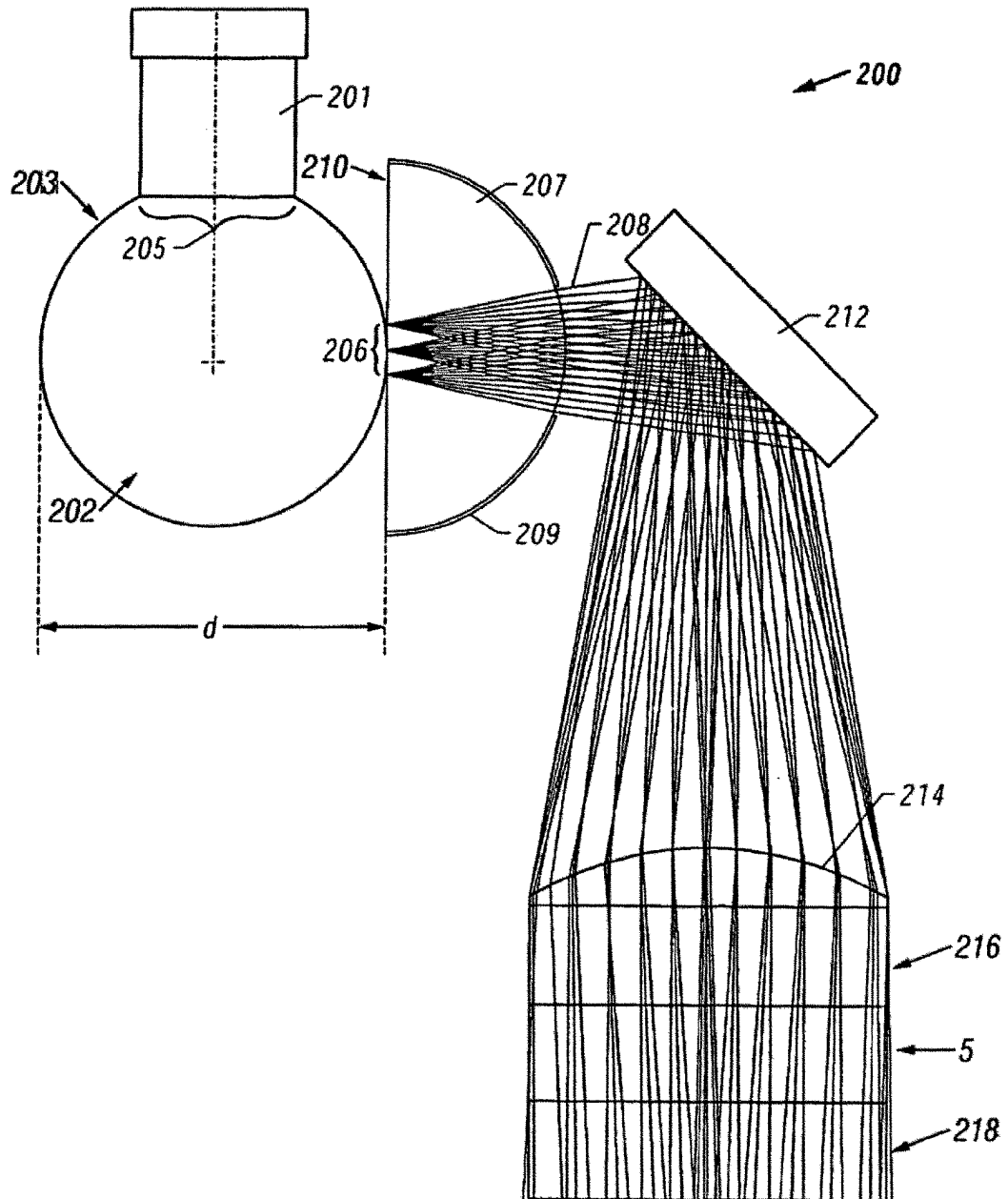


FIG. 12

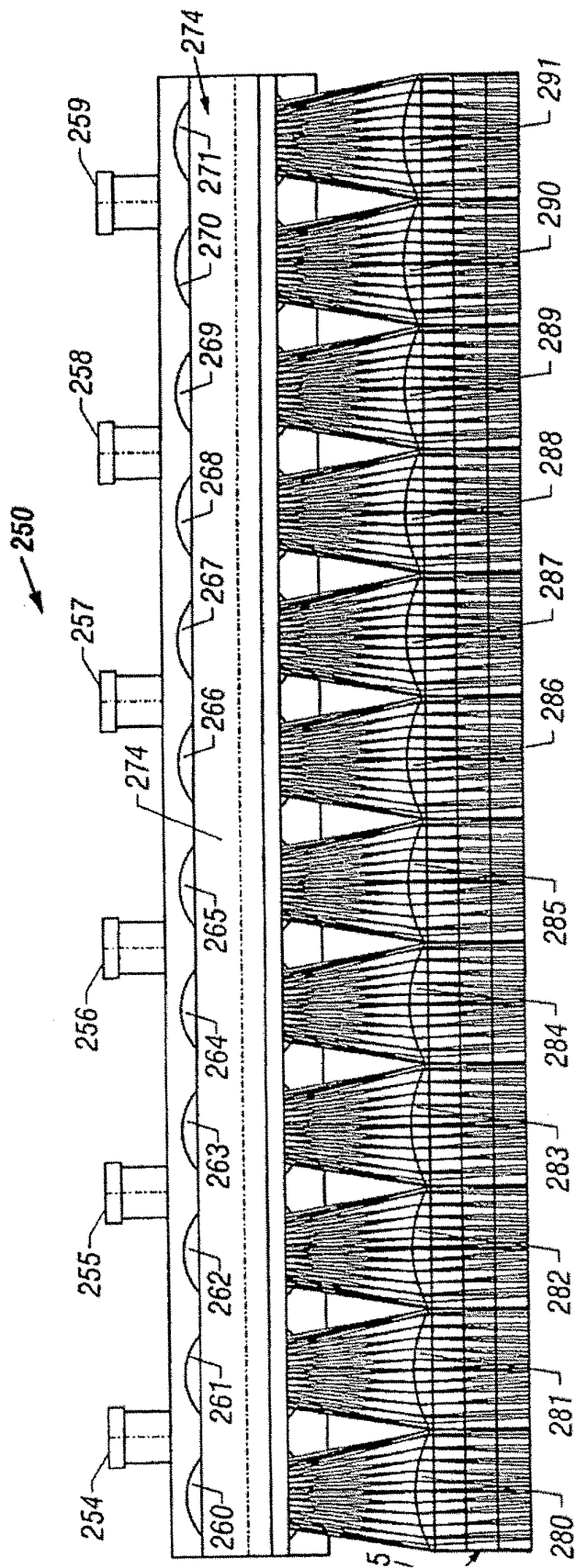


FIG. 13