

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 764 959**

51 Int. Cl.:

G07D 7/121 (2006.01)

F21V 8/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2007** **PCT/US2007/076556**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.02.2008** **WO08024863**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2007** **E 07841227 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2019** **EP 2066999**

54 Título: **Disposición de detección óptica para un dispositivo de aceptación de documentos**

30 Prioridad:

22.08.2006 US 823221 P

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

05.06.2020

73 Titular/es:

CRANE PAYMENT INNOVATIONS, INC. (100.0%)
3222 Phoenixville Pike, Suite 200
Malvern, PA 19355, US

72 Inventor/es:

ZOLADZ, EDWARD M. y
SNIDER, JOHN D.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 764 959 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

Disposición de detección óptica para un dispositivo de aceptación de documentos

Campo técnico

Esta exposición se refiere a una disposición de detección óptica y, más en particular, a una disposición de detección óptica para un aceptador de documentos, tal como un dispositivo de validación de dinero.

Antecedentes

Los dispositivos de aceptación de documentos, tales como aquellos utilizados en los sectores de máquinas expendedoras y máquinas de juego, contienen de manera habitual un medio de detección para detectar la presencia física de un documento (p. ej., un billete) que se procesa, o para detectar el estado de transición de elementos móviles en la máquina. Un tipo de medio de detección utilizado de manera eficaz y extendida es un medio de detección óptica, que puede incluir una fuente de luz y un receptor de luz. De manera habitual, dichos sensores no tienen piezas móviles y no requieren el contacto físico con el objeto que se detecta con el fin de trabajar de modo adecuado.

A veces, dichos sensores generan señales correspondientes a la luz transmitida a través de un documento a medida que pasa moviéndose. Esas señales se procesan para determinar cierta información, tal como la posición del documento en el conducto y la autenticidad del documento. Para realizar dichas determinaciones, las señales se comparan con datos almacenados en memoria, que se corresponden con billetes auténticos.

El documento US 2004/0125358 A1 describe una máquina de procesamiento de billetes de banco en la que un sensor de distinción puede estar formado de manera compacta, incluso cuando los billetes de banco se distinguen utilizando una fuente de luz que tiene una pluralidad de longitudes de onda y en la que se acorta el conducto de transporte del billete de banco para lograr compacidad. Los billetes de banco se colocan en una bandeja de inserción y se envían de manera secuencial uno a uno de modo que se suministren a una sección del sensor de distinción, donde el sensor de distinción está formado por una sección de proyección de luz, que irradia sobre un área ranurada sustancialmente en toda la anchura por la que pasan los billetes de banco, y una sección de recepción de luz constituida por una matriz de fotodiodos. La sección de proyección de luz está formada por una placa guía de luz y al menos un LED dispuesto en un lado de la placa guía de luz. La sección de proyección de luz y la sección de recepción de luz se disponen de manera enfrentada, con el trayecto de transporte de los billetes de banco intercalado entre ambas o dispuesto en paralelo en uno del trayecto de transporte.

Compendio de la invención

La invención se refiere a un dispositivo de validación de documentos tal como se define en la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes definen las realizaciones preferidas del dispositivo de validación de documentos.

Un conjunto de canalización de luz del dispositivo de validación de documentos incluye un primer orificio de entrada de luz en un primer extremo del conjunto de canalización de luz, una superficie de emisión de luz, que se extiende sustancialmente desde el primer extremo hasta un segundo extremo del conjunto de canalización de luz, y unas características superficiales en la superficie de emisión de luz. Cada característica superficial define un primer límite de reflexión interna en un extremo de la característica superficial alejado con relación al primer orificio de entrada de luz. La luz que entra por el primer orificio de entrada es dirigida a los primeros límites de reflexión interna. Una o más superficies de reflexión se disponen de modo que reflejen la luz desde los primeros límites de reflexión interna a través de la superficie de emisión de luz. Los primeros límites de reflexión interna varían de tamaño a través de la superficie de emisión de luz. En algunas implementaciones, los primeros límites de reflexión interna aumentan de tamaño desde el primer extremo del conjunto de canalización de luz hasta el segundo extremo del conjunto de canalización de luz.

El conjunto de canalización de luz también incluye un segundo orificio de entrada de luz en el segundo extremo del conjunto de canalización de luz. Cada característica superficial en la superficie de emisión de luz define un segundo límite de reflexión interna en un extremo de la característica superficial alejado con relación al segundo orificio de entrada de luz. La luz que entra por el segundo orificio de entrada de luz es dirigida a los segundos límites de reflexión interna. La o las superficies de reflexión reflejan la luz desde los segundos límites de reflexión interna a través de la superficie de emisión de luz. Los segundos límites de reflexión interna varían de tamaño a través de la superficie de emisión de luz. En algunas implementaciones, los segundos límites de reflexión interna aumentan de tamaño desde el segundo extremo del conjunto de canalización de luz hasta el primer extremo del conjunto de canalización de luz.

En algunas implementaciones, las características superficiales tienen unas bases sustancialmente trapezoidales con, por ejemplo, un par de lados sustancialmente paralelos, uno de los cuales es más largo que el otro. Los primeros y segundos límites de reflexión interna se pueden disponer de modo que reflejen de manera sustancialmente total e interna la luz desde el primer y segundo orificio de entrada, respectivamente. De acuerdo con algunas implementaciones, el primer y segundo orificio de entrada y la superficie de emisión de luz se disponen

de modo que la luz entre por el primer o segundo orificio de entrada desde un primer sentido y salga por la superficie de emisión de luz en un segundo sentido, opuesto al primero. Las superficies de reflexión se pueden adaptar de modo que reflejen de manera difusa la luz. En algunas implementaciones, las características superficiales tienen una forma sustancialmente piramidal.

- 5 Algunas implementaciones incluyen múltiples primeros orificios de entrada de luz en el primer extremo del conjunto de canalización de luz y/o múltiples segundos orificios de entrada de luz en el segundo extremo del conjunto de canalización de luz.

- 10 El dispositivo de validación de documentos puede incluir una o más fuentes de luz, una lente dispuesta de modo que colime la luz al menos parcialmente, que se emite desde una superficie de emisión de luz del conjunto de canalización de luz, y unos detectores ópticos dispuestos de modo que reciban la luz al menos parcialmente colimada. El primer orificio de entrada de luz se dispone de modo que reciba la luz procedente de una de las fuentes de luz.

- 15 En algunas implementaciones, el segundo orificio de entrada de luz se dispone de modo que reciba luz procedente de una segunda de las fuentes de luz. Algunas implementaciones incluyen múltiples orificios de entrada de luz en el primer lado del conjunto de canalización de luz y/o múltiples primeros orificios de entrada de luz en el segundo lado del conjunto de canalización de luz.

En algunas implementaciones, se pueden obtener una o más de las siguientes ventajas.

- 20 Las fuentes de luz y los detectores ópticos se pueden alojar en el mismo lado de un trayecto de billetes en un dispositivo de aceptación de documentos que utiliza detección por transmisión óptica. Dicha disposición puede simplificar la construcción y minimizar el hardware necesario en el dispositivo de aceptación de documentos. De manera adicional, colocar las fuentes de luz y los detectores ópticos en el mismo lado del trayecto de billetes puede simplificar el mantenimiento, las pruebas y la reparación de los dispositivos de aceptación de documentos. Esto es particularmente verdadero si las fuentes de luz y los detectores ópticos están en la misma placa de circuito.

- 25 Además, se puede controlar y personalizar el perfil de intensidad/brillo de la luz a través de una superficie de emisión de luz, por ejemplo, para adaptarse a las pérdidas de intensidad/brillo de la luz que en caso contrario se producirían a través del conjunto de canalización de luz.

De manera adicional, se puede reducir el número de detectores ópticos necesarios para detectar un documento en un trayecto de documentos.

- 30 Las lentes de Fresnel son relativamente fáciles de fabricar, en particular comparadas con lentes convencionales funcionalmente comparables. En consecuencia, las lentes de Fresnel son también relativamente económicas.

A partir de la descripción y los dibujos, y a partir de las reivindicaciones, serán evidentes otras características y ventajas de la invención.

Descripción breve de los dibujos

La figura 1 es una vista con un corte parcial de un dispositivo de aceptación de documentos.

- 35 La figura 2 es una vista en perspectiva de un despiece de un conjunto de detección óptica.

La figura 3 es una vista frontal de un conjunto de detección óptica ensamblado.

La figura 4 es una vista en perspectiva de un núcleo de canalización de luz.

La figura 5 es una vista ampliada de una parte del núcleo de canalización de luz de la figura 4.

- 40 La figura 6 es una vista de una sección transversal de una parte de un conjunto de canalización de luz, con flechas de dirección que muestran el flujo de luz a través de la pieza.

La figura 7 es una vista en planta de partes de un conjunto de canalización de luz.

La figura 8 es una vista en perspectiva de un núcleo de canalización de luz.

La figura 9 es una vista en perspectiva parcial que muestra las posiciones relativas del conjunto de canalización de luz y la ventana inferior de trayecto de documentos.

- 45 La figura 10 es una vista en perspectiva de una matriz de lentes de Fresnel y un elemento de carcasa superior.

La figura 11 es una vista con un corte realizado a lo largo de las líneas 10-10 en la figura 9.

La figura 12A es una vista en perspectiva de una única lente de la matriz de lentes de Fresnel.

La figura 12B es una vista lateral de la lente de Fresnel de la figura 11A.

La figura 12C es una vista superior de la lente de Fresnel de la figura 11A.

La figura 12D es una vista de extremo de la lente de Fresnel de la figura 11A.

5 La figura 13 es una vista en planta de un documento que se mueve a lo largo de un trayecto de documentos pasadas cinco áreas de cobertura de detección óptica.

Descripción detallada

10 La figura 1 es una vista con un corte de un ejemplo de un dispositivo de aceptación de documentos 100 (p. ej., un dispositivo de validación de billetes) con ciertos componentes eliminados. El término "documento", tal como se utiliza en la presente, incluye cualquier papel moneda, billete de banco, cupón con código de barras u otro billete de seguridad que se pueda utilizar para intercambiar bienes o servicios. El dispositivo de aceptación de documentos 100 ilustrado incluye una parte de validación 102, una parte de transporte y apilamiento 104 y una parte de almacenamiento 106. El trayecto de un documento 108 a través del dispositivo de aceptación de documentos 100 está indicado mediante la línea a trazos 110. El trayecto de documentos 110 incluye los espacios a través de los cuales realmente podría pasar un documento mientras se mueve a través del dispositivo de aceptación de documentos 100.

15 El sistema de transporte ilustrado incluye un par de rodillos conductores 112, un primer par de rodillos conducidos 114 y un segundo par de rodillos conducidos 116, dispuestos en un lado del trayecto de documentos 110. El primer par de rodillos conducidos 114 está acoplado al par de rodillos conductores 112 mediante un par de correas 118. El segundo par de rodillos conducidos 116 está acoplado al primer par de rodillos conducidos 114 mediante un par de correas 120. Los rodillos 112, 114 y 116 incluyen dientes que se engranan con los dientes correspondientes en las correas 118, 120. Preferentemente, los rodillos 122 empujan las correas 118 para mantener la tensión en las correas 118 durante el funcionamiento. En la figura 1 únicamente se muestra uno de cada par de rodillos y correas.

20 En el lado opuesto del trayecto de documentos 110, pares de rodillos cargados por resorte 124, 126 y 128 presionan contra el primer par de rodillos conducidos 114 y el segundo par de rodillos conducidos 116. Un motor (no se muestra) está acoplado al par de rodillos conductores 112 a través de unos engranajes de acoplamiento (no se muestran). Un circuito de control y procesamiento, que incluye un microprocesador (no se muestra), controla el funcionamiento de la unidad de aceptación.

25 De manera esquemática se muestra un conjunto de detección de documentos 136 que interseca el trayecto de documentos 110. El conjunto de detección de documentos 136 incluye de manera habitual una o más fuentes de luz (p. ej., diodos de emisión de luz) y detectores ópticos, donde todos se pueden montar en la placa de circuito impreso 139. El conjunto de detección óptica 136 de manera habitual también incluye un conjunto de canalización de luz en un lado opuesto del trayecto de documentos 110 al de las fuentes de luz y los detectores ópticos. En algunas implementaciones, el conjunto de canalización de luz se puede adaptar de modo que reciba luz procedente de las fuentes de luz y dirigir esa luz a través del trayecto de billetes 110 hasta los detectores ópticos. En algunas implementaciones, la placa de circuito impreso 139 incluye otros circuitos relacionados con las operaciones del conjunto de detección óptica.

30 Durante el funcionamiento, un documento 108 que se inserta en la parte de validación 102 del dispositivo de aceptación de documentos 100 queda ajustado mediante el segundo par de rodillos conducidos 116 y los rodillos pasivos 124. Se hace avanzar al documento hasta el primer par de rodillos conducidos 114 y rodillos pasivos 126 y posteriormente 128, hacia arriba en una parte curva 134 y hasta el conjunto de detección óptica 136. Después de pasar a través del conjunto de detección de documentos 136, el documento se transporta hacia arriba hasta el par de rodillos conductores 112 y rodillos pasivos 130, que lo hacen avanzar hasta el final del trayecto de documentos 110 a una posición para el apilamiento en la parte de almacenamiento 106. En la parte de almacenamiento 106 del dispositivo de aceptación de documentos 100 se proporcionan una placa de presión 138 y unos resortes cónicos 140.

35 En algunas implementaciones, el conjunto de detección óptica 136 puede funcionar en modos diferentes que incluyen, por ejemplo, un modo de validación, un modo de garantía, un modo de detección de patrones o detección de códigos de barras o un modo antifalsificación.

40 Las figuras 2 y 3 muestran una vista en perspectiva de un despiece (figura 2) y una vista frontal ensamblada (figura 3) del conjunto de detección de documentos 136 de la figura 1.

45 El conjunto ilustrado 136 incluye una matriz de detectores ópticos 202, una par de fuentes de luz 204, un elemento de carcasa superior 206, una matriz de lentes de Fresnel 208, una ventana superior del trayecto de documentos 210, una ventana inferior del trayecto de documentos 212 con una estructura de Fresnel en su lado del fondo, un elemento de carcasa inferior 214 y un conjunto de canalización de luz 216, que incluye un núcleo de canalización de luz 218, una primera cubierta de alojamiento 220 y una segunda cubierta de alojamiento 222. Se muestra un documento 108 contiguo a las ventanas superior e inferior del trayecto de documentos 210, 212 con una flecha

bidireccional 219 que indica los sentidos en los que se puede mover a lo largo de la parte del trayecto de documentos (es decir, 110 en la figura 1) entre las ventanas superior e inferior del trayecto de documentos 210, 212.

Los detectores ópticos 202 y las fuentes de luz 204 están ubicados en un primer lado del trayecto de documentos 110. En algunas implementaciones, los detectores ópticos 202 y las fuentes de luz 204 se montan en la misma placa de circuito (p. ej., la placa de circuito 139 de la figura 1). Los detectores ópticos 202 y las fuentes de luz 204 se pueden acoplar a otros circuitos (no se muestran) para el control y procesamiento de señales.

Los detectores ópticos 202 pueden ser fotorresistores, celdas fotovoltaicas, fotodiodos, fototransistores u otros dispositivos que respondan a la luz. En algunas implementaciones, los detectores ópticos son diodos PIN BPW34 que tienen unas áreas activas sustancialmente cuadradas y paquetes plásticos planos sin lentes. En esas implementaciones, los detectores ópticos 202 permiten que la luz incidente entre en sus áreas activas.

Tal como se ilustra, los detectores ópticos 202 están orientados de una manera tal que la luz puede entrar en las áreas activas de los detectores ópticos desde abajo. Más específicamente, los sensores ópticos 202 están mirando hacia abajo (es decir, hacia la parte del trayecto de documentos 110 que se extiende entre las ventanas superior e inferior del trayecto de documentos 210, 212). Esa disposición hace posible que la luz se desplace hacia arriba desde el trayecto de documentos para entrar en las áreas activas de los detectores ópticos 202. Los detectores ópticos 202 se disponen en una fila sustancialmente recta que es aproximadamente perpendicular a la dirección de desplazamiento del documento 219. En una implementación habitual, todos los detectores ópticos 202 se montan en la misma placa de circuito (p. ej., la placa de circuito 139 de la figura 1), que está situada muy cerca del elemento de carcasa superior 206. En algunas implementaciones, el elemento de carcasa superior 206 se monta directamente en la placa de circuito de los detectores ópticos.

Las fuentes de luz 204 están situadas en extremos opuestos de la fila de detectores ópticos 202 y están alineados sustancialmente con esos detectores ópticos 202. Las fuentes de luz 204 ilustradas son diodos de emisión de luz, no obstante, también pueden ser adecuados otros tipos de fuente de luz. En algunas implementaciones, se puede situar más de una fuente de luz en cada extremo de la fila de detectores ópticos 202. Además, algunas implementaciones incluyen una sola fuente de luz. Las fuentes de luz 204 se pueden adaptar de modo que funcionen a diferentes longitudes de onda. En algunas implementaciones, las fuentes de luz 204 son paquetes de LED superiores comercializados por OSRAM GmbH.

En el conjunto, las fuentes de luz 204 se disponen de modo que transmitan la luz desde el primer lado del trayecto de documentos, alrededor del trayecto de documentos, hasta un segundo lado opuesto del trayecto de documentos, donde está ubicado el conjunto de canalización de luz 216. En algunas implementaciones, una pequeña parte de la luz que se transmite al segundo lado opuesto del trayecto de documentos puede pasar a través de un documento en el trayecto de documentos. No obstante, es preferible que la luz que se transmite desde el primero hasta el segundo lados opuestos del trayecto de documentos no pase a través de un documento en el trayecto de documentos. En lugar de esto, que la luz se desplace preferentemente alrededor del trayecto de documentos sin pasar a través del documento.

El conjunto de canalización de luz 216 recibe la luz que se transmite por las fuentes de luz 204 y redirige esa luz desde el segundo lado del trayecto de documentos hasta los detectores ópticos 202 en el primer lado del trayecto de documentos. La luz transmitida por el conjunto de canalización de luz cruza de manera habitual el trayecto de documentos (es decir, esta pasa a través de un documento en el trayecto de documentos). En consecuencia, en la implementación ilustrada, al menos una parte sustancial de la luz que vuelve a los detectores ópticos 202 ha pasado a través de un documento en el trayecto de documentos una vez y solo una.

El elemento de carcasa superior 206 está situado por debajo de los sensores de luz 202 y las fuentes de luz 204. El elemento de carcasa superior 206 se extiende en una dirección sustancialmente perpendicular con relación a la dirección de desplazamiento 219 del documento 108 a lo largo del trayecto de documentos 110.

El elemento de carcasa superior 206 tiene diversos compartimentos discretos, que incluyen siete compartimentos de detector óptico 224 y dos compartimentos de fuente de luz 226. Cada detector óptico 202 está situado sobre o dentro de uno asociado de los compartimentos de detector óptico 224. Cada fuente de luz 204 está situada sobre o dentro de uno asociado de los compartimentos de fuente de luz 226. Los compartimentos de detector óptico y fuente de luz 224, 226 forman una fila sustancialmente recta de compartimentos.

El fondo de cada compartimento 224, 226 permite el flujo de luz tanto hacia dentro como hacia fuera del compartimento. En algunas implementaciones, el fondo de cada compartimento está formado por un material translúcido y/o transparente. En otras implementaciones, el fondo de cada compartimento está simplemente abierto. Unos deflectores verticales separan los compartimentos adyacentes entre sí. Los deflectores verticales son sustancialmente opacos y, por lo tanto, trabajan de modo que aíslen ópticamente, al menos parcialmente, los compartimentos adyacentes entre sí.

Se forman diversas características de ajuste 228 en el elemento de carcasa superior 206. Las características de acoplamiento 228 coinciden con unas características de acoplamiento 231 correspondientes en la matriz de lentes

de Fresnel 208. El acoplamiento de las características de acoplamiento 228, 231 correspondientes mantiene unidos el elemento de carcasa superior 228 y la matriz de lentes de Fresnel 208.

La matriz de lentes de Fresnel 208 está situada entre el elemento de carcasa superior 206 y la ventana superior del trayecto de documentos 210. La matriz de lentes de Fresnel 208 tiene una estructura de Fresnel sustancialmente continua en su superficie superior y una estructura de Fresnel segmentada en su superficie inferior. La estructura de Fresnel segmentada es sustancialmente ortogonal a la estructura de Fresnel en la superficie superior de la matriz de lentes de Fresnel 208.

La matriz de lentes de Fresnel está adaptada de modo que distorsione de manera anamórfica la luz que se desplaza desde el conjunto de canalización de luz 216 hasta los detectores ópticos 202. La distorsión anamórfica facilita enfocar la luz desde un área relativamente ancha del trayecto de documentos sobre cada detector óptico. En algunas implementaciones, esa área relativamente ancha tiene aproximadamente forma oblonga. Como cada detector óptico 202 recibe la luz correspondiente a un área relativamente ancha del trayecto de documentos, pueden ser necesarios menos detectores ópticos 202 para cubrir un trayecto de documentos que tiene una anchura particular.

La matriz de lentes de Fresnel 208 es lo suficiente ancha como para que sustancialmente toda la luz procedente del conjunto de canalización de luz 218 que alcanza los detectores ópticos 202 pase primero a través de la matriz de lentes de Fresnel. No obstante, la matriz de lentes de Fresnel 208 es lo suficientemente estrecha como para que la luz transmitida por las fuentes de luz 204 al conjunto de canalización de luz no pase a través de la matriz de lentes de Fresnel 208. En lugar de esto, esa luz rodea los bordes de la matriz de lentes de Fresnel 208. La matriz de lentes de Fresnel 208 se extiende en una dirección sustancialmente perpendicular con relación a la dirección de desplazamiento 219 del documento 108 a lo largo del trayecto de documentos 110 y cubre sustancialmente la totalidad de la anchura del trayecto de documentos 110.

La ventana superior del trayecto de documentos 210 está por debajo de la matriz de lentes de Fresnel 208. La ventana inferior del trayecto de documentos 212 está por debajo de la ventana superior del trayecto de documentos 210. Las ventanas superior e inferior del trayecto de documentos 210, 212 se extienden en una dirección sustancialmente perpendicular con relación a la dirección de desplazamiento 219 del documento 108. Las superficies sustancialmente planas en las ventanas superior e inferior del trayecto de documentos 210, 212 definen una parte del trayecto de documentos 110 entre ambas. Las partes de las ventanas superior e inferior del trayecto de documentos 210, 212 son translúcidas y, por lo tanto, permiten que la luz entre en el trayecto de documentos 110 a través de la ventana inferior del trayecto de documentos 212 y salga del trayecto de documentos 110 a través de la ventana superior del trayecto de documentos 210. La ventana superior del trayecto de documentos 210 tiene aproximadamente la misma anchura que la matriz de lentes de Fresnel 208.

La ventana inferior del trayecto de documentos 212 es más ancha que la ventana superior del trayecto de documentos 210. La ventana inferior del trayecto de documentos tiene una lente de Fresnel cilíndrica de conjugada infinita en su superficie inferior. Esa lente está adaptada para pseudocolimar (es decir, al menos colimar parcialmente) la luz que la atraviesa. En algunos casos, el término "pseudocolimar" hace referencia a la colimación únicamente en un eje (tal como al utilizar una lente cilíndrica).

Un par de conductos de luz rectos 230 se extienden hacia arriba desde la ventana inferior del trayecto de documentos 212 en sus extremos opuestos. Cada tubo está adaptado de modo que transporte luz desde la fuente de luz 204 hasta el conjunto de canalización de luz 216. En consecuencia, cada conducto de luz recto 230 tiene una entrada sustancialmente translúcida en su extremo superior y una salida sustancialmente translúcida en su extremo inferior. En algunas implementaciones, los tubos 230 tienen unas superficies internas sustancialmente reflectantes para facilitar la transmisión de la luz. Cuando el conjunto de detección óptica se ensambla, los tubos 230 se pueden extender en los compartimentos de fuente de luz 226 del elemento de carcasa superior 206 y están situados en general de modo que reciban luz procedente de las fuentes de luz 204 respectivas. En algunas implementaciones, los conductos de luz rectos se forman a partir de un material acrílico transparente.

El elemento de carcasa inferior 214 está ubicado por debajo de la ventana inferior del trayecto de documentos 212. El elemento de carcasa inferior 214 se extiende en una dirección sustancialmente perpendicular con relación a la dirección de desplazamiento 219 del documento 108. Las superficies interiores del elemento de carcasa inferior 214 definen una abertura a través de la cual se puede desplazar la luz desde el conjunto de canalización de luz 216 hasta la ventana inferior del trayecto de documentos 212. En algunas implementaciones, la abertura es simplemente una abertura que se extiende desde el fondo hasta la parte superior del elemento de carcasa inferior 214. En algunas implementaciones, la abertura puede incluir un material sustancialmente translúcido o transparente también.

El elemento de carcasa inferior 214 tiene unos taladros 232 que se extienden a través de este en sus extremos opuestos. Cuando se ensambla el conjunto de detección óptica, esos taladros 232 reciben partes del conjunto de canalización de luz 216. La luz se desplaza desde los conductos de luz rectos 230 en la ventana inferior del trayecto de documentos 212, a través de los taladros 232, hasta el conjunto de canalización de luz 216.

El conjunto de canalización de luz 216 tiene forma sustancialmente de U e incluye un núcleo de canalización de luz 218, una primera cubierta de alojamiento 220 y una segunda cubierta de alojamiento 222.

El núcleo de canalización de luz 218 se puede fabricar a partir de un material translúcido, tal como el vidrio o plástico transparente. El núcleo de canalización de luz 218 define un primer orificio de entrada de luz 234a en un primer extremo del conjunto de canalización de luz 216 y un segundo orificio de entrada de luz 234b en un segundo extremo del conjunto de canalización de luz 216. Una superficie de emisión de luz 242 se extiende sustancialmente entre el primer y segundo extremo del conjunto de canalización de luz 216. En la implementación ilustrada, la superficie de emisión de luz 242 se dispone de modo que transmita luz a través del trayecto de documentos a los detectores ópticos 202.

En la superficie de emisión de luz 242 se forman unas características superficiales (no son visibles en la figura 2). En algunas implementaciones, las características superficiales tienen forma piramidal. De manera habitual, las características superficiales ayudan a garantizar que la luz emitida desde la superficie de emisión de luz tenga un brillo/una intensidad sustancialmente uniformes en toda la anchura de la superficie de emisión de luz. En algunas implementaciones, dicha uniformidad se puede lograr independientemente de si la luz entra en el conjunto de conducto de luz 218 por el primer orificio de entrada de luz 234a o el segundo orificio de entrada de luz 234b.

En la implementación ilustrada, el primer 234a y segundo 234b orificio de entrada de luz y la superficie de emisión de luz 242 se disponen de tal manera que la luz entre al primer o segundo orificio de entrada desde un primer sentido (es decir, en un sentido sustancialmente hacia abajo) y salga de la superficie de emisión de luz 242 en un segundo sentido opuesto al primero (es decir, en un sentido sustancialmente hacia arriba).

El núcleo de canalización de luz 218 incluye los orificios de entrada de luz 234a, 234b, las varillas 236a, 236b, que se extienden respectivamente hacia abajo desde cada orificio de entrada 234a, 234b, los conectores en ángulo 238a, 238b, que se extienden respectivamente desde cada varilla vertical 236a, 236b, y una parte de base horizontal 240 que se extiende entre los conectores en ángulo 238a, 238b. Una superficie superior de la parte de base 240 es la superficie de emisión de luz 242.

La primera y segunda cubierta de alojamiento 220, 222 están adaptadas de modo que se ajusten entre sí para formar una barrera protectora alrededor de la mayor parte del núcleo de canalización de luz 218. En algunas implementaciones, la primera y segunda cubierta de alojamiento 220, 222 son piezas de plástico moldeado y son en general opacas. La primera y segunda cubiertas de alojamiento pueden ser blancas. En algunas implementaciones, la primera y segunda cubierta de alojamiento se fabrican, por ejemplo, con un material de acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) de bajo coste y encapsulan el núcleo. Las superficies interiores de la primera y segunda cubierta de alojamiento 220, 222 que, en el conjunto, contactan o están enfrentadas con el núcleo de canalización de luz 218, son preferentemente reflectantes de manera difusa (es decir, estas permiten que se produzca la reflexión desde una superficie uniforme o granular, de modo que los rayos de luz incidentes se reflejen aparentemente formando diversos ángulos).

Cuando se acoplan conjuntamente, la primera y segunda cubierta de alojamiento 220, 222 forman una abertura sobre la superficie superior del núcleo de canalización de luz 218. Esa abertura permite que la luz procedente de la superficie de emisión de luz 242 se desplace en un sentido hacia arriba hacia el trayecto de documentos. Cuando se ensamblan, los extremos (que incluyen al menos el primer y segundo orificio de entrada de luz 234a, 234b) también están expuestos a través de la primera y segunda cubierta de alojamiento 220, 222. Esa disposición permite que la luz procedente de la fuente de luz 204 entre en el núcleo de canalización de luz 218 a través de los orificios de entrada de luz 234a, 234b expuestos.

Un ejemplo del funcionamiento del conjunto de detección óptica es como sigue. Se ilumina una de las fuentes de luz 204. La luz procedente de las fuentes de luz 204 se desplaza hacia abajo hasta uno de los conductos de luz rectos 230. La luz se desplaza a través del conducto de luz recto 230, pasando alrededor del trayecto de documentos. La luz procedente del conducto de luz recto 230 entra a continuación en el conjunto de canalización de luz 216 a través de uno de los orificios de entrada de luz (p. ej., a través del orificio de entrada de luz 234a). La luz se propaga a través del núcleo de canalización de luz 218 mediante cualquiera de reflexión interna total (TIR) y/o mediante reflexión en diversas partes del núcleo de canalización de luz 218 y/o en las superficies reflectantes de manera difusa de las cubiertas de alojamiento 220, 222.

La reflexión interna total hace referencia a un fenómeno óptico que se produce cuando un rayo de luz incide en un límite de un medio formando un ángulo mayor que un ángulo crítico con respecto a la normal al límite. En esa situación, si el índice de refracción es menor en el otro lado del límite, entonces no pasa luz a través del límite y la luz se refleja internamente de manera total. El ángulo crítico es el ángulo de incidencia por encima del cual se produce la reflexión interna.

La luz sale del núcleo de canalización de luz 218 a través de la superficie de emisión de luz 242. A continuación, la luz se desplaza hacia arriba a través de la abertura formada por la primera y segunda cubierta de alojamiento 220, 222. Posteriormente, la luz se desplaza a través de la lente de Fresnel en la ventana inferior del trayecto de documentos 212 y hasta el trayecto de documentos. En algunas implementaciones, la lente de Fresnel en la ventana

inferior del trayecto de documentos 212 tiene una distancia focal de aproximadamente 12 mm y un paso de Fresnel de aproximadamente 0.75 mm. Preferentemente, la estructura de Fresnel está ubicada en el lado de abajo de la ventana inferior del trayecto de documentos 212, formando el otro lado de la ventana un lado del trayecto de documentos y siendo sustancialmente plano. Esto se puede considerar deseable para evitar que características sobresalientes en el trayecto de documentos puedan provocar atascos. El lado de la ventana superior del trayecto de documentos 210, que está enfrentado al lado sustancialmente plano de la ventana inferior del trayecto de documentos 212, también es sustancialmente plano.

Si un documento está presente en el trayecto de documentos, al menos parte de la luz que pasa a través del trayecto de documentos pasa a través del propio documento. La luz sale del trayecto de documentos a través de la ventana superior del trayecto de documentos 210. A continuación, la luz pasa a través de la matriz de lentes de Fresnel y a los compartimentos de detector óptico 224 discretos en el elemento de carcasa superior. Posteriormente, la luz alcanza los detectores ópticos 202, que generan unas señales para un procesamiento ulterior.

La figura 4 es una vista en perspectiva de un núcleo de canalización de luz 218 de la figura 2. La figura 5 es una vista ampliada del área "A" en la figura 4.

En la implementación ilustrada, se forma una fila de características superficiales 402 en la superficie de emisión de luz 242. Las características superficiales 402 ilustradas tienen forma sustancialmente piramidal y están aproximadamente separadas de manera uniforme a lo largo de la superficie de emisión de luz 242. Cada característica superficial 404 tiene una base sustancialmente rectangular y cuatro lados triangulares de aproximadamente igual tamaño, que se encuentran en un punto a cierta distancia sobre la base. Cada base sustancialmente rectangular se forma de modo que dos de sus lados sean aproximadamente paralelos al eje longitudinal de la parte de base 240. En la implementación ilustrada, la más pequeña de las características superficiales ocupa aproximadamente un 40% del área superficial de un área unitaria en la superficie de emisión de luz 242. Las mayores características superficiales 402 ocupan un porcentaje mayor de cada unidad de área de la superficie superior.

En general, la cantidad de luz que sale de cada parte de la superficie de emisión de luz 242 está relacionada con el tamaño de las características superficiales 402 en esa parte. En partes que tienen unas mayores características superficiales 402, la cantidad de luz que sale de esas partes es en general mayor de lo que saldría de esas partes si esas partes tuvieran menores características superficiales o ninguna característica superficial en absoluto. Al verificar el tamaño de las características superficiales 404 a través de la superficie de emisión de luz 242, se puede personalizar el perfil de intensidad/brillo de la luz que sale de la superficie de emisión de luz 242.

En la implementación ilustrada, las características superficiales 402 varían de tamaño a través de la superficie de emisión de luz 242. Más en particular, las más pequeñas de las características superficiales 402 están en extremos opuestos de la superficie de emisión de luz 242. Los tamaños de las características superficiales 402 aumentan de manera gradual al moverse hacia el centro de la superficie de emisión de luz 242. Los tamaños variables de las características con forma piramidal 404 se pueden observar más fácilmente en la figura 5.

Como las características superficiales 402 más pequeñas están ubicadas en extremos opuestos de la superficie de emisión de luz 242 y las características superficiales 402 aumentan de manera gradual de tamaño al moverse hacia el centro de la superficie de emisión de luz 242, la cantidad máxima de intensificación de la luz se produce cerca del centro de la superficie de emisión de luz 242. Dicha disposición puede ser útil para contrarrestar una disminución en la intensidad/el brillo de la luz que en caso contrario se podría producir cerca del centro de la superficie de emisión de luz 242, comparado con los extremos de la superficie de emisión de luz 242. De hecho, con la disposición ilustrada de características superficiales, el efecto sobre el perfil de intensidad/brillo de la luz es similar independientemente de si la luz entra al núcleo de canalización de luz 218 a través de un orificio de entrada de luz 234a o un orificio de entrada de luz 234b.

En general, la intensidad/el brillo de la luz cae en general a través de la superficie de emisión de luz al moverse alejándose del sitio por donde entra la luz al conjunto de canalización de luz. Dicha disminución de intensidad está provocada en general por una falta de eficiencia. En consecuencia, si la luz tuviera que entrar, por ejemplo, por el orificio de entrada 234a del conjunto de canalización de luz 216, y si la superficie superior 402 de la parte de base 240 del núcleo 218 fuera completamente plana, la intensidad/el brillo en toda la superficie de emisión de luz 242 podría disminuir al moverse alejándose del orificio de entrada 234a. No obstante, si la superficie superior tiene las características superficiales 402, que aumentan de tamaño al moverse alejándose del orificio de entrada 234a (tal como se muestra en las figuras 4 y 5), se puede reducir la disminución de intensidad.

La figura 6 es una vista esquemática de una sección transversal de parte de un conjunto de canalización de luz 216. La implementación ilustrada muestra parte del núcleo de canalización de luz 218 y parte de la segunda cubierta de alojamiento 222. Las flechas muestran la luz que se propaga a través del conjunto de canalización de luz 216.

La parte ilustrada del núcleo de canalización de luz 218 incluye parte de una varilla vertical 236a, un conector en ángulo 238a y parte de la parte de base 240. Aunque no es visible en la figura 6, la varilla vertical 236a está

conectada a un primer orificio de entrada de luz (es decir, el 234a en la figura 4) en un primer extremo del conjunto de canalización de luz 216. La superficie superior de la parte de base 240 es una superficie de emisión de luz 402.

Las características superficiales 404a, 404b, 404c se forman en la superficie de emisión de luz 402. Las características superficiales 404a, 404b, 404c ilustradas tienen una forma sustancialmente piramidal y aumentan de tamaño desde la característica superficial 404a hasta la característica superficial 404c. Cada característica superficial 404a, 404b, 404c define un primer límite de reflexión interna 650a, 650b, 650c en un extremo de la característica superficial alejado con relación al primer orificio de entrada de luz (es decir, el 234a en la figura 4). La luz que entra en el primer orificio de entrada de luz es dirigida a los primeros límites de reflexión interna 650a-650c mediante el reflector en ángulo 652. Preferentemente, el reflector en ángulo 652 está lo suficientemente inclinado con relación a la varilla vertical 236a como para garantizar una reflexión interna total (o casi total) de la luz procedente del primer orificio de entrada de luz.

La luz reflejada de los primeros límites de reflexión interna 650a-650c es dirigida sustancialmente hacia abajo y pasa a través de un límite del fondo 608 del núcleo de canalización de luz 218. Preferentemente, los primeros límites de reflexión interna 650a-650c están lo suficientemente inclinados con relación a la dirección de la luz que llega desde el reflector en ángulo 652 como para garantizar la reflexión interna total (o casi total). Preferentemente también, las características superficiales 404a-404c se disponen de modo que esa luz procedente del reflector en ángulo 652, que pasa a través de los primeros límites de reflexión interna, si los hay, vuelve a entrar en una adyacente de las características superficiales 404a-404c.

La luz que pasa a través del límite del fondo 608 se refleja de manera difusa en la superficie de reflexión difusa 654 en la superficie interior de la segunda cubierta de alojamiento 222. De manera habitual, una parte sustancial de la luz reflejada de manera difusa se desplaza hacia arriba para salir del núcleo de canalización de luz 218 a través de la superficie de emisión de luz 402. Dicha luz sale de manera habitual del núcleo de canalización de luz 218 en una posición longitudinal a lo largo del núcleo de canalización de luz 218 que está cerca de una asociada de las características superficiales 404a, 404b, 404c.

Como las características superficiales 404a, 404b, 440c aumentan de tamaño a través de la superficie de emisión de luz 402, también lo hacen los tamaños de los primeros límites de reflexión interna 650a, 650b, 650c correspondientes. En consecuencia, los primeros límites de reflexión interna 650a, 650b, 650c aumentan de tamaño de manera gradual desde el primer límite de reflexión interna 650a hasta el primer límite de reflexión interna 650c. Los primeros límites de reflexión interna mayores mejoran en general la intensidad/el brillo de la luz más que los primeros límites de reflexión interna menores.

El conjunto de canalización de luz 216 ilustrado tiene un segundo orificio de entrada de luz (es decir, el 234b en la figura 4) en el segundo extremo del conjunto de canalización de luz. Cada característica superficial 404a, 404b, 404c en la superficie de emisión de luz 402 define un segundo límite de reflexión interna 654a, 654b, 654c en un extremo de la característica superficial 404a, 404b, 404c alejado con relación al segundo orificio de entrada de luz (es decir, el 234b en la figura 4). La luz que entra en el segundo orificio de entrada de luz (un ejemplo de la cual se muestra como una flecha a trazos en la figura 6) es dirigida a los segundos límites de reflexión interna 654a, 654b, 654c mediante un reflector en ángulo (no se muestra). La superficie de reflexión difusa 654 de la segunda cubierta de alojamiento 222 refleja la luz procedente de los segundos límites de reflexión interna 654a, 654b, 654c a través de la superficie de emisión de luz 402.

Los segundos límites de reflexión interna 654a, 654b, 654c varían de tamaño a través de la superficie de emisión de luz 402. En la parte ilustrada del conjunto de canalización de luz 216, los segundos límites de reflexión interna 654a, 654b, 654c aumentan de tamaño desde la característica superficial 404a hasta la característica superficial 404c.

Tal como se analiza a continuación con más detalle, en algunas implementaciones, los segundos límites de reflexión interna 654a, 654b, 654c pueden aumentar de tamaño en un sentido a través de la superficie de emisión de luz, mientras los primeros límites de reflexión interna 650a, 650b, 650c aumentan de tamaño en un segundo sentido opuesto a través de la superficie de emisión de luz.

La figura 7 es una vista en planta de partes de un conjunto de canalización de luz 716. El conjunto de canalización de luz 716 ilustrado tiene una superficie de emisión de luz 702 con una disposición alternativa de características superficiales 704a a 704g en ella.

Exceptuando la característica superficial más centrada 704d, todas las características superficiales 704a-704c y 704e-704g tienen bases sustancialmente trapezoidales. La característica superficial más centrada 704c tiene una base sustancialmente rectangular. Cada base sustancialmente trapezoidal tiene un par de lados sustancialmente paralelos, uno de los cuales es más largo que el otro.

Un primer orificio de entrada de luz 734a se encuentra en un primer extremo de la superficie de emisión de luz 702. Un segundo orificio de entrada de luz 734b se encuentra en un segundo extremo opuesto de la superficie de emisión de luz 702. Cada característica superficial 704a-704g define un primer límite de reflexión interna 750a-750g en un extremo de la característica superficial alejado con relación al primer orificio de entrada de luz 734a. La luz que entra en el primer orificio de entrada de luz 734a es dirigida a los primeros límites de reflexión interna 750a-704g. Se

disponen una o más superficies de reflexión (no se muestran en la figura 7) de modo que reciban la luz reflejada por los primeros límites de reflexión interna 750a-750g y reflejen de manera difusa esa luz a través de la superficie de emisión de luz 702.

5 Tal como se muestra, los primeros límites de reflexión interna 750a-750g varían de tamaño a través de la superficie de emisión de luz 702. Más en particular, los primeros límites de reflexión interna 750a-750g aumentan de tamaño de manera gradual desde el primer orificio de entrada de luz 734a hasta el segundo orificio de entrada de luz 734b.

10 Cada característica superficial 704a-704g también define un segundo límite de reflexión interna 754a-754g en un extremo de la característica superficial 704a-704g alejado con relación al segundo orificio de entrada de luz 734b. La luz que entra en el segundo orificio de entrada de luz 734b es dirigido a los segundos límites de reflexión interna 754a-754g. Una o más superficies de reflexión (no se muestran en la figura 7) reciben la luz reflejada por los segundos límites de reflexión interna 754a-754g y reflejan esa luz a través de la superficie de emisión de luz 702.

Tal como se muestra, los segundos límites de reflexión interna 754a-754g varían de tamaño a través la superficie de emisión de luz 702. Más en particular, los segundos límites de reflexión interna 754a-754g aumentan de tamaño de manera gradual desde el segundo orificio de entrada de luz 734b hasta el primer orificio de entrada de luz 734a.

15 Como los primeros límites de reflexión interna 750a-750g y los segundos límites de reflexión interna 754a-754g aumentan de tamaño de manera gradual en sentidos opuestos, el perfil de intensidad/brillo de la luz se puede regular a través de la superficie de emisión de luz 702 independientemente de si la luz entra al conjunto de canalización de luz 716 a través del primer 734a o segundo 734b orificio de entrada de luz.

La figura 8 es una vista en perspectiva de un núcleo de canalización de luz 1218 alternativo.

20 El núcleo de canalización de luz ilustrado incluye dos orificios de entrada sustancialmente paralelos 1234 en cada extremo del núcleo 1218. El núcleo de canalización de luz ilustrado 1218 está adaptado de modo que transporte la luz por medio de una reflexión interna total (o sustancialmente total) desde cualquiera de los orificios de entrada 1234 hasta la superficie de emisión de luz 1242. La superficie de emisión de luz 1242 incluye una fila de características superficiales 1204 formadas en esta. Las características superficiales 1204 aumentan de tamaño de manera gradual desde cada extremo de la superficie de emisión de luz 1242 hacia el centro de la superficie de emisión de luz 1242. Durante el funcionamiento, la luz puede entrar al núcleo de canalización de luz 1218 a través de uno o más de los cuatro orificios de entrada de luz 1234.

25 La geometría de orificio dual ilustrada puede permitir más de dos paquetes de diodos de emisión de luz multidadado para utilizar en iluminación en casos donde, por ejemplo, se desea una energía óptica adicional o longitudes de onda adicionales. En algunas implementaciones, el núcleo de canalización de luz puede incluir tres o más orificios de entrada en cada extremo del núcleo de canalización de luz.

La figura 9 es una vista en perspectiva parcial que muestra las posiciones relativas del conjunto de canalización de luz 216 y la ventana inferior del trayecto de documentos 212.

35 La superficie de emisión de luz 402 del conjunto de canalización de luz 216 tiene una fila de características superficiales con forma piramidal 404 en esta. La ventana inferior del trayecto de documentos 212 se encuentra directamente sobre la superficie de emisión de luz 402. Una estructura de Fresnel (no visible) se encuentra en un lado de la ventana inferior del trayecto de documentos 212 enfrentada al conjunto de canalización de luz 216. La superficie superior de la ventana inferior del trayecto de documentos 212 es sustancialmente plana y forma parte del trayecto de documentos.

40 La luz emitida desde la superficie de emisión de luz 402 pasa a través de la estructura de Fresnel en la ventana inferior del trayecto de documentos. La estructura de Fresnel colima, al menos parcialmente, la luz que pasa a través de ella.

La figura 10 es una vista en perspectiva de una matriz de lentes de Fresnel 208 y un elemento de carcasa superior 206. La figura 11 es una vista con un corte realizado a lo largo de las líneas 11-11 en la figura 10.

45 La matriz 208 ilustrada incluye una primera estructura de Fresnel 902 en un primer lado de esta y una segunda estructura de Fresnel 904 en un segundo lado opuesto de esta. La primera estructura de Fresnel 902 se extiende de manera continua a través de sustancialmente la totalidad de la longitud de la matriz 208. La segunda estructura de Fresnel 904 tiene varios segmentos de Fresnel 910. Cada segmento de Fresnel 910 es sustancialmente ortogonal a la primera estructura de Fresnel 902. Cada segmento de Fresnel 910 se corresponde y está alineado sustancialmente con uno de los detectores ópticos 202.

50 Durante el funcionamiento, la luz pasa a través de la matriz 208 de lentes de Fresnel hasta la pluralidad de detectores ópticos. La matriz 208 de lentes de Fresnel distorsiona de manera anamórfica la luz. De manera más específica, la matriz 208 de lentes de Fresnel comprime de manera anamórfica la luz. En consecuencia, cada detector óptico 202 recibe luz que se corresponde con un área de forma aproximadamente oblonga del trayecto de los billetes. En algunas implementaciones, el área de forma oblonga tiene una anchura de aproximadamente 12 mm

en una dirección que atraviesa la anchura del trayecto de documentos (es decir, en una dirección que es perpendicular a la dirección de desplazamiento del documento a través del trayecto). En algunas implementaciones, la longitud del área de forma oblonga (es decir, en una dirección perpendicular a la anchura) es de aproximadamente 7 mm.

- 5 Como los detectores ópticos 202 reciben luz que se corresponde con un área aproximadamente oblonga del trayecto de documentos, pueden ser necesarios menos detectores ópticos 202 para cubrir un área particular del trayecto de documentos.

- 10 La primera estructura de Fresnel 902 incluye una región central convexa 1150. Un primer conjunto 1152 de dientes que se extiende a través de la matriz en un primer lado de la región central convexa 1150. Un segundo conjunto 1154 de dientes que se extiende a través de la matriz en un segundo lado de la región central convexa 1150. Cada diente incluye una primera superficie que se extiende desde la matriz, en una dirección aproximadamente normal con relación a un plano de la matriz, y una segunda superficie que se extiende desde un extremo distal de la primera superficie y que está inclinada con relación al plano de la matriz. El ángulo de las segundas superficies adyacentes de al menos algunos de los dientes difiere entre sí. Más en particular, el ángulo de las segundas superficies en
15 dientes adyacentes de cada conjunto aumenta al moverse alejándose de la región central convexa.

- 20 De manera similar, cada segmento de Fresnel 910 de la segunda estructura de Fresnel 904 incluye una región central convexa 912. Un primer conjunto 914 de dientes se extiende a través de cada segmento 910 en un primer lado de la región central convexa 912. Un segundo conjunto 915 de dientes se extiende a través de la matriz 208 en un segundo lado de la región central convexa 912. Cada diente incluye una primera superficie que se extiende desde la matriz, en una dirección aproximadamente normal con relación a un plano de la matriz, y una segunda superficie que se extiende desde un extremo distal de la primera superficie y que está inclinada con relación al plano de la matriz. El ángulo de las segundas superficies adyacentes de al menos algunos de los dientes difiere entre sí. Más en particular, el ángulo de las segundas superficies en dientes adyacentes de cada conjunto aumenta al moverse alejándose de la región central convexa.

- 25 La primera 902 y segunda 904 estructuras de Fresnel son sustancialmente ortogonales entre sí. La matriz de lentes de Fresnel 208 ilustrada es una lente de Fresnel cilíndrica de conjugada infinita y está adaptada de modo que proporcione una formación de imágenes anamórfica de la luz que sale de la superficie superior 402 del núcleo de canalización de luz 218. En general, una lente (o matriz de lentes) que proporciona formación de imágenes anamórfica produce una magnificación diferente a lo largo de las líneas en direcciones diferentes en el plano de la imagen. En la implementación ilustrada, la formación de imágenes anamórfica hace posible que menos detectores
30 ópticos 202 cubran una mayor distancia a través del trayecto de documentos de lo que en caso contrario sería posible. En consecuencia, son necesarios menos detectores ópticos 202 de los que harían falta en ausencia de las capacidades de formación de imágenes anamórficas.

- 35 En una implementación habitual, el número de segmentos de Fresnel 910 discretos en la superficie de Fresnel inferior 904 es igual al número de detectores ópticos 202 en el conjunto de detección óptica, y cada segmento de Fresnel 910 está asociado con uno respectivo de los detectores ópticos 202. En consecuencia, en la implementación ilustrada, la superficie de Fresnel inferior 912 tiene siete segmentos de Fresnel 910 discretos, cada uno de los cuales se corresponde con uno asociado de los detectores ópticos 202.

- 40 La matriz de lentes de Fresnel 208 se puede fabricar con plástico. No obstante, también pueden ser adecuados otros materiales. La matriz de lentes de Fresnel 208 se puede moldear de modo que esta forme parte del trayecto de documentos 110. No obstante, como hay características de Fresnel en ambos lados de la matriz de lentes de Fresnel 208, con frecuencia será deseable que la matriz de lentes de Fresnel 208 no forme parte del trayecto de documentos 110, ya que al hacerlo puede exponer al trayecto de documentos 110 a atascos y acumulación de polvo. Por lo tanto, en general es deseable moldear la matriz de lentes de Fresnel como una pieza independiente y
45 tener un elemento separado (p. ej., la ventana superior del trayecto de documentos 210) que sirva como parte del trayecto de documentos.

- 50 El elemento de carcasa superior 206 está sobre la matriz de lentes de Fresnel 208. El elemento de carcasa superior 206 incluye unos deflectores verticales 1002 que separan compartimentos de detección óptica 224 adyacentes entre sí. Los deflectores verticales 1002 son sustancialmente opacos y, por lo tanto, realizan una función de aislar ópticamente, al menos de manera parcial, compartimentos adyacentes entre sí.

- La distancia focal de la matriz de lentes de Fresnel 208 determina en general el rendimiento óptico de cada sección de Fresnel. En algunas implementaciones, es deseable que cada sección de Fresnel proporcione una formación de imágenes anamórficas de un área de aproximadamente 7 x 12 mm del trayecto de documentos 110. En esas implementaciones, una distancia focal de aproximadamente 7 mm se considera adecuada. Distancias focales
55 menores tienden a producir disminuciones del área de formación de imágenes, especialmente en las esquinas y especialmente a una distancia de trabajo lejana. Para minimizar las pérdidas en los bordes, en general es deseable tener lentes de distancia focal menor y unas anchuras de segmentos cortas.

Las figuras 12A-D ilustran diversas vistas de una única lente 1308 de una matriz de lentes de Fresnel (p. ej., la matriz de lentes de Fresnel 208).

Tanto la superficie superior 1302 como la inferior 1304 de las lentes 1308 ilustradas tienen características de Fresnel formadas en ellas. Las características de Fresnel en la superficie superior 1302 son ortogonales a las características de Fresnel formadas en la superficie inferior 1304.

La lente 1308 ilustrada se puede moldear como una parte integral de la matriz de lentes de Fresnel 208. Como alternativa, la lente ilustrada 1308 se puede formar de manera independiente del resto de la matriz de lentes de Fresnel 208 y adherirse o fijarse de otro modo en los demás elementos para formar la matriz de lentes de Fresnel 208.

La figura 13 es una vista en planta de un documento 108 que se mueve a lo largo de un trayecto de documentos 1110 pasando por cinco áreas de cobertura de detectores ópticos 1102.

El trayecto de documentos 1110 ilustrado es más largo que la anchura del documento 1108 (es decir, el billete de banco) que se mueve a lo largo del trayecto 1110. Como el documento 1108 podría estar más cerca de cualquier borde del trayecto 1110 y como se puede utilizar un documento 1108 mayor o menor, en general se desea que los detectores puedan cubrir la mayoría (o todo) el trayecto de documentos 1110. Además, es deseable que dicha cobertura se pueda obtener utilizando un número mínimo de detectores ópticos. También es deseable que el conjunto de canalización de luz proporcione una iluminación continua sustancialmente uniforme a través de toda la anchura del trayecto de documentos 1110.

La implementación ilustrada utiliza cinco sensores, cada uno adaptado de modo que cubra ópticamente una zona de aproximadamente 7 x 12 mm en el trayecto de documentos 1110. La dimensión de 7 mm se toma en la dirección del movimiento del documento y la dimensión de 12 mm se toma en la dirección de la anchura del trayecto de documentos.

Se han descrito diversas realizaciones.

Por ejemplo, el núcleo de canalización de luz puede incluir más de una fila de características superficiales. Las características superficiales se pueden disponer de una manera no ordenada y se pueden situar únicamente en ciertos sitios (pero no en otros) a lo largo de la superficie superior del núcleo de canalización de luz. Las características superficiales pueden adoptar diversas formas que incluyen cúbica, cilíndrica, forma piramidal con una punta truncada, forma piramidal con una punta redondeada y otras. De hecho, la característica superficial puede tener forma asimétrica e irregular. Cada característica superficial debería definir un límite de reflexión interno, cuyo tamaño se puede modificar de una característica superficial a otra característica superficial a través de una superficie de emisión de luz.

La disposición de detección puede incluir cualquier número de fuentes de luz y cualquier número de detectores ópticos. Diversas partes de las estructuras descritas en la presente se pueden formar de manera integral o formar de manera independiente y posteriormente fijarse entre sí. Los detectores ópticos y/o las fuentes de luz se pueden formar como una matriz lineal integrada.

Los diversos elementos se pueden reorganizar de una amplia variedad de maneras. El conjunto de canalización de luz se podría utilizar en dispositivos de aceptación de documentos de reflexión o transmisión. El conjunto de canalización de luz no es necesario que tenga forma de U. De hecho, puede tener diversas formas diferentes. Por ejemplo, el conjunto de canalización de luz podría ser sustancialmente recto con orificios de entrada de luz en extremos opuestos de este.

De manera similar, la matriz de lentes de Fresnel se podría incorporar en diversos dispositivos de aceptación de documentos diferentes, que incluyen dispositivos de aceptación de documentos de reflexión o transmisión.

Las fuentes de luz y/o los detectores ópticos se podrían situar en el mismo lado de un trayecto de documentos, aunque no en la misma placa de circuito impreso. De manera adicional, esos componentes se podrían situar en la misma placa de circuito durante el ensamblaje y posteriormente, antes de que se instale la placa de circuito en el dispositivo de aceptación de documentos, la placa de circuito se podría cortar para formar dos o más placas de circuito más pequeñas. Puede ser deseable que las fuentes de luz y los detectores ópticos estén situados aproximadamente en el mismo plano que los otros. No obstante, en algunos casos, las fuentes de luz y los detectores ópticos se pueden situar entre sí en lados opuestos del trayecto de documentos.

Los tamaños y formas de las características superficiales en la superficie de emisión de luz pueden variar de manera considerable. Las reglas de progresión de una característica superficial a la siguiente pueden variar dependiendo del efecto deseado para una aplicación particular.

El número de orificios de entrada de luz en cada extremo de un conjunto de canalización de luz puede variar. En algunas implementaciones, el número de orificios de entrada de luz en un extremo del conjunto de canalización de luz es diferente al número de orificios de entrada de luz en el extremo opuesto del conjunto de canalización de luz.

En consecuencia, otras implementaciones se encuentran dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de validación de documentos que comprende un conjunto de canalización de luz (216), que comprende:
 - 5 un primer orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234) en un primer extremo del conjunto de canalización de luz (216);
una superficie de emisión de luz (242, 402, 702) que se extiende sustancialmente desde el primer extremo hasta el segundo extremo del conjunto de canalización de luz (216);
una pluralidad de características superficiales (402, 404a-404c, 704a-704g) en la superficie de emisión de luz (242, 402, 702), donde cada característica superficial (402, 404a-404c, 704a-704g) define un primer límite de reflexión interna (650a-c, 654a-c) en un extremo de la característica superficial (402, 404a-404c, 704a-704g) alejado con relación al primer orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234), donde la luz que entra en el primer orificio de entrada (234a, 234b, 1234) es dirigida a los primeros límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c);
10 una o más superficies de reflexión (654) dispuestas de modo que reflejen la luz procedente de los primeros límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c) a través de la superficie de emisión de luz (242, 402, 702), donde los primeros límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c) varían de tamaño a través de la superficie de emisión de luz (242, 402, 702); y
un segundo orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234) en el segundo extremo del conjunto de canalización de luz, donde cada característica superficial (402, 404a-404c, 704a-704g) en la superficie de emisión de luz (242, 402, 702) define un segundo límite de reflexión interna (650a-c, 654a-c) en un extremo de la característica superficial (402, 404a-404c, 704a-704g) alejado con relación al segundo orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234),
20 donde la luz que entra en el segundo orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234) es dirigida a los segundos límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c), donde la o las superficies de reflexión (654) reflejan la luz procedente de los segundos límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c) a través de la superficie de emisión de luz (242, 402, 702), y
25 donde los segundos límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c) varían de tamaño a través de la superficie de emisión de luz (242, 402, 702).
 2. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, donde los primeros límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c) aumentan de tamaño desde el primer extremo del conjunto de canalización de luz hasta el segundo extremo del conjunto de canalización de luz.
 - 30 3. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de primeros orificios de entrada de luz (1234) en el primer extremo del conjunto de canalización de luz.
 4. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, donde los segundos límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c) aumentan de tamaño desde el segundo extremo del conjunto de canalización de luz hasta el primer extremo del conjunto de canalización de luz.
 - 35 5. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, donde una pluralidad de las características superficiales (402, 404a-404c, 704a-704g) tienen bases sustancialmente trapezoidales.
 6. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 5, donde las bases sustancialmente trapezoidales tienen un par de lados sustancialmente paralelos, uno de los cuales es más largo que el otro.
 7. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, donde los primeros y segundos límites de reflexión interna (650a-c, 654a-c) se disponen de modo que reflejen internamente de manera sustancialmente total la luz procedente del primer y segundo orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234), respectivamente.
 - 40 8. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, donde el primer y segundo orificio de entrada (234a, 234b, 1234) y la superficie de emisión de luz (242, 402, 702) se disponen de modo que la luz entre en el primer o segundo orificio de entrada (234a, 234b, 1234) desde un primer sentido y salga de la superficie de emisión de luz en un segundo sentido, opuesto al primero.
 - 45 9. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, que comprende además una pluralidad de segundos orificios de entrada de luz (1234) en el segundo extremo del conjunto de canalización de luz.
 10. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, donde la o las superficies de reflexión (654) están adaptadas de modo que reflejen la luz de manera difusa.

11. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, donde la pluralidad de características superficiales (402, 404a-404c, 704a-704g) tienen forma sustancialmente piramidal.
12. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 1, que comprende, además:
una o más fuentes de luz (204);
- 5 donde el primer orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234) se dispone de modo que reciba la luz desde una primera de las fuentes de luz (204);
una lente dispuesta de modo que colime, al menos de manera parcial, la luz que se emite desde la superficie de emisión de luz (242, 402, 702) del conjunto de canalización de luz; y
- 10 una pluralidad de detectores ópticos (202) dispuestos de modo que reciban la luz colimada al menos de manera parcial.
13. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 12, que comprende una pluralidad de primeros orificios de entrada de luz (1234) en el primer extremo del conjunto de canalización de luz.
14. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 13, donde cada uno de los primeros orificios de entrada de luz (234a, 234b, 1234) se dispone de modo que reciba la luz desde al menos una de las fuentes de luz (204).
- 15 15. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 12
donde el segundo orificio de entrada de luz (234a, 234b, 1234) se dispone de modo que reciba la luz desde una segunda de las fuentes de luz (204).
- 20 16. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 15, que comprende una pluralidad de segundos orificios de entrada de luz (1234) en el segundo extremo del conjunto de canalización de luz.
17. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 16, donde cada uno de los segundos orificios de entrada de luz (1234) se dispone de modo que reciba la luz desde al menos una de las fuentes de luz.
18. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 12, donde la lente es una lente de Fresnel cilíndrica de conjugada infinita.
- 25 19. El dispositivo de validación de documentos de la reivindicación 12, donde la lente comprende:
un lado sustancialmente plano; y
un lado con una estructura de Fresnel, donde el lado sustancialmente plano de la lente forma parte de un trayecto de documentos a través del dispositivo de validación de documentos.

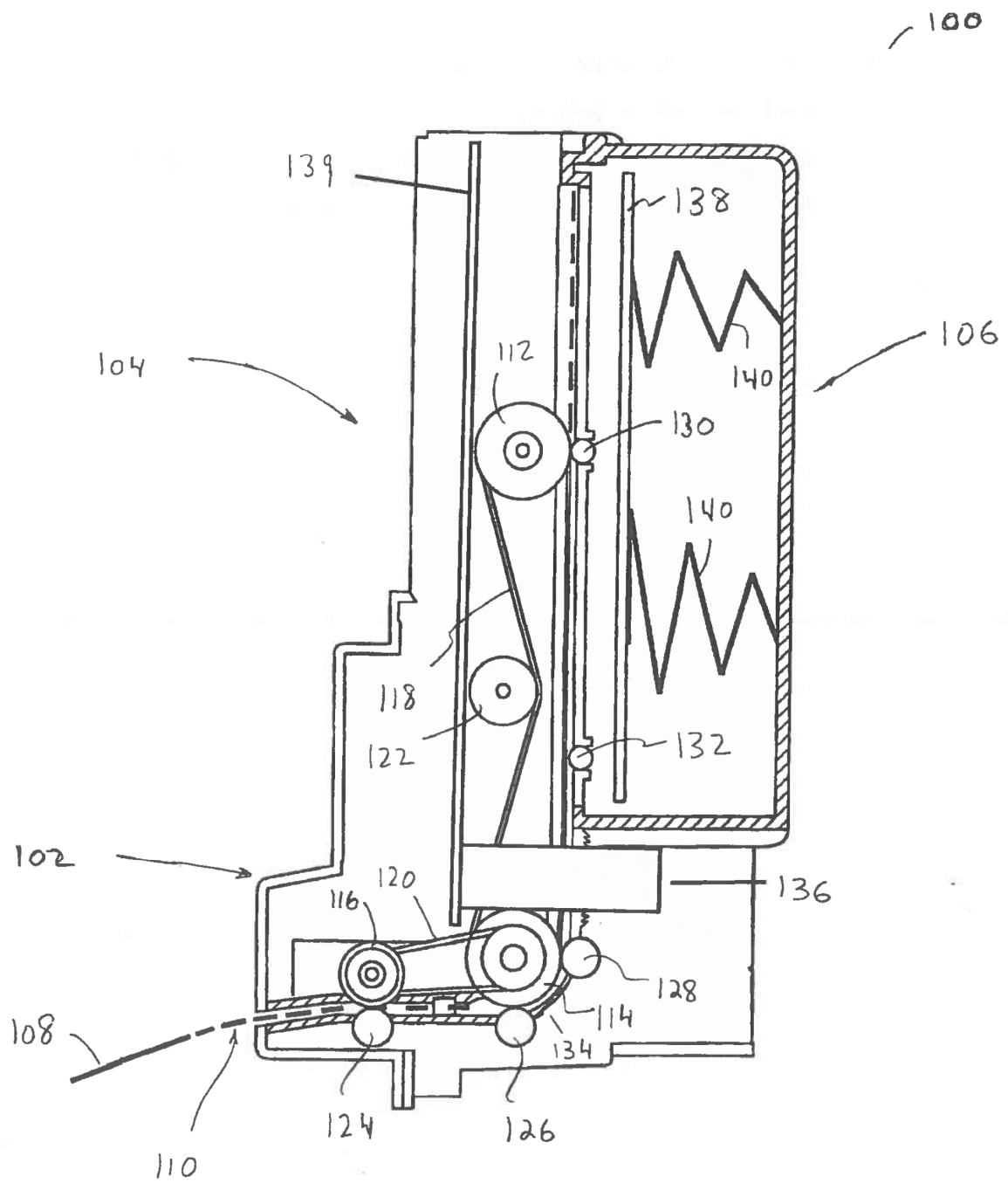


FIG. 1

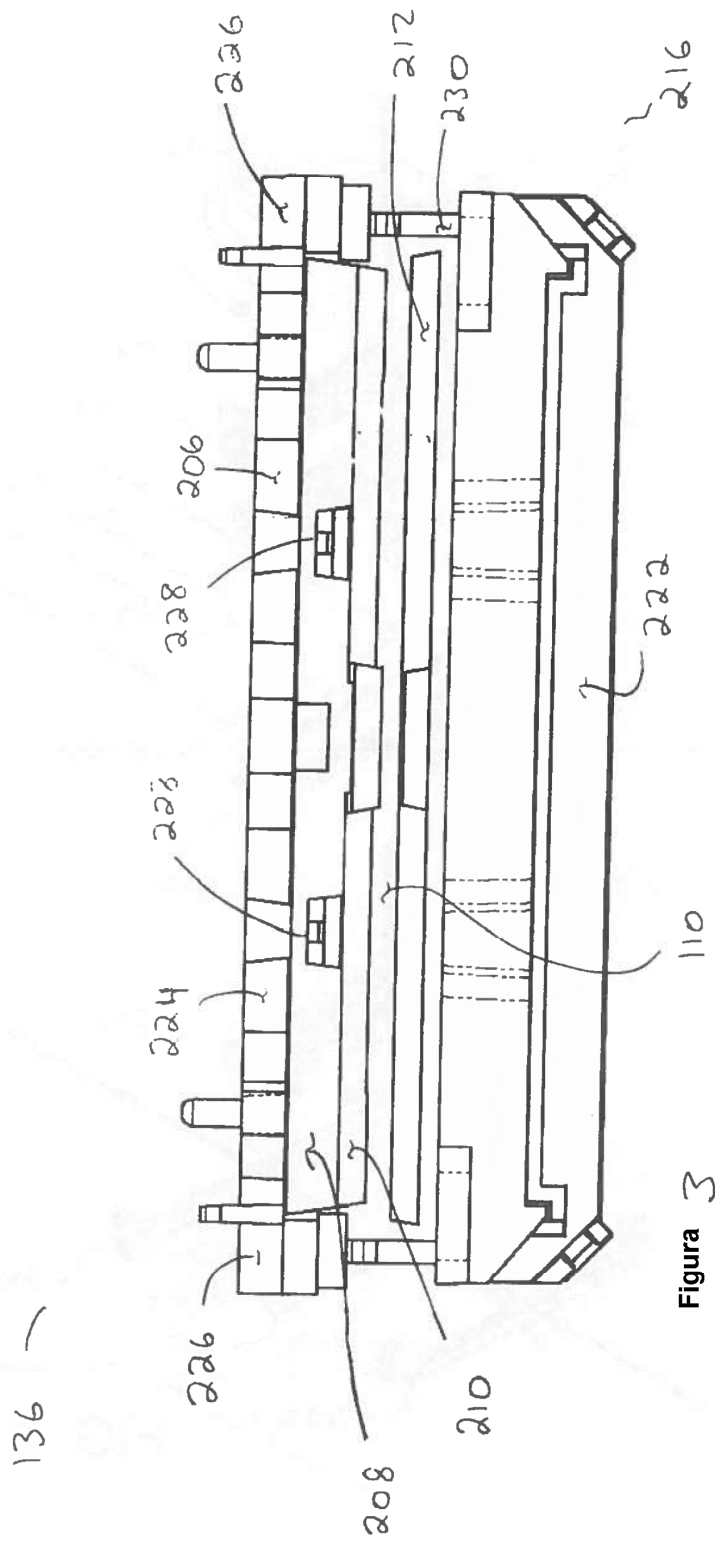


Figure 3

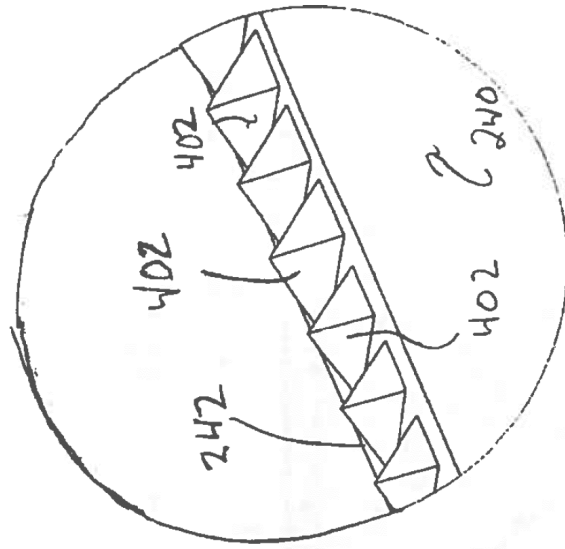


Figura 5

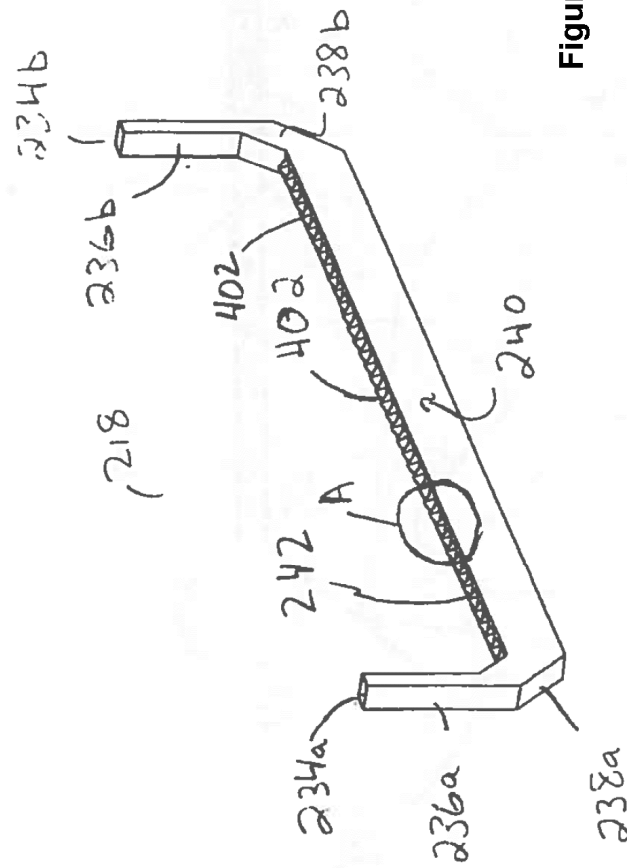


Figura 4

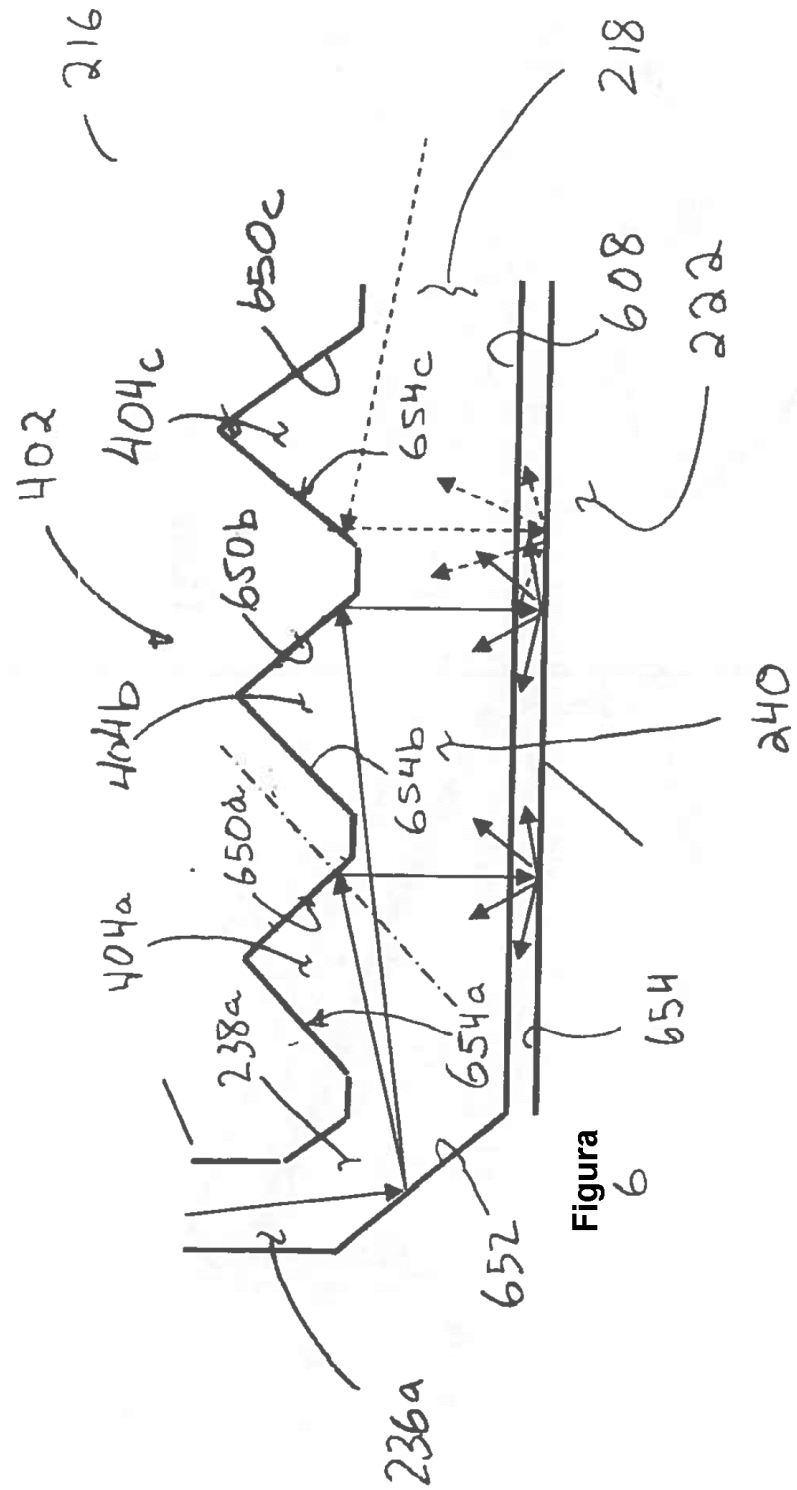
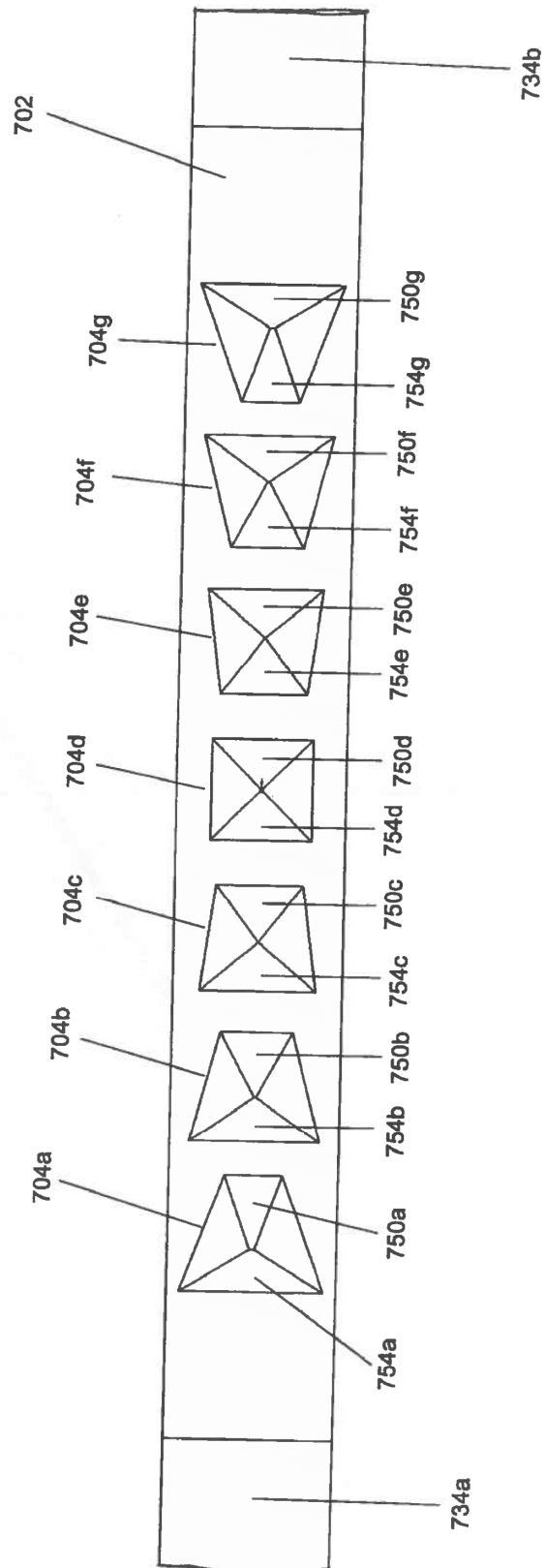


Figura
6

Fig 7



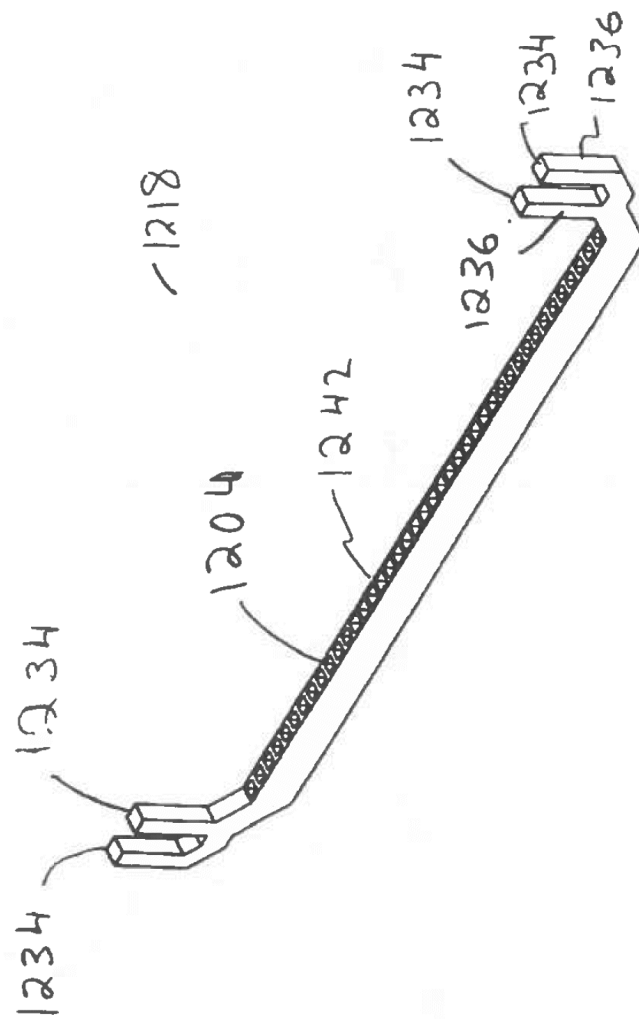


Fig 8

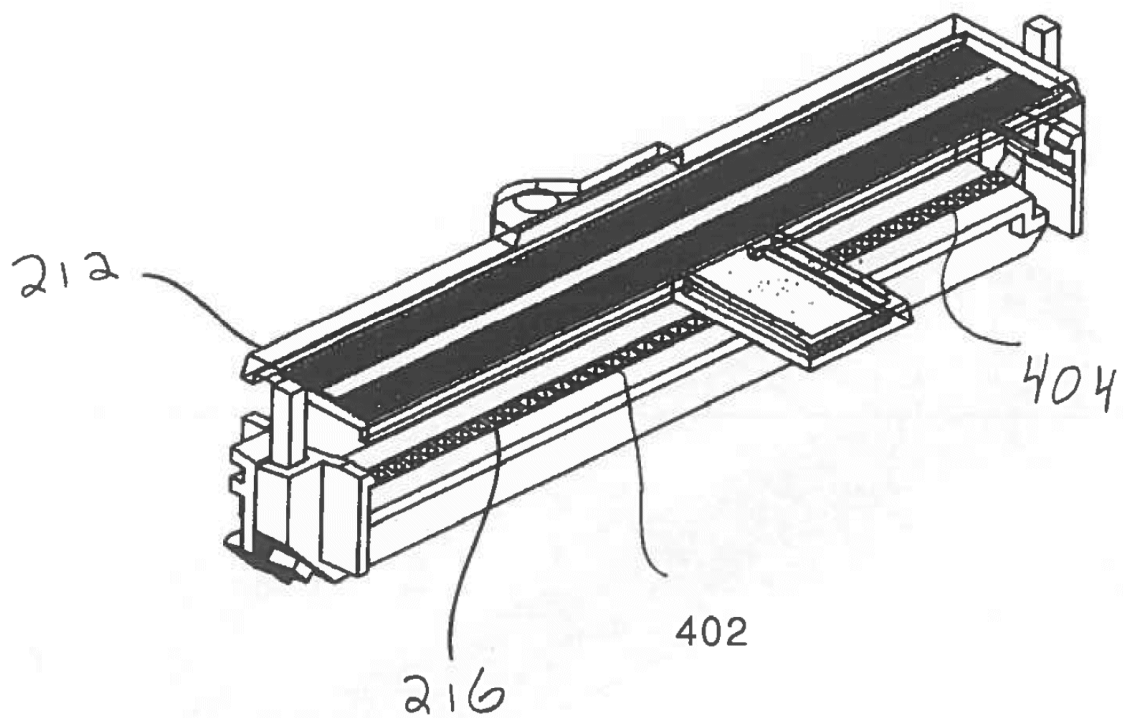
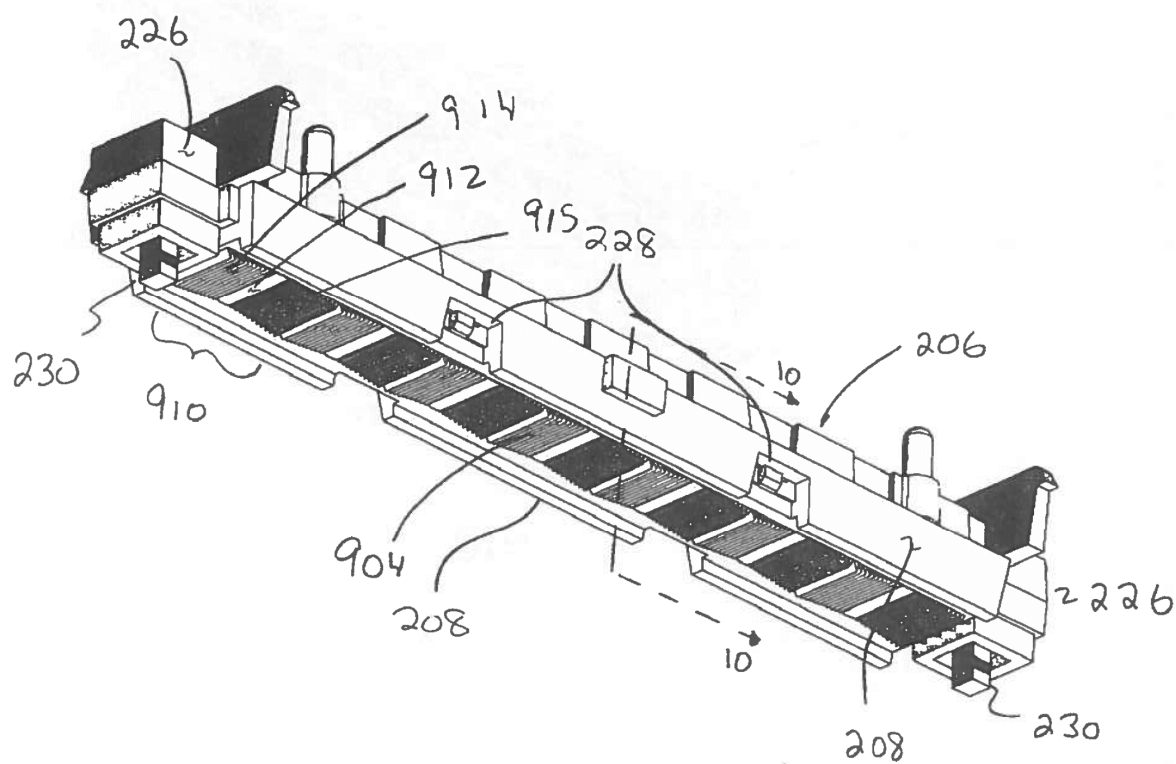


FIG. 9

FIG. 10



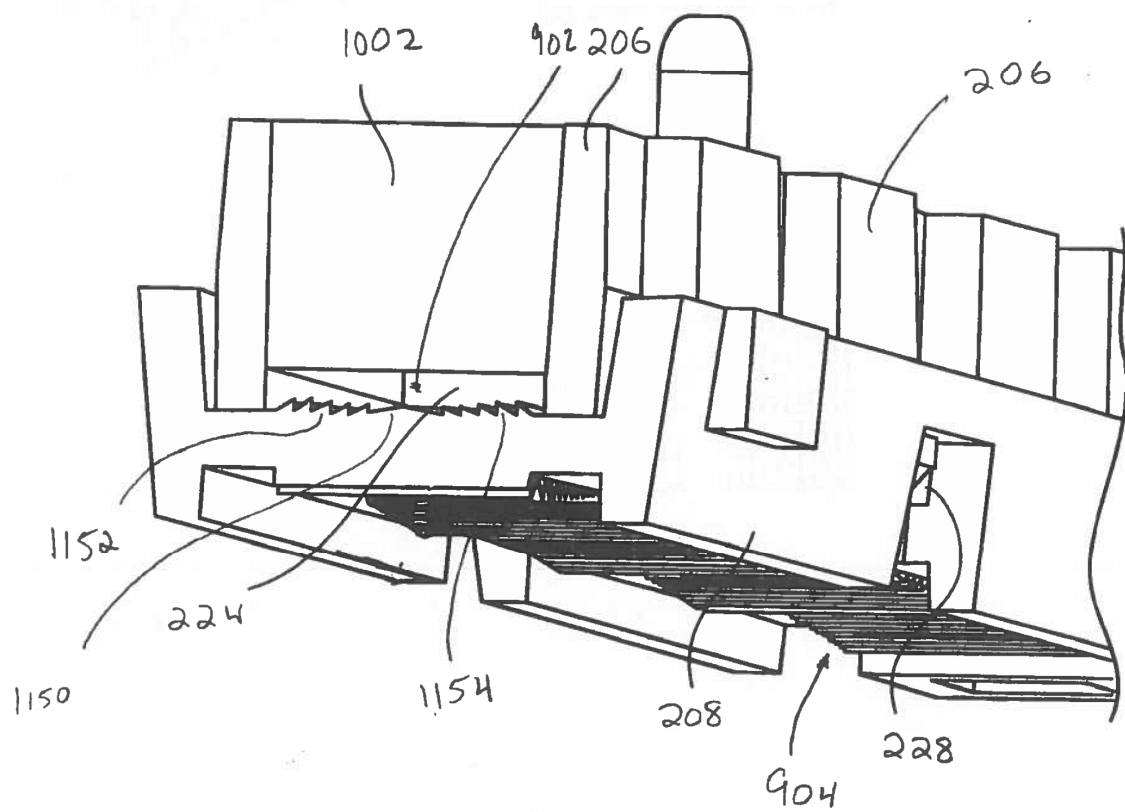


FIG. 11

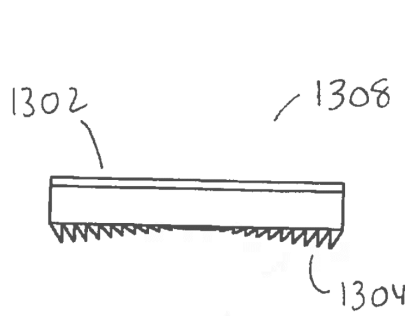


FIG. 12B

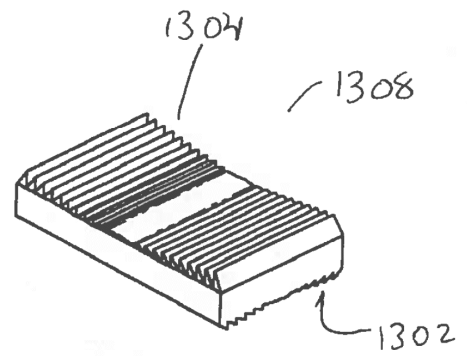


FIG. 12A

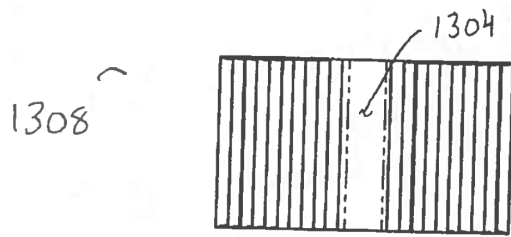


FIG. 12C

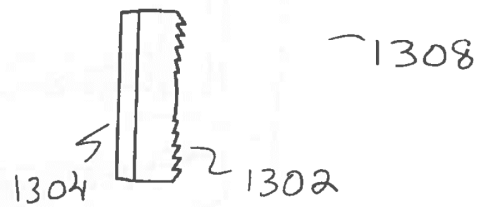


FIG. 12D

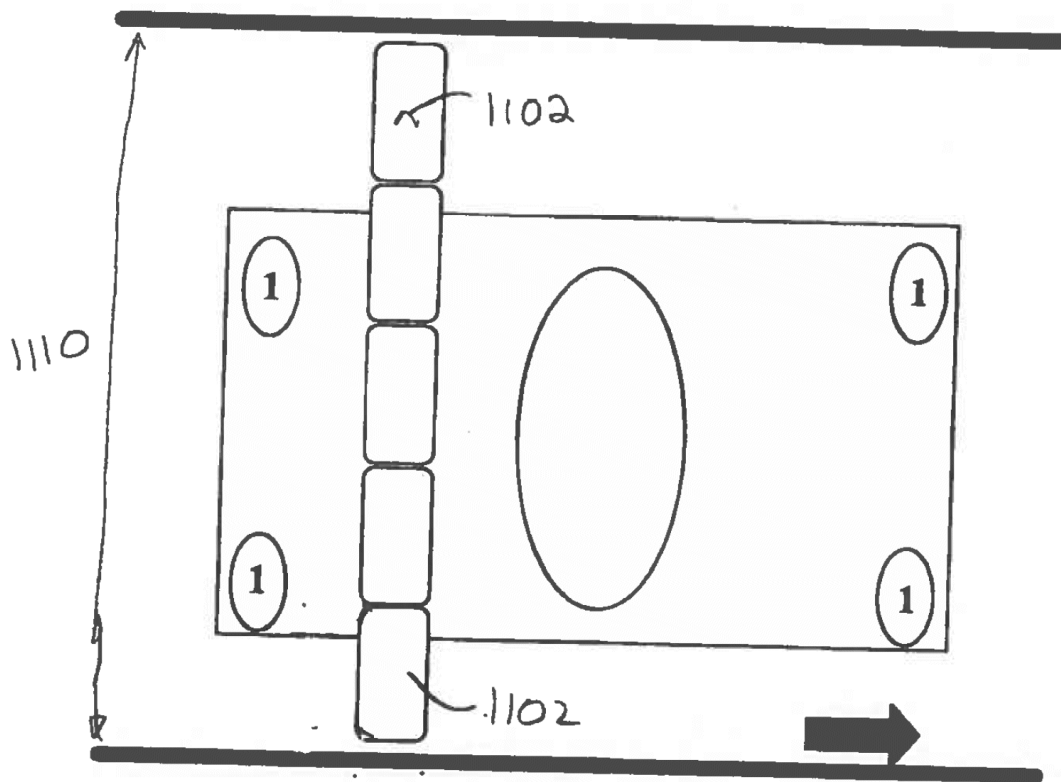


FIG. 13