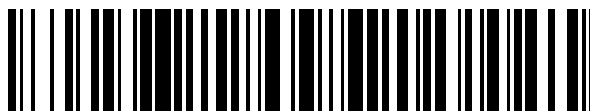


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 796 862**

51 Int. Cl.:

**G07D 7/121** (2006.01)

**G07D 7/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2014 PCT/US2014/017345**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.08.2014 WO14130644**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2014 E 14754659 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 2959461**

54 Título: **Sistema para procesar un documento de valor**

30 Prioridad:  
**25.02.2013 US 201361768739 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**30.11.2020**

73 Titular/es:  
**CRANE PAYMENT INNOVATIONS, INC. (100.0%)  
3222 Phoenixville Pike, Suite 200  
Malvern, PA 19355, US**

72 Inventor/es:  
**CARMINE, CHRISTOPHER, STEPHEN**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 796 862 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**

Sistema para procesar un documento de valor

5 Solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica la prioridad de la Solicitud de la Patente Provisional de lo EE. UU. Número 61/768.739 presentada el 25 de febrero de 2013.

10 Campo técnico

La materia objeto presente está relacionada, en general, con un documento de valor y, en particular, con un método y un sistema para procesar el documento de valor como, por ejemplo, un billete de banco, un documento de valor, un documento de seguridad, un cupón, etc., en un sistema de transacciones electrónicas como, por ejemplo, un validador de monedas, un cajero automático, una máquina de juegos y una máquina expendedora.

Antecedentes

20 Tradicionalmente, los documentos de valor como, por ejemplo, billetes se imprimen sobre sustratos de papel de fibra de algodón, los cuales son inherentemente opacos. Con el fin de combatir la falsificación y proporcionar una durabilidad mayor, ahora los billetes se están fabricando con sustratos que permiten la incorporación de características de seguridad complejas. La seguridad de los billetes ha experimentado un desplazamiento de paradigma con la llegada de sustratos de polímeros, los cuales son ópticamente transparentes. Cuando los billetes se imprimen sobre sustratos de polímeros, un área del sustrato se deja libre o transparente de cualquier fondo y gráficos de modo que no se puede utilizar un material opaco para falsificar los billetes. El área transparente se denomina de aquí en adelante "ventana transparente". La ventana transparente puede extenderse algunas veces de un extremo del billete al otro.

30 Típicamente, los sistemas de transacciones electrónicas como, por ejemplo, máquinas expendedoras, incluyen unidades de gestión de moneda con uno o más sensores para determinar tanto la autenticidad como el avance del billete a lo largo del camino de paso. Los sensores tradicionales incluyen una fuente de luz que generalmente se sitúa a lo largo del camino de paso de modo que el ángulo de incidencia de la luz es normal a la superficie del billete. La tasa de luz reflejada desde el billete con respecto a la luz transmitida a través del billete ayuda a determinar si está o no presente un billete. Sin embargo, los billetes con ventanas transparentes pueden no ser detectados por los sensores tradicionales ya que la luz se transmite casi completamente a través del billete. Como resultado, un detector de luz que detecta la energía de luz transmitida lo detecta como ausencia del billete o un extremo/final del billete. Este problema es particularmente notable en los casos en los que la ventana transparente se extiende todo lo ancho del billete. Una detección incorrecta de las ventanas transparentes provoca un cálculo erróneo de la longitud del billete, lo que provoca como resultado que se rechace un billete válido por ser demasiado corto. El cálculo erróneo de la longitud también provoca que el sistema de transacciones electrónicas detecte dos o más billetes en lugar de uno y los billetes se pueden contar dos veces provocando problemas, por ejemplo, en aplicaciones de reciclado. El documento US5896192 divulga un equipo para discriminar billetes con ventanas transparentes utilizando placas sensibles al color en el mecanismo de transporte.

45 El documento AT390684 divulga un método y un equipo para validar billetes mediante la detección de la luz reflejada desde la superficie de un billete, habiéndose transmitido la luz con una guía de luz.

Resumen

50 Este resumen se proporciona para introducir conceptos relacionados con un sistema y un método para procesar documentos de valor como, por ejemplo, billetes y cheques. Los conceptos se describen con mayor detalle en la descripción, dibujos y reivindicaciones siguientes. Este resumen no pretende identificar características esenciales de la materia objeto reivindicada ni pretende que se utilice para determinar o limitar el alcance de la materia objeto reivindicada.

55 También se describen productos de programa de ordenador que comprenden medios no transitorios legibles por un ordenador que almacenan instrucciones, las cuales pueden ser ejecutadas por al menos un procesador de datos de uno o más sistemas informáticos y hacen que al menos uno de los procesadores de datos lleven a cabo las operaciones descritas en la presente solicitud. De forma equivalente, también se describen sistemas informáticos que pueden incluir uno o más procesadores de datos y una memoria acoplada al uno o más procesadores de datos. La memoria puede almacenar instrucciones de forma temporal o permanente que hacen que al menos un procesador lleve a cabo una o más de las operaciones descritas en la presente solicitud. Además, los uno o más procesadores de datos pueden implementar los métodos bien en un único sistema informático o bien de forma distribuida entre dos o más sistemas informáticos.

65 En la presente solicitud se describe un sistema sensor para procesar al menos un documento de valor. En una implementación, el sistema incluye una fuente de luz para generar un haz de luz. El sistema también incluye al menos

una guía de luz con una o más superficies divergentes con el fin de dirigir el haz de luz en un ángulo de incidencia predeterminado sobre el documento de valor. También se incluye al menos una superficie reflectante, con el fin de recibir una primera porción del haz de luz transmitido a través del documento de valor y para reflejar la primera porción del haz de luz hacia el documento de valor. Se configura un detector de luz para recibir al menos una segunda porción del haz de luz transmitido a través del documento de valor. La intensidad de la segunda porción del haz de luz depende, al menos del ángulo de incidencia. El ángulo de incidencia, el número de pasos, los efectos refractivos, etc., influyen en las tasas de extinción. Además, la superficie reflectante tiene un ángulo de forma que la primera porción del haz de luz que se refleja desde la superficie reflectante se refleja sustancialmente en una dirección hacia el documento de valor.

Un detector de luz se configura para recibir al menos la porción del haz de luz transmitida a través del documento de valor. Al menos una de las superficies divergentes tiene un ángulo entre 0 y aproximadamente 90 grados.

El sistema sensor puede incluir, además, al menos un controlador configurado para variar el ángulo de incidencia variando el ángulo de la superficie divergente. El sistema sensor se puede implementar en una máquina expendedora, un cajero automático, una máquina de juegos, un validador de moneda, un validador de billetes, o cualquier otro dispositivo configurado para aceptar documentos de valor a cambio de un producto o servicio. Ejemplos de documentos de valor incluyen, pero no se limitan a, un cupón, un cheque, un documento de seguridad, un billete y un vale, donde el documento de valor puede tener una o más ventanas transparentes. El documento de valor puede ser un billete de polímero.

El detector de luz está acoplado a un controlador, donde el controlador está configurado para almacenar datos de la segunda porción del haz de luz, y comparar los datos de la segunda porción del haz de luz con un valor predeterminado. El controlador determina la presencia del documento de valor en función de al menos la comparación.

En otra implementación se describe un método para procesar un documento de valor en la presente solicitud. El método incluye la emisión de un haz de luz desde una fuente de luz sobre un documento de valor, optimizando la energía reflejada desde el documento de valor variando el ángulo de incidencia del haz de luz, orientando una superficie reflectante de modo que una primera porción del haz de luz a través del documento de valor se refleja hacia el documento de valor, y obtiene una segunda porción del haz de luz retransmitida a través del documento de valor. La segunda porción del haz de luz es una parte de la primera porción del haz de luz. El método puede incluir, además, almacenar los datos de intensidad del haz de luz transmitido y comparar con un valor predeterminado los datos de intensidad mencionados anteriormente. También se puede realizar una diferenciación entre la presencia del documento de valor y la ausencia del documento de valor basándose al menos en la comparación. Adicional u opcionalmente, también se puede realizar la diferenciación entre el documento de valor y otros tipos de documentos basándose al menos en la comparación. El método se puede implementar en una máquina expendedora, un cajero automático, una máquina de juegos, un validador de moneda, un teléfono de pago, un ordenador, un dispositivo de mano, o cualquier otro dispositivo configurado para aceptar documentos de valor a cambio de bienes o servicios.

En una implementación, el haz de luz transmitido se puede someter a uno o más pasos (esto es, transmisiones) a través del documento de valor antes de ser leído por un detector de luz.

En otra implementación, un método para detectar ventanas transparentes en documentos de valor incluye variar el ángulo de incidencia de un haz de luz sobre un documento de valor de modo que se optimiza la energía reflejada desde el billete de valor. El método incluye además permitir que el haz de luz experimente uno o más pasos a través del documento de valor, donde la reflexión y los efectos geométricos debidos a la refracción se multiplican con cada paso. La presencia del documento de valor se determina en función de la energía transmitida recibida después de los uno o más pasos a través del haz de luz. Además, también se describe un sistema que implementa el método anterior.

Breve descripción de los dibujos

Se proporciona la descripción detallada haciendo referencia a las figuras adjuntas. En las figuras, el/los dígito(s) más a la izquierda de un número de referencia identifica la figura en la que aparece el número de referencia. En los dibujos se utilizan los mismos números para referenciar características y componentes similares. Por simplicidad y claridad de la ilustración, los elementos en las figuras no se representan necesariamente a escala.

La Fig. 1 ilustra un sistema sensor de ejemplo para procesar documentos de valor, de acuerdo con la presente materia objeto.

La Fig. 2 ilustra un sistema sensor de ejemplo con un ángulo de incidencia de 45 grados y soporta dos pasos, de acuerdo con la presente materia objeto.

La Fig. 3 ilustra un sistema sensor de ejemplo con un ángulo de incidencia de 45 grados y soporta cuatro pasos, de acuerdo con la presente materia objeto.

La Fig. 4 ilustra la relación entre el ángulo de incidencia de la luz y el coeficiente de reflexión.

La Fig. 5(a) ilustra que en una incidencia normal, se transmite una cantidad sustancial de luz a través del documento de valor.

5 La Fig. 5(b) ilustra que en un ángulo de incidencia de aproximadamente 45 grados, la cantidad de luz reflejada desde el documento de valor aumenta en comparación con la incidencia normal, de acuerdo con la presente materia objeto.

La Fig. 5(c) ilustra que en un ángulo de incidencia de aproximadamente 80 grados, se transmite una mínima cantidad de luz a través del documento de valor y no llega al detector de luz debido al desplazamiento geométrico, de acuerdo con la presente materia objeto.

La Fig. 6 es un método de ejemplo para procesar los documentos de valor, de acuerdo con la presente materia objeto.

Descripción detallada

15 En la presente solicitud se divulga un sistema sensor configurado para procesar uno o más documentos de valor. El sistema sensor se puede implementar dentro de cualquier sistema de transacciones electrónicas como, por ejemplo, una máquina expendedora, una máquina de juegos, un cajero automático, un teléfono de pago, etc., y en general cualquier equipamiento utilizado en la industria de la venta al por menor, el juego o la banca.

20 Ejemplos de documentos de valor incluyen, pero no se limitan a, billetes, documentos de seguridad, cheques y cupones impresos sobre un sustrato de polímero sintético, el cual es ópticamente transparente. En un ejemplo, cuando un billete se imprime sobre el sustrato de polímero, una parte del sustrato se imprime con un fondo opaco. Como característica de seguridad adicional, parte del billete se deja libre de cualquier fondo y gráficos de modo que no se pueda utilizar un material opaco para producir billetes falsificados. El área transparente se denomina de aquí en adelante "ventana transparente". La ventana transparente se puede extender a lo largo de una parte del ancho o largo completo del billete. Se encuentra dentro del alcance de la presente divulgación que los documentos de valor de tipo tradicional (por ejemplo, documentos de sustrato de papel) se puedan construir para incluir una ventana transparente tal como se describe en la presente solicitud.

30 Un documento de valor como, por ejemplo, un billete con ventanas transparentes, se transporta generalmente dentro de un sistema de transacciones electrónicas a lo largo de un camino de transporte. Por ejemplo, el billete se puede transportar desde un receptor de billetes a un reciclador o un cajón a lo largo del camino de transporte. Típicamente, el billete se transporta pasando por una pluralidad de sensores, incluyendo fuentes de luz para iluminar el billete y detectores de luz para la detección de la luz reflejada desde o transmitida a través del billete. Como resultado, se generan una o más señales de sensor correspondientes a las medidas tomadas de diferentes áreas del billete. A continuación, se procesan las señales de los sensores para validar y/o monitorizar el progreso del billete. Sin embargo, los sistemas de sensor convencionales típicamente proyectan luz en un ángulo de incidencia normal a la superficie del billete, y en el caso de billetes con ventanas transparentes, una cantidad sustancial de luz atraviesa el billete. El sensor detecta esto como ausencia de billete. En otras palabras, la tasa entre la luz reflejada desde la superficie de un billete de polímero con respecto a la luz transmitida a través de la superficie del billete de polímero no es tan alta comparada con la tasa similar calculado para billetes de papel convencional. Esta tasa se denomina de aquí en adelante tasa de extinción. Dichas bajas proporciones de extinción provocan una incorrecta determinación del progreso de los billetes o cualesquiera dichos documentos de valor con ventanas transparentes.

45 Con este fin, los modos de realización proporcionados en la presente solicitud describen un sistema y un método para diferenciar correctamente documentos de valor como, por ejemplo, billetes con ventanas transparentes, respecto de la ausencia del documento de valor. De aquí en adelante los modos de realización se describen haciendo referencia a billetes con ventanas transparentes, sin embargo como entendería una persona experimentada en la técnica son posibles otras implementaciones.

50 En un modo de realización, un sistema sensor con una o más fuentes de luz y uno o más detectores de luz se sitúa a lo largo del camino de transporte para realizar un seguimiento del progreso del billete. La fuente de luz se configura para emitir luz en intervalos predefinidos. La al menos una fuente de luz se puede utilizar para emitir luz en una serie de longitudes de onda durante un corto periodo de tiempo para garantizar una alta seguridad frente al fraude. Al menos un detector de luz (por ejemplo, un fototransistor o un fotodiodo) detecta la luz reflejada desde o transmitida a través del billete. El sistema sensor también incluye una o más superficies reflectantes localizadas en el lado opuesto del camino de transporte con respecto a la luz emitida desde la fuente de luz.

60 En dicho modo de realización, la luz desde la fuente luminosa atraviesa una o más guías de luz sobre la superficie del billete. Además, las guías de luz pueden incluir una o más superficies divergentes orientadas para optimizar el coeficiente de reflexión e incrementar de este modo la energía reflejada desde el billete. A continuación, la luz que incide sobre la superficie del billete se refleja en parte desde y se transmite en parte a través del documento de valor. Esto se define como un paso a través del documento. Después del paso a través del billete como, por ejemplo, las ventanas transparentes del billete, la luz se refleja desde las superficies reflectantes para pasar de vuelta de nuevo a través del billete. De este modo, se puede hacer que la luz atraviese el billete un número deseado de veces. En cada

paso, la luz experimenta una degradación debida a las pérdidas de reflexión y las pérdidas de transmisión hasta que la energía de la luz transmitida es leída por el detector de luz. Adicionalmente, debido al desplazamiento geométrico en cada interfaz, sea del billete o de la superficie reflectante, el haz de luz puede incluso no alcanzar al detector dando al impresión de que se encuentra presente un billete. Así, de este modo, aumentan considerablemente las tasas de extinción de los billetes con ventanas transparentes.

Los sensores convencionales tratarían el billete con ventanas transparentes como la ausencia de un billete pero en la presente materia objeto, se controla el ángulo de incidencia de la luz para optimizar el coeficiente de reflexión. En una incidencia normal, o en otras palabras, en un ángulo de incidencia de cero grados, el coeficiente de reflexión para la mayor parte de los materiales polímeros o de plástico es aproximadamente del 4%. A medida que aumenta el ángulo de incidencia, aumenta el coeficiente de reflexión. Así, variando el ángulo de incidencia de la luz incidente, el sistema sensor puede detectar la presencia de una ventana transparente como, por ejemplo, midiendo la diferencia en la energía incidente y la energía reflejada/transmitida o incluso las tasas de extinción. El patrón de la energía reflejada o transmitida también se puede comparar con el patrón esperado para un billete aceptable con el fin de determinar la presencia del billete con ventanas transparentes, y en algunos casos, incluso la validez del billete con ventanas transparentes. Además, el ángulo de incidencia se controla de modo que no se produzca ninguna reflexión interna total dentro del documento de valor. La energía transmitida a través del billete disminuye al tiempo que aumenta el ángulo de incidencia. La energía transmitida también sufre un desplazamiento geométrico debido a la refracción. El desplazamiento geométrico en energía transmitida, también aumenta al tiempo que aumenta el ángulo de incidencia.

En otra implementación, el sistema sensor incluye un controlador configurado para orientar al menos una de las fuentes de luz y superficies divergentes dentro de las guías de luz, en función de al menos un valor deseado de las tasas de extinción. Haciendo variar la orientación de la fuente de luz y las guías de luz, el ángulo de incidencia de la luz desde la fuente de luz sobre la superficie del billete varía entre 0 grados y aproximadamente 90 grados. Esto, a su vez, ayuda a optimizar la energía reflejada desde el billete. En un ejemplo, la selección del ángulo de incidencia se basa al menos en limitaciones de software y hardware y el coeficiente de reflexión del billete.

Se observará que todos los modos de realización descritos en la presente solicitud se pueden utilizar en una unidad independiente, o se pueden incorporar en un sistema de transacciones electrónicas convencional como, por ejemplo, un ATM, que requiera un sensor para documentos de valor. Como entenderá una persona experimentada en la técnica se pueden implementar unidades sensoras adicionales para determinar la autenticidad de un billete.

Mientras que algunos aspectos del procesamiento de documentos de valor descrito se pueden implementar en una gran cantidad de sistemas, entornos y/o configuraciones diferentes, los modos de realización se describen en el contexto del/de los siguiente(s) sistema(s) de ejemplo. Por simplicidad de la descripción se omiten las descripciones y los detalles de los componentes bien conocidos. Aquellos experimentados en la técnica observarán que las palabras durante, mientras y cuando tal cómo se utilizan en la presente solicitud no son términos exactos que signifiquen que una acción tiene lugar de forma instantánea al iniciar una acción sino que puede existir algún retardo pequeño pero razonable como, por ejemplo, un retardo de propagación entre la acción inicial y la reacción que inicia la acción inicial.

La Fig. 1 ilustra un sistema sensor 100 con una pluralidad de guías 102 de luz, de acuerdo con una implementación de la presente materia objeto. El sistema sensor 100 se puede implementar dentro de un cajero automático (ATM), una máquina de juegos, un quiosco, un billettero o una máquina expendedora. En una implementación, el sistema sensor 100 puede estar implementado mediante hardware, software o una combinación de ambos, que puede estar configurado para procesar uno o más documentos 104 de valor como, por ejemplo, cupones, cheques, documentos de seguridad, billetes, vales, etc., con una o más ventanas transparentes 105. El procesamiento del documento 104 de valor incluye, pero no se limita a, la determinación de si el documento 104 de valor está presente y en algunas implementaciones, una determinación adicional de si el documento 104 de valor incluye al menos una ventana transparente 105 sobre otro material opaco. La ventana transparente 105 se puede extender desde un extremo del billete 104 a otro. Por claridad y una mejor comprensión, se describe la materia objeto haciendo referencia a billetes 104 con ventanas transparentes 105 como, por ejemplo, billetes de polímero de Canadá, México, Australia, etc.; sin embargo, como entenderá una persona experimentada en la técnica, la descripción se puede extender a diferentes tipos de documentos 104 de valor. De aquí en adelante, los billetes 104 con ventanas transparentes 105 se denominan indistintamente billetes 104, billetes transparentes 104, o billetes polímeros 104.

En un modo de realización, el sistema sensor 100 incluye una pluralidad de guías 102-1, 102-2, ..., 102-N de luz denominadas colectivamente guía(s) 102 de luz, y al menos una fuente 106 de luz como, por ejemplo, un diodo emisor de luz (LED). Cada una de las guías 102 de luz es una guía de ondas con un primer extremo y un segundo extremo. En un modo de realización, el primer y/o segundo extremos incluyen una o más superficies divergentes 108-1, 108-2, etc., (denominadas conjuntamente superficies divergentes 108) para orientar la luz incidente en un ángulo de incidencia deseado. En un ejemplo, el ángulo de incidencia es aproximadamente 45 grados. En aras de claridad, el primer extremo de la guía de ondas se define como el extremo que recibe la luz (alternativamente denominada haz de luz) mientras que el segundo extremo es el extremo desde el que sale o se transmite la luz. Por ejemplo, el primer extremo de la primera guía 102-1 de luz recibe luz desde la fuente 106 de luz y el segundo extremo de la primera guía 102-1 de luz incluye las superficies divergentes 108-1 y 108-2 para orientar la luz de salida en un ángulo de aproximadamente 45 grados. Además, el primer extremo de la segunda guía 102-2 de luz incluye una superficie

divergente 108-3 para orientar el haz de luz entrante en un ángulo de aproximadamente 45 grados (también se ve en las Fig. 2 y 3). Adicionalmente, el segundo extremo de la guía 102-2 de luz incluye la superficie divergente 108-4 para orientar el haz de luz saliente en el ángulo divergente. El primer extremo de la tercera guía 102-3 de luz incluye la superficie divergente 108-5 (también se muestra en la Fig. 3) y 108-6 para orientar la luz entrante en el ángulo divergente y a continuación el segundo extremo de la tercera guía 102-3 de luz transmite la luz a un detector 110 de luz como, por ejemplo, un fototransistor, un fotodiodo o cualquier otro dispositivo sensor de luz conocido en la técnica. Se entenderá que la cantidad de guías 102 de luz, fuentes 106 de luz, y detectores 110 de luz puede variar en función de los requisitos.

En un ejemplo de implementación, el sistema sensor 100 también incluye una o más superficies reflectantes 112 como, por ejemplo, las superficies reflectantes 112-1 y 112-2. Ejemplos de superficies reflectantes 112 y guías 102 de luz incluyen espejos, estructuras prismáticas, guías de luz con superficies deflectantes, etc.

En una implementación, la fuente 106 de luz y el detector 110 de luz se encuentran en lados opuestos del billete formando de este modo un sensor cruzado de canal. Además, el billete 104 puede quedarse estático y la fuente 106 de luz y el detector 110 de luz se pueden mover. En otra implementación, la fuente 106 de luz y los detectores 110 de luz se encuentran en el mismo lado del billete 104 mientras que las superficies reflectantes 112 se encuentran en el lado opuesto del billete 104. Las superficies reflectantes 112 reflejan la luz transmitida hacia el billete 104 a través del billete hacia las guías 102 de luz. Se entenderá que también son posibles otras implementaciones. Además, se entenderá que el haz de luz desde la fuente 106 de luz sufre otras pérdidas como, por ejemplo, pérdidas de absorción en la superficie del billete 104, sin embargo, dichas pérdidas son insignificantes en pérdidas de luz debido a la reflexión, transmisión, etc. Los detalles operacionales del sistema sensor 100 se explican en los párrafos siguientes.

En una implementación, el billete 104 se acepta y transporta a lo largo del camino 114 de transporte. El sistema sensor 100 se sitúa a lo largo del camino 114 de transporte para monitorizar el progreso del billete 104 desde el punto de entrada a las varias unidades como, por ejemplo, recicladores, almacenamiento, dispensadores, etc.. En una implementación, cuando se determina que un billete 104 es aceptado, la fuente 106 de luz emite un haz de luz *A* para iluminar el billete 104 con al menos una longitud de onda concreta. La fuente 106 de luz emite el haz de luz *A* en intervalos de tiempo predefinidos para detectar el progreso del billete 104. El haz de luz *A* pasa en primer lugar a través de la guía 102-1 de luz. El haz de luz *A* se refleja en un ángulo divergente definido por la superficie divergente 108-1. A continuación, el haz de luz *A* incide sobre el billete 104 con un ángulo de incidencia definido por la superficie divergente 108-2 de la guía 102-1 de luz. Una parte del haz de luz *A* se refleja desde la superficie del billete 104 como haz de luz *B*, mientras que una primera porción del haz de luz *A*, por ejemplo,  $A_1$ , se transmite a través del billete 104 y se concentra sobre una superficie reflectante 112-1. Se debería observar que la primera porción del flujo, esto es, el haz de luz  $A_1$ , que se transmite a través del billete 104 sufre un desplazamiento de fase geométrico debido a la refracción. Además, la intensidad del haz de luz *A* que se transmite, esto es, el haz de luz  $A_1$ , depende en parte del ángulo de incidencia del haz de luz irradiado.

El haz de luz  $A_1$  transmitido se refleja desde la superficie reflectante 112-1 hacia el billete 104. De nuevo, una parte del haz de luz  $A_1$  transmitido se refleja desde la superficie del billete 104 como  $B_1$ , mientras que una parte del haz de luz  $A_1$  (en otras palabras, una segunda porción del haz de luz *A*) atraviesa el billete 104 en la guía 102-2 de luz como  $A_2$  en un segundo paso. En esta etapa, se puede colocar un detector de luz parecido al detector 110 de luz para captar el haz de luz  $A_2$ . En otras palabras, si se desea un doble paso de lectura, el detector 110 de luz se puede situar en el segundo extremo de la guía 102-2 de luz. Sin embargo, si se desea un cuarto paso de lectura, el haz de luz  $A_2$  se hace pasar además un par de veces más a través del billete 104 tal como se describe a continuación.

En un sistema sensor 100 de cuatro pasos, el haz de luz  $A_2$  pasa a través de la guía 102-2 de luz y se reorienta debido a las superficies divergentes 108-3 y 108-4. En consecuencia, el haz de luz  $A_2$  se dirige sobre la superficie del billete 104. De nuevo, una porción del haz de luz  $A_2$  se refleja desde el billete 104 como haz de luz  $B_2$  y una tercera porción del haz de luz *A* se transmite a través del billete 104 como haz de luz  $A_3$ . El haz de luz  $A_3$  también experimenta un desplazamiento geométrico debido a la refracción. El haz de luz  $A_3$  transmitido rebota desde la superficie reflectante 112-2 sobre el billete 104. La parte del haz de luz  $A_3$  que se transmite se denomina de aquí en adelante  $A_4$  y la porción reflejada se denomina haz de luz  $B_4$ . El haz de luz  $A_4$  también sufre un desplazamiento geométrico debido a la refracción cuando atraviesa el billete 104 hacia el primer extremo de la guía 102-3 de luz. Las superficies divergentes 108-5 y 108-6 en el guía 102-3 de luz orientan la luz hacia el segundo extremo de la guía 102-3 de luz donde se sitúa el detector 110 de luz.

En una implementación, el detector 110 de luz detecta el resto del haz de luz  $A_4$ . A continuación, un controlador 116 acoplado al detector 110 de luz calcula la intensidad de la luz del haz de luz  $A_4$ . Debido a múltiples pasos a través de las guías 102 de luz y las pérdidas debido a la reflexión, el haz de luz  $A_4$  recibido por parte del detector 110 de luz sufre una degradación a un nivel en el que se puede diferenciar de la salida del detector 110 de luz cuando no hay un billete 104. Además, debido a los desplazamientos geométricos como resultado de la refracción, el haz de luz  $A_4$  puede incluso perder el detector 110 de luz con altos ángulos de incidencia, dando la impresión de que hay un billete 104.

Además, el controlador 116 calcula previamente la intensidad de luz sin billete 104 y la almacena como umbral de ausencia. El controlador 116 compara el umbral de ausencia con la intensidad de la luz del haz de luz  $A_4$  para

determinar si el billete 104 como, por ejemplo, un billete de polímero, está o no presente. Convencionalmente, para billetes de polímero, la intensidad del haz de luz a través de las ventanas transparentes 105 sería aproximadamente igual al umbral de ausencia que indica la ausencia de billete. Dicha determinación incorrecta es más prominente con billetes de polímero. Sin embargo, variando el ángulo de incidencia, se optimiza la reflexión y se controlan las tasas de extinción de modo que el billete de polímero se puede diferenciar de un escenario de "ausencia de billete".

En una implementación, la intensidad del haz de luz obtenido a través del billete como, por ejemplo, un billete de papel, también se calcula previamente y se almacena como umbral de presencia. Si la intensidad de la luz es menor que el umbral de ausencia, se verifica que el billete 104 está presente. Debido a los múltiples pasos a través de las guías 102 de luz, las pérdidas debidas a la reflexión y los desplazamientos geométricos debidos a la refracción, el haz de luz transmitido a través de los billetes transparentes 104 sufre una degradación hasta el punto en el que la intensidad de la luz se encuentra entre el umbral de ausencia y el umbral de presencia. Mediante un análisis estadístico adicional de los datos de intensidad, también se pueden calcular atributos específicos del billete 104. Por ejemplo, se puede determinar si el billete 104 está pegado con cinta adhesiva, tiene ventanas o agujeros, etc.

En otro modo de realización de ejemplo, el movimiento de la fuente 106 de luz y las guías 102 de luz se puede controlar mediante el controlador 116. El controlador 116 ajusta la orientación de las guías 102 de luz, lo cual a su vez controla el ángulo de incidencia de la luz sobre las superficies reflectantes 112 y el billete 104.

Se puede hacer que la energía reflejada realice múltiples pasos mediante una o más guías 102 de luz o guía ondas. Cada paso incluye orientar el ángulo de incidencia de la luz en un ángulo para optimizar la energía reflejada desde el billete 104. Se observará que los efectos refractivos y reflexivos tienden a multiplicarse a medida que el número de pasos aumenta. La Fig. 2 muestra una de dichas disposiciones con dos guías de luz, paso dual, y aproximadamente un ángulo de incidencia de 45 grados. La Fig. 3 muestra un sistema sensor 100 con tres guías de luz, cuatro pasos, y un ángulo de incidencia de aproximadamente 45 grados, de acuerdo con un modo de realización de la presente materia objeto.

Como ejemplo, se simula la fuente de Lambert para imitar un diodo emisor de luz 106 en TRACEPRO®. Se simula la fuente de Lambert para proporcionar 1 W de salida total, 940 nm, 200000 rayos. Del detector 110 de luz se obtienen los siguientes datos

Configuración Óptica	Aire	Billete Transparente	Tasa de Extinción
Un paso, ángulo de incidencia de 0 grados	0,01731	0,01606	1,08
Dos pasos, ángulo de incidencia de 0 grados	0,00036	0,00035	1,02
Dos pasos, ángulo de incidencia de 45 grados	0,00847	0,00728	1,16
Cuatro pasos, ángulo de incidencia de 45 grados	0,00239	0,00148	1,61
Cuatro pasos, ángulo de incidencia de 60 grados	0,00076	0,00038	1,98

Tal como se observa en la tabla anterior, un ángulo de incidencia de 45 grados es un buen compromiso entre niveles de señales totales y la tasa de extinción.

La Fig. 4 muestra un gráfico 400 que ilustra la variación entre el ángulo de incidencia de la luz, por ejemplo, desde la fuente 106 de luz, y el coeficiente de reflexión para el polipropileno, un material comúnmente utilizado para fabricar billetes de polímero. El polipropileno tiene un índice reflexivo de 1,49. La curva 402 es para una luz s-polarizada, la curva 404 es para una luz p-polarizada, y la curva 406 es para una luz sin polarizar. Tal como se muestra en la Fig. 4, el coeficiente de reflexión aumenta a medida que aumenta el ángulo de incidencia. Por lo tanto, con el fin de maximizar la energía reflejada desde el billete 104, el ángulo de incidencia aumenta. La presente materia objeto se explica con un ángulo de incidencia de aproximadamente 45 grados, sin embargo, también son posibles mayores ángulos de incidencia tal como sería evidente para una persona experimentada en la técnica.

Las Fig. 5(a), 5(b) y 5(c) son ilustraciones de ejemplo del cambio en la energía reflejada y la energía transmitida con un cambio en el ángulo de incidencia.

La Fig. 5(a) muestra que en un ángulo de incidencia de cero grados, existe una pequeña reflexión 502 (aproximadamente del 8%) cada vez que la luz atraviesa una interfaz, mientras que el resto se transmite 504.

La Fig. 5(b) muestra que en un ángulo de incidencia de 45 grados, las reflexiones desde la primera y segunda interfaces son más evidentes a medida que aumenta el ángulo de incidencia. Esto se muestra mediante el camino 506 de luz ya que se refleja el 10% de la luz. Adicionalmente, existe un pequeño desplazamiento en la luz 508 transmitida debido a la refracción. Esto se ilustra en detalle en la tabla más abajo.

La Fig. 5(c) muestra que con un ángulo de incidencia de aproximadamente 85 grados, el coeficiente de reflexión del billete 104 determina, en parte, la cantidad de luz que se transmite. En un caso teórico ideal, cuando un billete 104

transparente está presente, aproximadamente el 0% del haz incidente original alcanza el detector 110 de luz debido a un coeficiente de refracción y un desplazamiento de refracción grandes, y de este modo, como efecto la luz 508 transmitida no llega al detector 110 de luz dando la impresión de que el billete 104 está presente. Esto funciona particularmente bien para billetes 104 con una ventana transparente 105 que de otra forma se trataría como ausencia de billete por un sensor convencional.

La Fig. 6 ilustra un método 600 de ejemplo para procesar documentos de valor como, por ejemplo, billetes 104 con ventanas transparentes 105, de acuerdo con un modo de realización de ejemplo de la presente materia objeto. El método 600 se describe en el contexto de billetes 104; sin embargo, el método 600 se puede ampliar para cubrir otros tipos de elementos de valor. En la presente solicitud, algunos modos de realización también pretenden cubrir dispositivos de almacenamiento de programas, por ejemplo, medios de almacenamiento de datos digitales, que son legibles por una máquina o un ordenador y programas codificados de instrucciones ejecutables por una máquina o ejecutables por un ordenador, en donde dichas instrucciones llevan a cabo algunos o todos los pasos del método descrito. Los dispositivos de almacenamiento de programas pueden ser, por ejemplo, memorias digitales, medios de almacenamiento magnético como, por ejemplo, discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros, o medios de almacenamiento de datos digitales legibles ópticamente.

El orden en el que se describe el método no pretende constituir una limitación, y cualquier número de bloques del método descrito se puede combinar en cualquier orden con el fin de implementar el método o un método alternativo. Adicionalmente, se pueden eliminar bloques individuales del método sin apartarse del alcance de la materia objeto descrita en la presente solicitud. Además, el método se puede implementar mediante cualquier hardware, software, firmware o combinación de los mismos, apropiados.

En el bloque 602, se emite un haz de luz de una fuente de luz sobre un documento de valor. En un ejemplo, la fuente 106 de luz genera un haz de luz sobre un documento de valor como, por ejemplo, un billete 104 con una o más ventanas transparentes 105. En una implementación, el haz de luz pasa a través de una o más guías 102 de luz. Las guías 102 de luz tienen una o más superficies divergentes 108 para dirigir la luz en la dirección y ángulo de incidencia deseados.

En el bloque 604, el ángulo de incidencia del haz de luz varía de modo que se optimiza la energía reflejada del documento de valor. En una implementación, el ángulo de incidencia de la luz puede variar entre 0 y aproximadamente 90 grados para optimizar la energía reflejada desde el billete 104. Dichas consideraciones se pueden realizar en la etapa de desarrollo determinando la cantidad deseada de energía reflejada y, en consecuencia, seleccionar el tipo y colocación de las superficies divergentes 108. Alternativamente, un controlador 116 puede realizar ajustes en tiempo real.

En el bloque 606, se orienta una superficie reflectante de modo que el haz de luz transmitido a través del documento de valor es reflejado por la superficie reflectante y hacia el documento. La posición de las superficies reflectantes 112 se puede seleccionar durante el diseño o durante la operación mediante un controlador 116.

En el bloque 608, se recibe el haz de luz transmitido a través del documento de valor. En una implementación, se colocan uno o más detectores 110 de luz en el mismo lado del billete 104 que la fuente 106 de luz o en el lado opuesto. Los detectores 110 de luz se colocan para recibir la luz transmitida a través del billete 104. En un ejemplo, el detector 110 de luz puede estar acoplado a otra guía de luz como, por ejemplo, la guía 102-3 de luz. El controlador 116 acoplado al detector 110 de luz mide el haz de luz transmitido y almacena la intensidad de la luz y otros parámetros asociados.

En el bloque 610, se compara la energía del haz de luz transmitido con un valor predeterminado. En una implementación de ejemplo, el controlador 116 compara el haz de luz recibido por el detector 110 de luz con valores o patrones predeterminados. Los valores se corresponden con la ausencia de un billete, y la presencia de billetes como, por ejemplo, billetes de papel.

En el bloque 612, se verifica la presencia del documento 104 de valor a partir de al menos la comparación en el bloque 610. Si la intensidad de la luz es menor que el valor de ausencia, se verifica que el billete 104 está presente. Debido a los múltiples pasos a través de las guías 102 de luz, las pérdidas debido a la reflexión, y los desplazamientos geométricos debido a la refracción, el haz de luz a través de los billetes 104 sufre una degradación hasta un punto en el que la intensidad de la luz se encuentra entre los valores de ausencia y presencia. Mediante el análisis estadístico adicional de los datos de la intensidad, también se pueden calcular atributos específicos del billete 104. Por ejemplo, se puede determinar si el billete 104 está pegado con cinta adhesiva, tiene ventanas o agujeros, etc.

Varias implementaciones de la materia objeto descritas en la presente solicitud se pueden poner en práctica en una circuitería electrónica digital, una circuitería integrada, ASIC (circuitos integrados de aplicación específica) especialmente diseñados, hardware de ordenador, firmware, software y/o combinaciones de los mismos. Estas distintas implementaciones pueden incluir la implementación en uno o más programas informáticos ejecutables y/o interpretables sobre un sistema programable incluyendo al menos un procesador programable, el cual puede ser específico o de propósito general, acoplado para recibir datos e instrucciones desde, y para transmitir datos e



instrucciones a, un sistema de almacenamiento, al menos un dispositivo de entrada, y al menos un dispositivo de salida.

5 Estos programas informáticos (también conocidos como programas, software, aplicaciones de software o código) incluyen instrucciones de máquina para un procesador programable, y se pueden implementar en un lenguaje de programación procedural de alto nivel y/u orientado a objetos, y/o en lenguaje ensamblador/de máquina. Tal como se utiliza en la presente solicitud, el término "medio legible por una máquina" se refiere a cualquier producto de programa informático, equipo y/o dispositivo (por ejemplo, discos magnéticos, discos ópticos, memoria, Dispositivos de Lógica Programable (PLD)) utilizados para proporcionar instrucciones de máquina y/o datos a un procesador programable, 10 incluyendo un medio legible por una máquina que recibe instrucciones de máquina como una señal legible por una máquina. El término "señal legible por una máquina" se refiere a cualquier señal utilizada para proporcionar instrucciones de máquina y/o datos a un procesador programable.

15 Aunque algunos modos de realización de un sistema para procesar documentos de valor se han descrito en un lenguaje específico para características estructurales y/o métodos, se debe entender que la invención no está necesariamente limitada a las características o métodos específicos descritos. Al contrario, las características y métodos específicos se divulgan como modos de realización de ejemplo para el sistema para procesar documentos de valor.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema sensor para procesar al menos un documento de valor, comprendiendo el sistema:
  - 5 una fuente (106) de luz para generar un haz de luz;  
al menos una guía (102) de luz acoplada a la fuente de luz, en donde la guía de luz tiene una o más superficies divergentes (108) para dirigir el haz de luz en un ángulo de incidencia predeterminado sobre el documento de valor;
  - 10 al menos una superficie reflectante (112) para recibir una primera porción del haz de luz transmitido a través del documento de valor y para reflejar la primera porción del haz de luz hacia el documento de valor;  
y
  - 15 otra guía (102) de luz para recibir al menos una segunda porción del haz de luz retransmitido a través del documento de valor, en donde la otra guía de luz tiene una o más superficies divergentes (108), en donde las una o más superficies divergentes de la otra guía de luz dirigen la segunda porción del haz de luz a un detector (110) de luz,
  - 20 en donde cada una de las guías de luz es una guía de ondas con un primer extremo y un segundo extremo, incluyendo el primer y/o segundo extremo respectivamente las respectivas una o más superficies divergentes.
2. El sistema sensor como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde al menos una de las superficies divergentes  
25 tiene un ángulo de entre 0 y 90 grados aproximadamente.
3. El sistema sensor como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde la intensidad de la segunda porción del haz de luz se basa al menos en el ángulo de incidencia.
- 30 4. El sistema sensor como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde la superficie reflectante tiene un ángulo de modo que la primera porción del haz de luz que se refleja desde la superficie reflectante se refleja sustancialmente en una dirección hacia el documento de valor.
- 35 5. El sistema sensor como el reivindicado en la reivindicación 1, que comprende además al menos un controlador configurado para modificar el ángulo de incidencia variando el ángulo de la superficie divergente.
6. El sistema sensor como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde al menos uno de los siguientes: el ángulo de incidencia, el número de pasos, y la cantidad de refracción, determina una tasa de extinción.
- 40 7. El sistema sensor como el reivindicado en la reivindicación 5, en donde el detector de luz está acoplado al controlador, y en donde el controlador está configurado para:
  - almacenar datos de la segunda porción del haz de luz recibido por parte del detector de luz; y
  - 45 comparar los datos de la segunda porción del haz de luz con un valor predeterminado; y opcionalmente en donde el controlador determina la presencia del documento de valor basándose al menos en la comparación.
- 50 8. El sistema sensor como el reivindicado en la reivindicación 1, en donde el sistema sensor se implementa en uno de los siguientes: una máquina expendedora, un cajero automático, una máquina de juegos, un validador de moneda y un validador de billetes.
9. Un método que comprende:
  - 55 emitir un haz de luz desde una fuente de luz sobre un documento de valor;  
optimizar la energía reflejada desde el documento de valor variando el ángulo de incidencia del haz de luz sobre el documento de valor;
  - 60 orientar una superficie reflectante de modo que una primera porción del haz de luz transmitido a través del documento de valor se refleje hacia el documento de valor; y  
obtener una segunda porción del haz de luz retransmitido a través del documento de valor, en donde la segunda porción del haz de luz es una parte de la primera porción del haz de luz.
  - 65
10. El método como el reivindicado en la reivindicación 9 que comprende, además:

almacenar los datos de intensidad del haz de luz transmitido; y

5           comparar los datos de intensidad con un valor predeterminado; y opcionalmente comprende, además, diferenciar entre la presencia del documento de valor y la ausencia del documento de valor basándose al menos en la comparación; o comprende, además, diferenciar entre el documento de valor y otros tipos de documentos basándose al menos en la comparación.

10 11. El método como el reivindicado en la reivindicación 9, en donde el método se implementa en uno de los siguientes: una máquina expendedora, un cajero automático, un máquina de juegos, un validador de moneda, un teléfono de pago, un ordenador y un dispositivo portátil.

15 12. El método como el reivindicado en la reivindicación 9, en donde el haz de luz transmitido está conformado para someterse a uno o más pasos a través del documento de valor antes de ser recibido por un detector de luz.

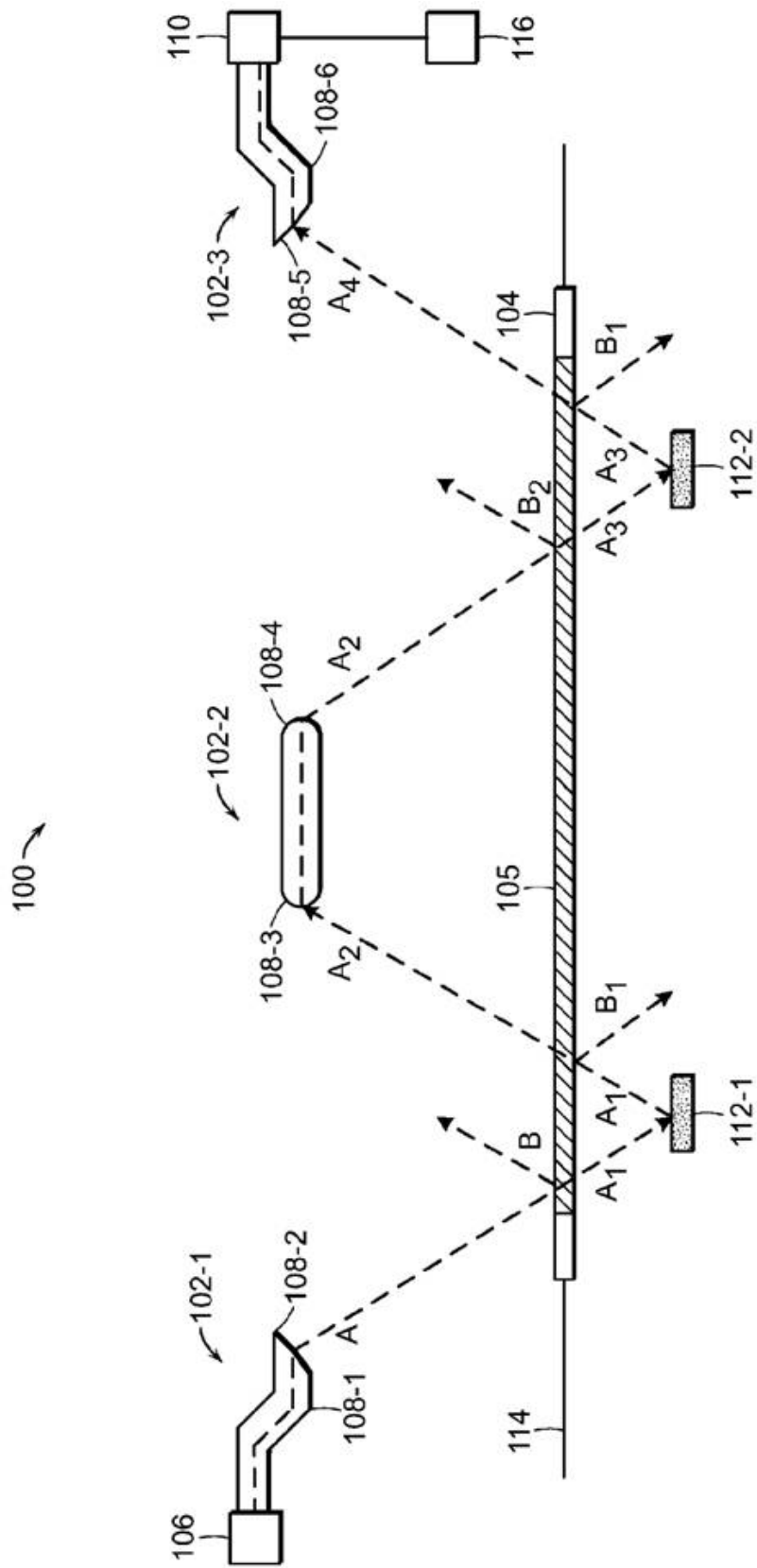
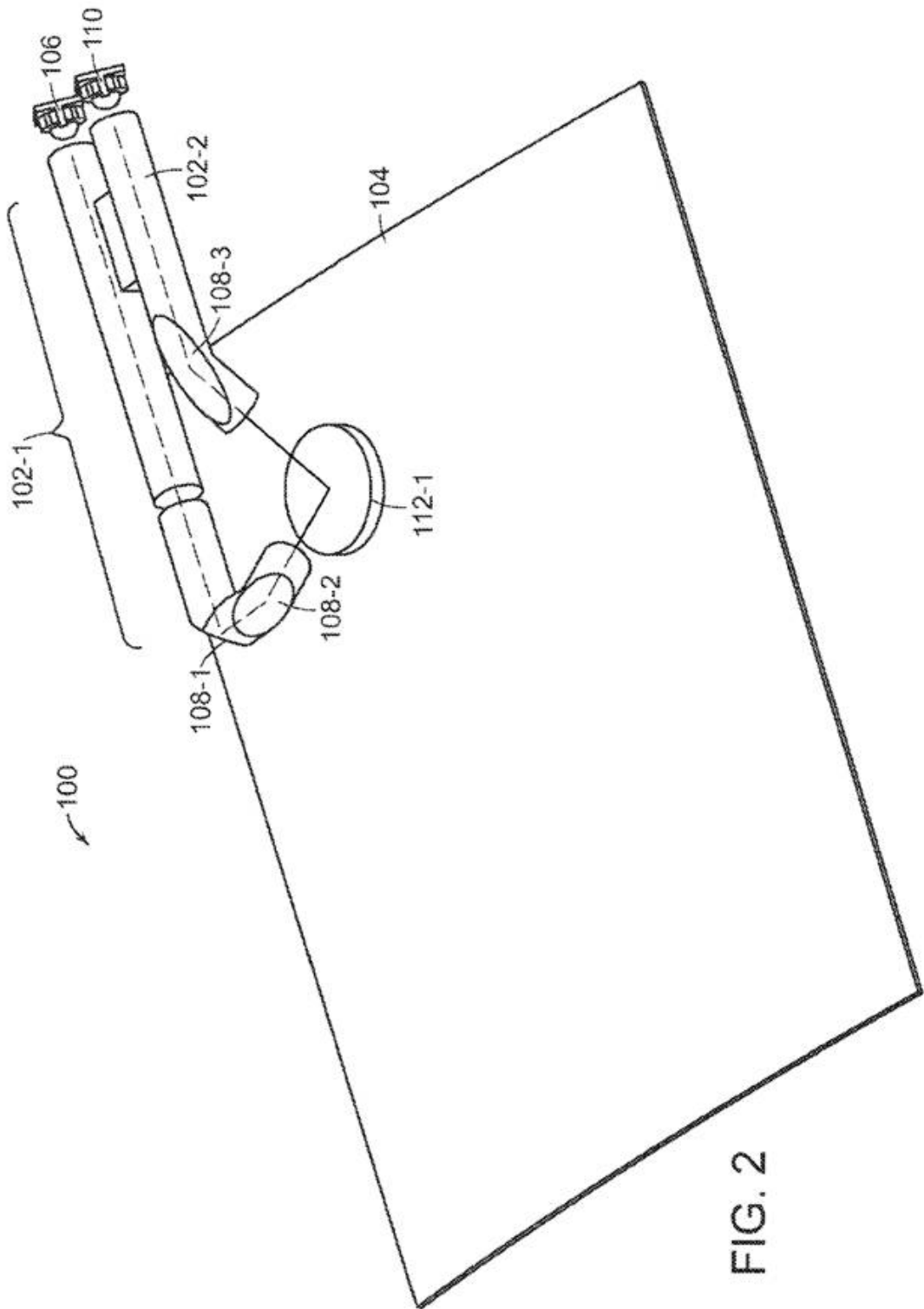


FIG. 1



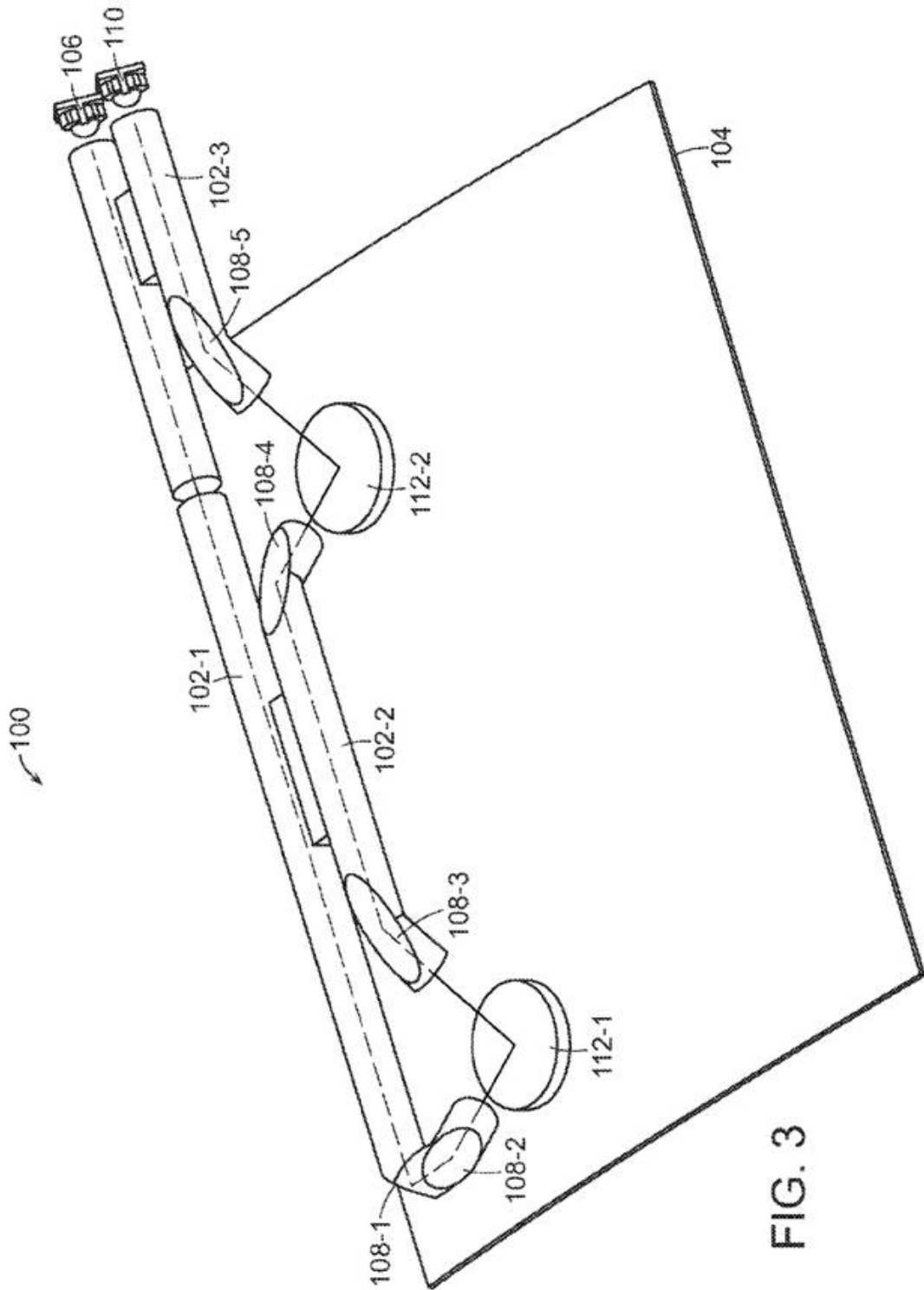


FIG. 3

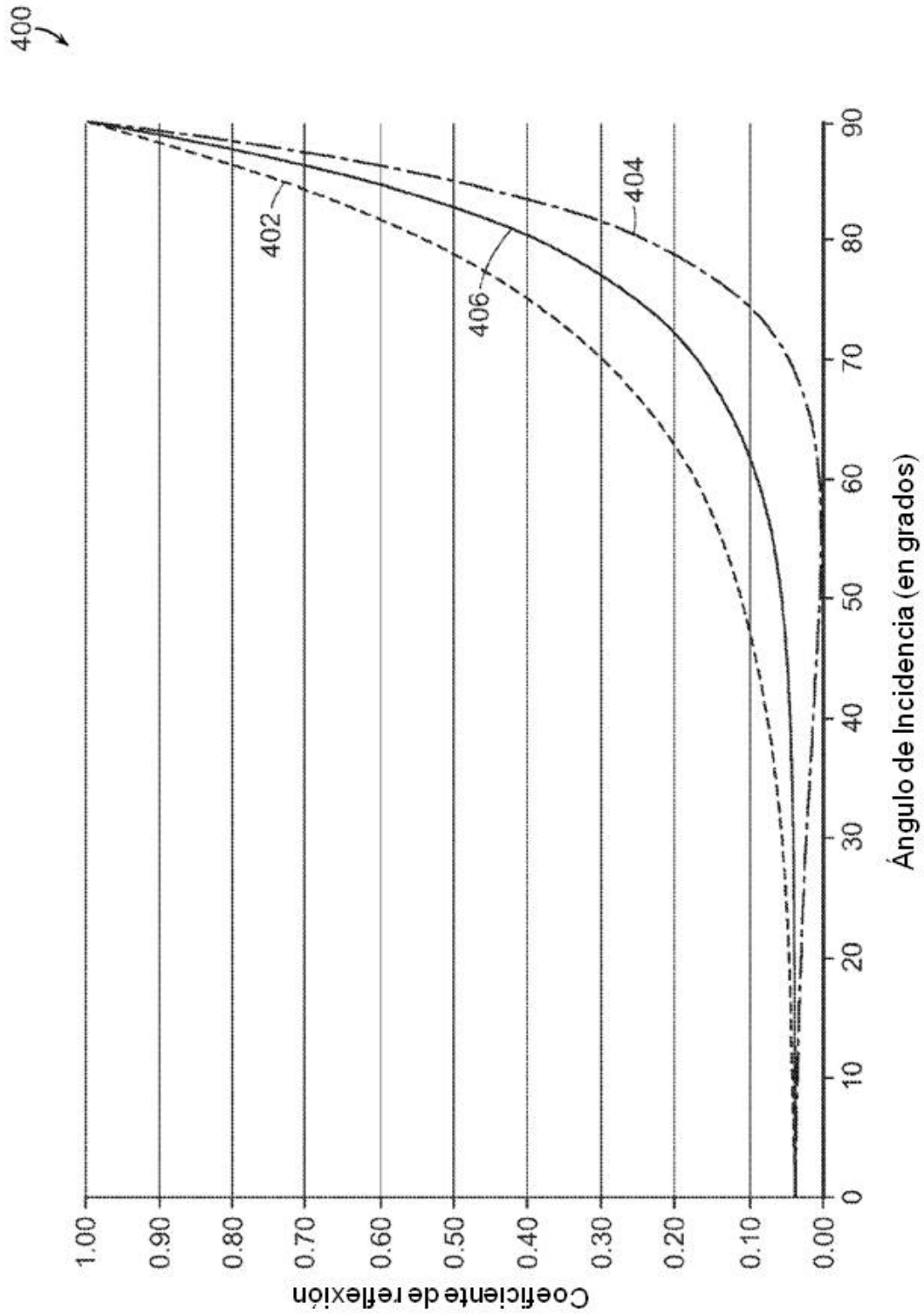


FIG. 4

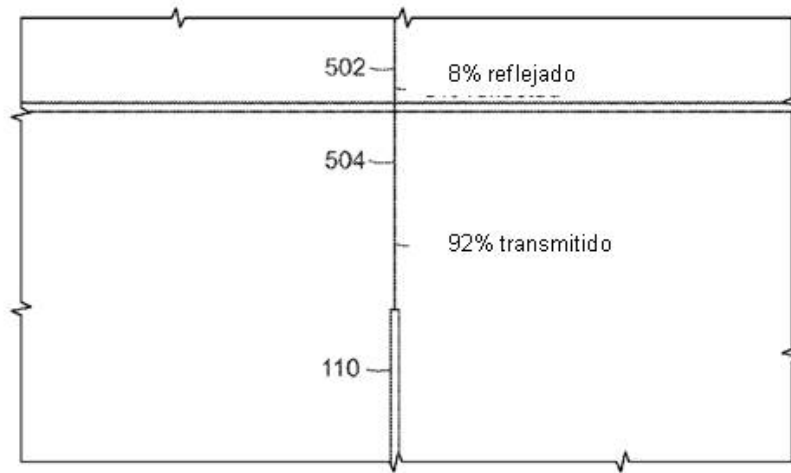


FIG. 5A

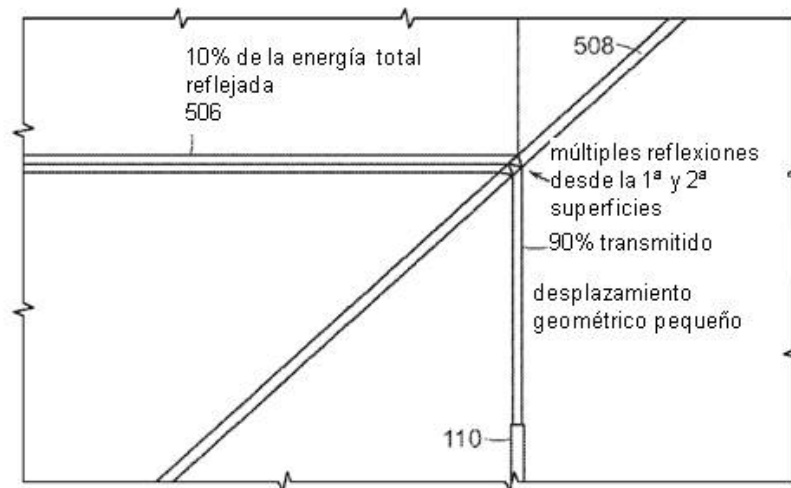


FIG. 5B



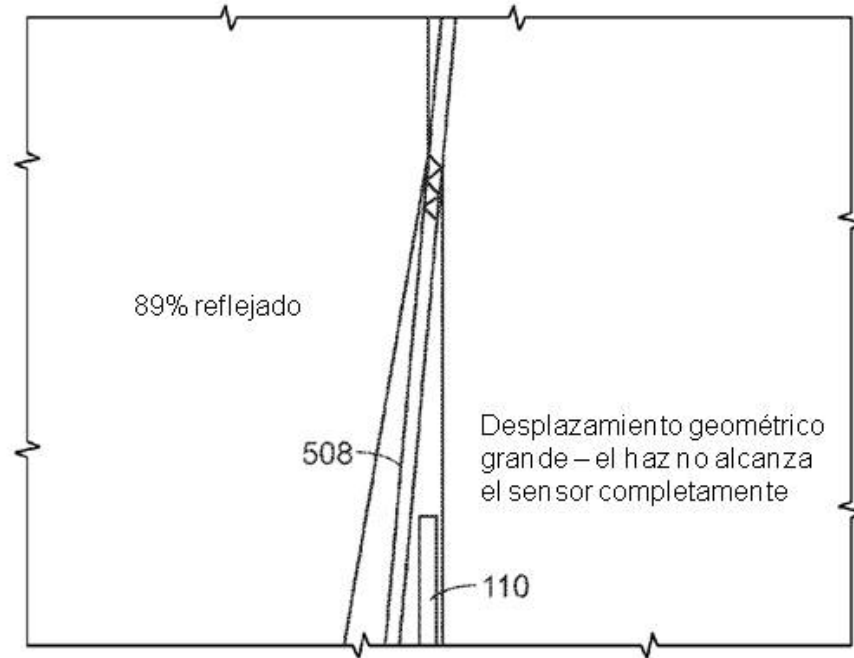


FIG. 5C

FIG. 6

