

DOCUMENTOS DE SEGURIDAD Y MÉTODOS PARA SU FABRICACIÓN

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a documentos de seguridad tales como billetes, documentos de identidad, pasaportes, certificados y similares, así como también
5 a métodos para fabricar tales documentos de seguridad.

ANTECEDENTES

Para evitar la falsificación y permitir el control de la autenticidad, los documentos de seguridad suelen estar típicamente provistos de uno o varios elementos de seguridad que son difíciles o imposibles de reproducir con exactitud con los
10 medios habituales, particularmente fotocopadoras, escáneres o impresoras comerciales. Algunos tipos de elementos de seguridad se forman en la superficie de un sustrato de documento, por ejemplo, mediante la impresión y/o el grabado en un sustrato tal como para crear patrones de líneas finas o imágenes latentes reveladas al inclinar, mientras que otros que incluyen elementos ópticos
15 difractivos y similares se forman típicamente en un artículo tal como un hilo de seguridad o una hoja de transferencia, que después se aplica o incorpora al sustrato de documento. Una categoría aún más de elemento de seguridad es aquella en la que la característica de seguridad se forma integralmente en el propio sustrato del documento. Un ejemplo bien conocido de tal característica es
20 la marca de agua convencional, formada en sustratos de documentos de papel mediante el control del proceso de fabricación de papel para variar la densidad de las fibras de papel a medida que se depositan de acuerdo con una imagen deseada.

25 Los sustratos de documentos de polímero, que comprenden típicamente un sustrato de polímero transparente o translúcido con al menos una capa opacificante revestida en cada lado para recibir la impresión, tienen una serie de beneficios sobre los sustratos de documentos de papel convencionales, incluido una mayor vida útil debido a su naturaleza más robusta y resistencia a la
30 suciedad. Los sustratos de documentos de polímero también se prestan bien a

ciertos tipos de características de seguridad tales como regiones de ventanas transparentes o translúcidas que son más difíciles de incorporar en documentos basados en papel. Las regiones de ventana proporcionan un alto nivel de seguridad debido a su facilidad de reconocimiento (que a menudo presenta un
5 contraste significativo con el material circundante) y su incapacidad de replicarse (o incluso imitarse estrechamente) mediante fotocopia u otros métodos de escaneo/impresión. Algunos ejemplos de construcciones de documentos de seguridad de polímero que incluyen capas opacificantes y regiones de ventanas se describen en los documentos núms. WO-A-2017/055823, WO-A-2019/197798
10 y WO-A-2017/009616.

Las regiones de ventana se forman típicamente durante la fabricación a granel del sustrato del documento, por el fabricante del sustrato. Esto se logra convencionalmente mediante la aplicación de la(s) capa(s) opacificante(s) de tal
15 manera que deje uno o más espacios en su cobertura del sustrato de polímero, de acuerdo con un diseño predeterminado. En dependencia del tipo de región de ventana a formar, todas las capas opacificantes pueden formarse con un espacio en la misma ubicación con el resultado de que el sustrato de polímero transparente o translúcido se expone en ambos lados a través de una región.
20 Esto se denomina región de ventana “completa”, que será transparente si el sustrato de polímero es transparente. Alternativamente, una o más de las capas opacificantes pueden continuar a través de la región donde hay un espacio en una o más de las otras capas opacificantes. En una disposición preferida, la(s) capa(s) opacificante(s) en un lado del sustrato de polímero puede(n) estar
25 ausente(s) en toda la región mientras que al menos una (típicamente todas) de las del otro lado del sustrato de polímero puede(n) continuar en toda la región. Esto se denomina región de “ventana” parcial, que no será transparente pero aún será más translúcida que el sustrato del documento en otras partes (en las regiones sin ventana, donde están presentes todas las capas opacificantes).
30 Tanto las regiones de ventana completa como de ventana parcial proporcionan efectos de seguridad valiosos, ya que ninguna puede imitarse bien mediante fotocopia.

Se buscan constantemente nuevas características de seguridad para adelantarse a los falsificadores.

SUMARIO DE LA INVENCION

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un documento de
5 seguridad, que comprende:

un sustrato polimérico transparente o translúcido;

una o más capas opacificantes dispuestas en el primer y/o segundo lados
del sustrato polimérico transparente o translúcido, la una o más capas
opacificantes que definen una región de ventana de sustrato a través de la cual
10 está ausente al menos una de las una o más capas opacificantes;

a través de al menos parte de la región de ventana de sustrato, se
proporciona una serie de elementos de imagen y una serie superpuesta de
elementos de enfoque, la serie de elementos de imagen se ubica sustancialmente
en el plano focal de los elementos de enfoque, la serie de elementos de imagen
15 comprende uno o más conjuntos de elementos de imagen que tienen
predominante o totalmente de manera sustancial la misma apariencia visual que
la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en una
ubicación seleccionada en el documento de seguridad, o cada conjunto de
elementos de imagen se dispone en una periodicidad sustancialmente igualada
20 a la de la serie de elementos de enfoque en al menos una dimensión y que define
una imagen de cubierta de la ventana respectiva;

en donde el conjunto de elementos de enfoque se configura para dirigir
la luz desde los elementos de imagen seleccionados en el conjunto de elementos
de imagen en dependencia del ángulo de visión, la o cada imagen de cubierta de
25 la ventana se muestra mediante el conjunto correspondiente de elementos de
imagen en combinación a través de al menos parte de la región de ventana de
sustrato dentro de un intervalo respectivo de ángulos de visión;

de manera que el documento de seguridad presenta una región de
ventana aparente formada por la región de ventana de sustrato en combinación
30 con una cualquiera de la una o más imágenes de cubierta de la ventana que se

muestra en dependencia del ángulo de visión, de manera que al cambiar el ángulo de visión, la región de ventana aparente parece cambiar y/o desaparecer.

Al proporcionar el documento de seguridad con una o más imágenes de cubierta de la ventana de esta manera, formadas por elementos de imagen configurados para parecerse a un área de la nota que lleva la(s) capa(s) opacificante(s), y que se muestran selectivamente mediante una serie de elementos de enfoque (por ejemplo, lentes o espejos), la región de ventana aparente que se exhibe por el documento de seguridad varía en dependencia del ángulo de visión. Es decir, la extensión lateral de la región de ventana aparente cambia o se mueve a medida que el usuario cambia su posición con relación al documento de seguridad (por ejemplo, inclinando el documento), y/o la región de ventana aparente desaparece/reaparece, dando la impresión de que las partes del documento de seguridad se vuelven más translúcidas (o viceversa). Este es un nuevo y sorprendente efecto visual especialmente cuando se compara con los documentos de seguridad convencionales en los que se sabe que las regiones de la ventana son estáticas e inalterables en términos de ubicación, tamaño y extensión (incluso si los elementos de seguridad ubicados lateralmente dentro de esas regiones de la ventana pudieran ser ópticamente activos). El impacto visual significativo logrado, junto con la complejidad inherente de la estructura requerida, proporciona al documento de seguridad descrito en la presente una mayor nivel de seguridad.

Se apreciará que la región de ventana aparente, como cualquier otra región de ventana, es una región que aparece relativamente transparente o translúcida en comparación con su entorno (en el ángulo de visión en el que se muestra la región de ventana aparente en cuestión).

Un beneficio adicional del documento de seguridad descrito radica en la manera en que la región de ventana aparente (es decir, la región de ventana que el espectador percibe que se proporciona en el documento de seguridad) es el resultado de las contribuciones de dos componentes diferentes: la(s) capa(s) opacificante(s), que definen los límites de la región de ventana de sustrato (que

son fijos), y la(s) imagen(es) de cubierta de la ventana, cuando es visible (que son ópticamente variables). Esto proporciona flexibilidad de fabricación adicional. Por ejemplo, puede fabricarse un volumen grande de sustrato de documento en el que todas las regiones de ventana de sustrato producidas (es decir, regiones donde al menos una capa opacificante tiene un espacio) son las mismas. Después, diferentes lotes del sustrato de documento resultante pueden proporcionarse con diferentes imágenes de cubierta de la ventana en la disposición descrita anteriormente, de manera que las regiones de ventana aparentes mostradas por los documentos de seguridad producidos a partir de cada lote aparezcan diferentes. Por ejemplo, en un lote la(s) imagen(es) de cubierta de la ventana(s) aplicada(s) podría(n) dar como resultado una región de ventana aparente que aparece cuadrada (al menos en algunos ángulos de visión) y en otro lote pueden aplicarse diferentes imágenes de cubierta de la ventana(s) para dar como resultado una región de ventana aparente que aparece circular (al menos en algunos ángulos de visión), mientras que las regiones de ventana de sustrato subyacente en ambos lotes son las mismas (por ejemplo, rectangular). Esto es útil ya que permite que el mismo sustrato de documento base, producido en grandes volúmenes, posteriormente se adapte de manera diferente para diferentes aplicaciones, lo que da la apariencia de que se han usado diferentes sustratos de documento base. En la práctica, el sustrato del documento base puede fabricarse (que incluye proporcionar la(s) capa(s) opacificante(s) y formar la región de ventana de sustrato) por una primera entidad o en un primer sitio, y después los elementos de imagen y los elementos de enfoque pueden aplicarse en uno o más procesos separados, por ejemplo, por una segunda entidad o en un segundo sitio.

El efecto de ventana variable se logra, como se expuso anteriormente, al proporcionar al menos una imagen de cubierta de la ventana que aparece predominantemente (en esos ángulos de visión donde es visible) sustancialmente indistinguible visualmente de las capas opacificantes proporcionadas en otro lugar en el documento de seguridad. La al menos una imagen de cubierta de la ventana modifica eficazmente la región de ventana que es visible en la práctica, al extender el área donde parece estar presente la(s) capa(s) opacificante(s), de

esta manera se oculta al menos parte de la región de ventana de sustrato, al menos cuando el sustrato se ve en luz reflejada. Para lograr esto, los elementos de imagen a partir de los cuales se forma la al menos una imagen de cubierta de la ventana (predominante o totalmente) son de apariencia visual sustancialmente la misma (por ejemplo, en términos de color y/o densidad óptica) que la de las 5 capas opacificantes en combinación, en una ubicación seleccionada en el documento de seguridad (donde están presentes al menos una, preferentemente más, de las capas opacificantes). Es la apariencia visual combinada de la al menos una capa opacificante presente en esa ubicación seleccionada la que es 10 relevante, ya que esto es lo que el espectador percibirá en la práctica (en lugar de la apariencia de una sola capa opacificante individual por sí misma, es la apariencia acumulativa la que es relevante). Si la apariencia visual combinada de las capas opacificantes es diferente de los diferentes lados del documento de seguridad, se apreciará que es la apariencia visual combinada vista desde el 15 mismo lado que el que se exhibirá la al menos una imagen de cubierta de la ventana que es relevante. Si el efecto de ventana variable es visible desde un solo lado o ambos lados del documento de seguridad dependerá de factores tales como las condiciones de iluminación y la densidad óptica de los elementos de imagen. Como línea de base, el efecto de ventana variable será visible en la luz 20 reflejada desde al menos un lado del documento de seguridad. Sin embargo, en muchos casos la naturaleza variable de la ventana también será evidente en la luz transmitida, y por lo tanto desde ambos lados del documento de seguridad cuando se vea en condiciones de iluminación que incluyen al menos algo de luz transmitida.

25

Como ya se indicó, los elementos de imagen de cada conjunto se configurarán predominante o totalmente para tener sustancialmente la misma apariencia visual que la de la(s) capa(s) opacificante(s) (combinada) en la ubicación seleccionada. Esto significa que esta apariencia (por ejemplo, color) al menos domina el área(s) 30 sólida(s) de la o cada imagen de cubierta de la ventana y en casos preferidos la o cada imagen de cubierta de la ventana puede ser completamente de esa apariencia (por ejemplo, color). Sin embargo, en algunos casos puede ser conveniente incluir una pequeña proporción de otros elementos de imagen (con

diferentes apariencias) en la imagen de cubierta de la ventana, por ejemplo, para proporcionar detalles en otros colores (tales como una línea de borde alrededor de la región de ventana aparente). Sin embargo, es importante que la imagen de la cubierta de la ventana parezca una continuación de la(s) capa(s) opacificante(s) y, por lo tanto, si hay materiales adicionales proporcionados por elementos de imagen de apariencia diferente, estos deben formar solo una parte menor de la imagen de la cubierta de la ventana.

En el presente contexto, “sustancialmente la misma apariencia visual” significa que las apariencias visuales relevantes son sustancialmente indistinguibles a simple vista, cuando se ven a la luz reflejada en condiciones de iluminación estándar (por ejemplo, iluminación de luz blanca). En algunos casos puede ser conveniente que los elementos de imagen tengan sustancialmente la misma densidad óptica que la densidad óptica colectiva de la(s) capa(s) opacificante(s) en la ubicación seleccionada, en cuyo caso la región de ventana aparente parecería cambiar y/o desaparecer de una manera similar bajo condiciones de visión tanto reflectantes como transmisivas (al variar el ángulo de visión). Sin embargo, en la práctica esto no es esencial y los elementos de imagen pueden tener una densidad óptica sustancialmente menor en comparación con la de las capas opacificantes colectivamente, en cuyo caso la variación de la ventana puede ser menos visible (o no visible) en condiciones de visión transmisiva. No obstante, la apariencia visual reflectante de los elementos de imagen seguirá siendo sustancialmente la misma que la de las capas opacificantes colectivamente en la ubicación seleccionada (por ejemplo, color).

La ubicación seleccionada a la que se iguala la apariencia de los elementos de imagen puede ser cualquier punto del documento de seguridad donde al menos una de las capas opacificantes esté presente (siempre que sea suficientemente distinta en apariencia de la región de ventana de sustrato para que las imágenes de la cubierta de la ventana aparezcan diferentes de la región de ventana misma). Preferentemente, sin embargo, la ubicación seleccionada es una ubicación en el límite de la región de ventana de sustrato, o justo fuera de la región de ventana de sustrato. Esto es conveniente para que la apariencia de la imagen de cubierta

de la ventana coincide estrechamente con el sustrato del documento de seguridad más cercano a ella, y aparezca como una continuación de la(s) capa(s) opacificante(s) allí.

- 5 En algunas modalidades preferidas, la ubicación seleccionada está fuera de la región de ventana de sustrato, todas las una o más capas opacificantes se superponen preferentemente en la ubicación seleccionada. Es decir, la ubicación seleccionada está en una región sin ventana donde está presente el número máximo de capas opacificantes. Si los elementos de imagen coinciden con la
- 10 apariencia colectiva del conjunto completo de capas opacificantes, esto permitirá que la imagen de cubierta de la ventana (o partes de la misma) también aparezca como una región no de ventana cuando sea visible. Esto proporciona un efecto visual particularmente fuerte. Alternativamente, la ubicación seleccionada puede estar en una posición donde menos de todas las una o más capas opacificantes
- 15 estén presentes. Por ejemplo, en otra modalidad particularmente preferida, la ubicación seleccionada está en un área de límite de la región de ventana de sustrato, menos que todas las una o más capas opacificantes que se superponen preferentemente en la ubicación seleccionada. Para las regiones de registro, es común “retroceder” la capa opacificante más externa alrededor de los bordes de
- 20 una región de ventana, de manera que haya un área de límite estrecha donde se revela una capa opacificante subyacente. Puede ser conveniente hacer coincidir los elementos de la imagen con la apariencia de esta área de límite ya que esto puede colindar con la imagen de cubierta de la ventana cuando se muestra. Este enfoque puede ser particularmente conveniente en los casos en los que las capas
- 25 opacificantes no son todas del mismo color entre sí.

- En esta descripción, debe señalarse que cuando un componente se describe como que está “en” (o aplicado “sobre”) otro componente, puede o no haber contacto directo entre esos componentes. Por ejemplo, las capas opacificantes
- 30 se disponen sobre el sustrato de polímero, pero esto puede ser a través de una capa intermedia tal como una imprimación. De manera similar, los elementos de imagen y los elementos de enfoque pueden disponerse directamente sobre la superficie del sustrato de polímero, o puede haber una capa intermedia tal como

un sustrato secundario, una imprimación y/o una capa coloreada transparente (por ejemplo, una impresión de grabado) entre ellos y el sustrato de polímero.

5 El término “transparente” se usa en la presente descripción para significar que el material en cuestión es sustancialmente transparente a la vista, de manera que un objeto en un lado del material puede verse claramente a través del material desde el otro lado. Por lo tanto, los materiales transparentes deben tener una baja dispersión óptica. Sin embargo, los materiales transparentes pueden ser no obstante ópticamente detectables (definido más abajo), por ejemplo, que llevan
10 un tinte coloreado y/o un marcador. “Translúcido”, por otro lado, significa que el material transmite un grado significativo de luz (es decir, no es opaco), pero hay un grado significativo de dispersión de manera que el material no es visualmente claro.

15 Se debe señalar que la región de ventana de sustrato y/o la región de ventana aparente podrían rodearse por regiones sin ventana en todos los lados, lo que aparecería como una ventana completamente cerrada. Sin embargo, esto no es esencial y en algunos casos la región de ventana de sustrato y/o la región de ventana aparente podrían estar parcialmente bordeadas por un borde del
20 documento de seguridad – es decir, parte del límite de la ventana se define por el borde del documento de seguridad. Esto aparecería como una ventana de borde o región recortada.

La manera en que la región de ventana aparente parece variar puede controlarse a través del diseño de una o más imágenes de cubierta de la ventana. En
25 modalidades preferidas, la o cada imagen de cubierta de la ventana se configura de manera que, al cambiar el ángulo de visión, la región de ventana aparente parece cambiar en términos de su forma, tamaño, posición y/o el número de regiones de ventana aparentes. El cambio podría ser un efecto de “interruptor” discreto entre dos o más estados diferentes, o podría aparecer más gradual. Este
30 último puede ser asistido mediante el aumento del número de diferentes imágenes de cubierta de la ventana incorporadas en el documento de seguridad, como se describe a continuación.

La serie de elementos de imagen y la serie de elementos de enfoque se superpondrán entre sí en al menos parte de la región de ventana de sustrato, como se indicó anteriormente. Sin embargo, no es esencial que los dos arreglos se superpongan completamente entre sí. Por ejemplo, la extensión lateral de la serie de elementos de imagen puede ser diferente de la extensión lateral de la serie de elementos de enfoque.

Preferentemente, la serie de elementos de imagen se configura de manera que cuando el documento de seguridad se ve desde el intervalo respectivo de ángulos de visión, la imagen de cubierta de la ventana correspondiente aparece como una continuación de la una o más capas opacificantes, siendo contiguas con la misma. Esto puede lograrse en algunas modalidades mediante (i) disponer que la al menos parte de la región de ventana de sustrato a través de la cual se proporciona el arreglo de elementos de imagen y el arreglo de elementos de enfoque (al menos parcialmente superponer) incluye una porción de la periferia de la región de ventana de sustrato, y la o cada imagen de cubierta de la ventana se configura de manera que cuando el documento de seguridad se ve desde el intervalo respectivo de ángulos de visión, la imagen de cubierta de la ventana correspondiente aparece como una continuación de una o más capas opacificantes, que es contigua con la misma. Alternativamente, en otras modalidades, esto puede lograrse (ii) configurando el arreglo de elementos de imagen para incluir un área que incluso en ausencia de elementos de enfoque aparece sustancialmente continua a simple vista en todos los ángulos de visión (por ejemplo, no hay espacios discernibles entre los elementos de imagen en esta área), el área se ubica entre una parte ópticamente variable de la imagen de cubierta de la ventana y la periferia de la región de ventana de sustrato (por ejemplo, colindando o superponiéndose a al menos una porción de esa periferia). Dado que tal área no cooperará con los elementos de enfoque para generar un efecto ópticamente variable, no es necesario que la serie de elementos de enfoque se superponga a esta área, que actúa para conectar visualmente la parte ópticamente variable dentro de la región de ventana de sustrato a la región no de la ventana que la rodea. Tal área puede surgir como resultado de entrelazar dos

- o más imágenes de cubierta de la ventana que tienen cada una porciones sólidas en la misma parte de la región de ventana de sustrato, o mediante la inserción de un área estática en la matriz de elementos de imagen en forma de una estructura continua o pseudocontinua tal como una impresión de inundación o un patrón de semitono. En ambos casos, el área del conjunto de elementos de imagen se formará del mismo material (u otra estructura generadora de color) que el resto de los elementos de imagen y por lo tanto tendrá la misma apariencia visual como se analizó anteriormente.
- 10 Ambos enfoques (i) y (ii) tienen el resultado de que al menos parte de la periferia de la región de ventana de sustrato (la “ventana” real) está oculta (ya sea por la imagen de cubierta de la ventana respectiva cuando se muestra en la opción (i), o en todos los ángulos de visión en la opción (ii)), de esta manera se transmite mejor la impresión de cambio y/o se oculta mejor la región de ventana de sustrato
- 15 subyacente en algunos o todos los ángulos de visión. Sin embargo, en algunos casos puede ser posible lograr esta impresión sin ocultar la periferia, por ejemplo, al diseñar la(s) imagen(es) de la cubierta de la ventana para incluir un patrón que parece incorporar la forma de la periferia.
- 20 También puede haber otras buenas razones para configurar el arreglo de elementos de imagen para incluir un área continua o pseudocontinua, ya sea que esté o no superpuesta por elementos de enfoque e independientemente de su posición dentro de la región de ventana de sustrato. Por ejemplo, esto podría usarse para crear un área estática no transparente de la región de ventana de sustrato que persiste en todos los ángulos de visión, de esta manera se mejora
- 25 el contraste con la(s) región(es) ópticamente variable(es). Además, dado que no se requiere que las áreas continuas o pseudocontinuas del conjunto de elementos de imagen se superpongan por el conjunto de elementos de enfoque, su provisión reduce la extensión lateral del conjunto de elementos de enfoque necesaria, y por lo tanto también la cantidad de material usado para fabricarlo. Se entenderá que
- 30 tal área continua o pseudocontinua tendrá típicamente una extensión lateral igual o mayor que un área cubierta por una pluralidad de los elementos de enfoque, y

en consecuencia será más grande que cualquier elemento de imagen individual, para que aparezca continuo a simple vista.

Preferentemente, la o cada imagen de cubierta de la ventana incluye al menos una zona sólida a través de la cual están presentes los elementos de imagen, la apariencia predominante de la zona sólida coincide sustancialmente con la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en la ubicación seleccionada, la zona sólida tiene preferentemente una apariencia generalmente uniforme que coincide sustancialmente con la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en la ubicación seleccionada. Se entenderá que la o cada zona sólida aparece sólida (es decir, contigua) debido a la acción de los elementos de enfoque cuando se muestra la imagen de cubierta de la ventana, pero de hecho está formada por elementos de imagen discontinuos, dispuestos periódicamente como se describió anteriormente. Si bien en casos especialmente preferidos, la zona sólida se definirá completamente mediante los elementos de imagen que tienen una apariencia que coincide sustancialmente con la de las capas opacificantes, esto no es esencial. Como se indicó anteriormente, los conjuntos de elementos de imagen también podrían incluir una pequeña proporción de otros elementos de imagen, por ejemplo, en otro color, en cuyo caso la zona sólida puede presentar un patrón u otro detalle. Sin embargo, si se proporcionan cualquier otro tipo de elementos de imagen (por ejemplo, en un color diferente), estos deberían cubrir preferentemente no más del 20 % del área de la zona sólida, con mayor preferencia no más del 10 % del área de la zona sólida, aún con mayor preferencia no más del 5 % del área de la zona sólida y con la máxima preferencia no más del 1 % del área de la zona sólida. Esto ayuda a garantizar que la apariencia de la imagen de cubierta de la ventana aún coincida predominantemente con la de las capas opacificantes en la ubicación seleccionada. Cuando el conjunto de elementos de imagen se configura de manera que cuando el documento de seguridad se ve desde el intervalo de ángulos de visión respectivos, es preferentemente una zona sólida de la imagen de cubierta de la ventana correspondiente que aparece como una continuación de la una o más capas opacificantes, que es contigua con la misma. Por ejemplo, en modalidades preferidas la al menos una zona sólida puede ubicarse de

manera que parezca colindar o superponerse parcialmente con parte de la periferia de la región de ventana de sustrato. Es posible que una o más de las imágenes de cubierta de la ventana tengan una zona sólida configurada para cubrir toda la región de ventana de sustrato, en cuyo caso cuando esa imagen de cubierta de la ventana es visible puede hacer que la región de ventana aparente desaparezca.

No obstante, en muchas modalidades es ventajoso si al menos una (preferentemente todas) de las imágenes de cubierta de la ventana incluye además al menos una zona transparente en la que el conjunto correspondiente de elementos de imagen no se extiende. De esta manera, cuando se exhibe esa imagen de cubierta de la ventana, la región de ventana aparente seguirá siendo visible pero con una extensión diferente (por ejemplo, periferia más externa diferente) con relación a la región de ventana de sustrato. En algunas modalidades preferidas, al menos una de las imágenes de cubierta de la ventana incluye además al menos dos zonas transparentes en las que el conjunto correspondiente de elementos de imagen no se extiende, las al menos dos zonas transparentes se separan entre sí por la al menos una zona sólida. Al proporcionar múltiples zonas transparentes separadas, esto puede usarse para cambiar el número de regiones de ventanas aparentes. Por ejemplo, si la región de ventana de sustrato (no modificado) es visible en un primer ángulo de visión y después una imagen de cubierta de la ventana que tiene dos zonas transparentes se combina con ella en otro ángulo de visión, el número de regiones de ventana podrá cambiar entre una y dos a medida que el documento de seguridad se incline hacia atrás y hacia adelante.

Como se analizó anteriormente, la región de ventana aparente es el resultado de la región de ventana de sustrato combinada con cualquier imagen de cubierta de la ventana que sea visible en el ángulo de visión correspondiente (si la hay). En algunos casos, solo una parte de la periferia de la región de ventana aparente puede desviarse de la región de ventana de sustrato – por ejemplo, un extremo de la región de ventana de sustrato puede cubrirse mientras que el resto permanece visible. En tales modalidades preferidas, al menos una de las

imágenes de cubierta de la ventana se configura de manera que la región de ventana aparente visible desde el intervalo correspondiente de ángulos de visión tiene un límite del cual una primera porción se define por la periferia de la región de ventana de sustrato, y una segunda porción que se define por la imagen de cubierta de la ventana respectiva.

También es posible que toda la periferia de la región de ventana aparente sea diferente de la de la región de ventana de sustrato. Por ejemplo, los límites de la región de ventana aparente pueden estar completamente dentro de los límites de la región de ventana de sustrato. Esto puede ser conveniente, por ejemplo, cuando la región de ventana aparente debe tener una forma y/o tamaño sustancialmente diferentes de la región de ventana de sustrato. En tales modalidades preferidas, al menos una de las imágenes de cubierta de la ventana se configura de manera que la región de ventana aparente visible desde el intervalo correspondiente de ángulos de visión tiene un límite que se define completamente por la imagen de cubierta de la ventana respectiva.

Si bien en algunos casos puede ser conveniente que todas las imágenes de cubiertas de ventanas en un documento de seguridad determinado caigan en una de las dos categorías mencionadas justo antes, en otros casos puede emplearse una mezcla. De esta manera, en algunos ángulos de visión el límite de la región de ventana aparente se definirá parcialmente por la periferia de la región de ventana de sustrato, mientras que en otros ángulos de visión se definirá completamente por la imagen de cubierta de la ventana relevante.

El conjunto de elementos de imagen y/o el conjunto superpuesto de elementos de enfoque pueden proporcionarse cada uno en toda la región de ventana de sustrato o en solo una subparte de la región de ventana de sustrato. La superposición de los dos arreglos podría ser completo o parcial. Cabe señalar que el área sobre la cual se extiende la serie de elementos de imagen generalmente no estará cubierta continuamente por elementos de imagen; más bien, en lugares correspondientes a zonas sólidas de la imagen correspondiente, los elementos de imagen estarán presentes pero espaciados periódicamente

entre sí, mientras que en lugares correspondientes a zonas transparentes de la imagen correspondiente, los elementos de imagen estarán ausentes localmente. En otras palabras, se considerará que la imagen de cubierta se extiende a través de un área correspondiente a los límites exteriores de los arreglos superpuestos (por ejemplo, toda la región de ventana de sustrato) aunque las zonas dentro de esa imagen puedan ser transparentes y por lo tanto no contengan elementos de imagen. También debe señalarse que no existe ningún requisito para que los elementos de enfoque proporcionen áreas superpuestas del arreglo de elementos de imagen que no proporcionan en la práctica un efecto ópticamente variable (por ejemplo, donde los elementos de imagen adyacentes de diferentes imágenes de cubierta de la ventana juntas aparecen sustancialmente continuas). Como tal, la serie de elementos de enfoque puede tener preferentemente una extensión lateral que es menor que la de la serie de elementos de imagen. Esto hace que la construcción sea más tolerante al registro incorrecto, ya que no es esencial que la matriz de elementos de enfoque llene completamente la región de ventana de sustrato.

Los arreglos (al menos parcialmente superpuestos) de elementos de imagen y elementos de enfoque pueden ubicarse completamente dentro de los límites de la región de ventana de sustrato (preferentemente al menos el arreglo de elementos de imagen que colinda con al menos parte del perímetro de la región de ventana de sustrato). Sin embargo, en otras implementaciones preferidas, la serie de elementos de imagen y/o la serie de elementos de enfoque pueden extenderse fuera de la región de ventana de sustrato, que superpone al menos parte de la(s) capa(s) opacificante(s). Esta disposición ayuda a ocultar cualquier desalineación de los elementos de imagen con relación a la(s) capa(s) opacificante(s) y por lo tanto hace que el documento de seguridad sea más tolerante al error de registro. Si bien, en los casos preferidos, los elementos de imagen y/o elementos de enfoque se aplicarán después de las capas opacificantes, con el resultado de que la(s) capa(s) opacificante(s) se ubica(n) entre los elementos de imagen y el sustrato de polímero (y/o entre los elementos de enfoque y el sustrato de polímero) en áreas de superposición, también es posible lo opuesto.

En algunas modalidades, puede ser conveniente disponer que la región de ventana de sustrato no sea visible (en su forma no modificada) en ningún ángulo de visión. Sin embargo, en otros casos, es ventajoso mostrar la región completa de la ventana de sustrato desde al menos un ángulo de visión. Por ejemplo, esto puede ayudar a enfatizar la naturaleza variable de la región de ventana aparente, ya que la región de ventana de sustrato define la región de ventana más grande disponible en todos los ángulos de visión. Por lo tanto, para exhibir la extensión completa de la región de ventana de sustrato en un ángulo de visión y después ocultar una porción significativa de la misma en otra (mediante el uso de una imagen de cubierta de la ventana) se obtiene un efecto visual impactante. Para lograr esto, preferentemente la serie de elementos de imagen incluye espacios intercalados con el(los) conjunto(s) de elementos de imagen y se posiciona con la misma periodicidad que el o cada conjunto de elementos de imagen, de manera que, cuando el documento de seguridad se ve desde al menos un ángulo, los elementos de enfoque dirigen la luz desde los espacios al espectador de manera que no se muestra ninguna imagen de cubierta de la ventana y la región de ventana aparente es la misma que la región de ventana de sustrato.

El documento de seguridad podría proporcionarse con una imagen de cubierta de la ventana única, visible solo en un subconjunto correspondiente de ángulos de visión, de modo que la región de ventana aparente parezca cambiar entre el alcance completo de la región de ventana de sustrato y una ventana modificada más pequeña cuando la imagen de cubierta de la ventana es visible. Sin embargo, también es posible aumentar aún más la complejidad (y, por lo tanto, el nivel de seguridad) del dispositivo al proporcionar múltiples imágenes de cubierta de la ventana, cada una de las cuales es visible desde un ángulo de visión diferente. Es decir, cada imagen de cubierta de la ventana ocupa su propio "canal". Por lo tanto, preferentemente, la serie de elementos de imagen incluye una pluralidad de conjuntos de elementos de imagen, los conjuntos respectivos se intercalan entre sí y cada conjunto se dispone con la misma periodicidad, cada conjunto de elementos de imagen define una imagen de cubierta de la ventana respectiva al menos algunos de los cuales son preferentemente diferentes entre

sí. En este caso, no es esencial que la región de ventana de sustrato (no modificado) sea visible en cualquier ángulo de visión. Cada conjunto de elementos de imagen se formará de un material (preferentemente el mismo material) que tiene las características visuales descritas anteriormente de manera que cada imagen de cubierta de la ventana sea indistinguible de la(s) capa(s) opacificante(s). Cada imagen de cubierta de la ventana puede tener una o más zonas sólidas y/o una o más zonas transparentes como se describió anteriormente. Se apreciará que, en las áreas de la matriz donde todas las imágenes de cubierta de la ventana entrelazada tienen zonas sólidas, los elementos de imagen de los conjuntos adyacentes formarán juntos un área continua que no es ópticamente variable (y como tal no hay necesidad de que esta área se solape con elementos de enfoque). En algunos casos, cada una de las imágenes de la cubierta de la ventana proporcionadas en un determinado documento de seguridad puede ser diferente entre sí, pero esto no es esencial.

15

Por supuesto, cuanto mayor sea el número de canales proporcionados, menor será la proporción del sustrato dedicada a mostrar cada uno, y por lo tanto menor será la densidad óptica aparente de cada imagen de cubierta de la ventana. Como tal, es conveniente un equilibrio entre la variabilidad óptica aumentada (lograda mediante más imágenes de cubierta de la ventana) y la densidad óptica aparente suficiente (lograda mediante menos imágenes de cubierta de la ventana). En modalidades preferidas, el conjunto de elementos de imagen podría configurarse de manera que incluya una zona periférica adyacente a la periferia de la región de ventana de sustrato en la que hay un primer número de canales entrelazados (que puede ser un solo canal que significa que la zona parece estática, en cuyo caso no hay necesidad de que el conjunto de elementos de enfoque se superponga a esta zona), y una zona interior en la que hay un segundo número de canales entrelazados, siendo el segundo número mayor que el primer número. De esta manera, la densidad óptica aparente de las imágenes de cubiertas de ventanas será mayor adyacente a la periferia de la región de ventana de sustrato que en el interior de la región de ventana de sustrato. Esto ayuda a evitar (o reducir) una caída obvia en la densidad óptica entre la región sin ventana y la imagen de cubierta de la ventana, mientras que al mismo tiempo

permite un mayor grado de variabilidad óptica en partes de la región de ventana de sustrato lejos de la periferia.

- 5 Al proporcionar una pluralidad de imágenes de cubiertas de ventanas, se vuelven posibles efectos visuales más complejos. En modalidades particularmente preferidas, las imágenes de cubierta de la ventana respectivas definen tramas de un efecto de animación, la región de ventana aparente parece cambiar de manera escalonada o sustancialmente continua a medida que el ángulo de visión cambia sucesivamente. Por ejemplo, el efecto de animación puede comprender
- 10 cualquiera de:
- expansión o contracción de la región de ventana aparente; y/o
 - movimiento de la región de ventana aparente; y/o
 - apertura o cierre de la región de ventana aparente; y/o
 - transformación de una forma a otra de la región de ventana aparente; y/o
- 15 aumentar o disminuir en número de regiones de ventana aparentes.

- Es particularmente ventajoso si el efecto de animación se configura para que sea cíclico, lo que muestra un cambio en la región de ventana aparente que varía sucesivamente de un primer estado a un segundo estado y luego sucesivamente
- 20 del segundo estado de vuelta al primer estado, antes de repetirlo a medida que el ángulo de visión cambia en una dirección continua. Por ejemplo, la región de ventana aparente podría parecer aumentar y después disminuir en tamaño a medida que el documento de seguridad se inclina hacia la derecha, y después repetir esto a medida que la inclinación continúa hacia la derecha.
- 25 Alternativamente, el cambio podría ser una transformación de una forma a otra y de regreso nuevamente. Las animaciones cíclicas tienen la ventaja de que son altamente tolerantes al error de registro de la traslación entre los elementos de enfoque y los elementos de imagen, ya que no importa en qué ángulo de visión se muestre con precisión cada “cuadro” de la animación. El mismo ciclo aún se
- 30 mostrará al inclinarse, sin “salto” entre el final de un ciclo y el siguiente (porque comienzan y terminan con la ventana aparente en el mismo “estado”).

En algunas implementaciones puede ser conveniente “ocultar y revelar” la región de ventana de sustrato (o región de ventana aparente) de manera que la ventana parezca desaparecer sustancialmente en algunos ángulos de visión, ya que este es un efecto visual distintivo. Sin embargo, en otros casos se preferirá mantener la presencia de una región de ventana en todos los ángulos de visión, dado el alto nivel de seguridad que esto confiere al documento de seguridad. Como tal, preferentemente, la o cada imagen de cubierta de la ventana se configura de manera que, en ningún ángulo de visión, la región de ventana de sustrato queda completamente oculta, de manera que el documento de seguridad exhibe la región de ventana aparente en todos los ángulos de visión. En modalidades particularmente preferidas, la o cada imagen de cubierta de la ventana se configura de manera que una subregión de la región de ventana de sustrato mantiene un nivel constante de transparencia o translucidez en todos los ángulos de visión, como resultado de que no hay elementos de enfoque en la subregión y/o no hay elementos de imagen en la subregión. El nivel constante de transparencia o translucidez se determinará por el sustrato de polímero y cualquier(s) capa(s) opacificante(s) presente(s) en la subregión. Por ejemplo, si el sustrato de polímero es transparente y no hay capas opacificantes en toda la subregión (es decir, es una región de “ventana completa”), la subregión permanecerá transparente en todos los ángulos de visión.

Si se desea, la complejidad (y por lo tanto el nivel de seguridad) puede mejorarse aún más mediante el uso de la disposición de elementos de enfoque y/o el arreglo de elementos de imagen para proporcionar también uno o más efectos ópticamente variables adicionales. Por ejemplo, la serie de elementos de imagen puede incluir preferentemente además un conjunto de elementos de imagen que tienen una apariencia visual diferente (por ejemplo, color) de la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en la ubicación seleccionada y que definen una imagen de características que se muestra cuando el dispositivo de seguridad se ve desde un ángulo de visión correspondiente, la imagen de características contrasta con la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en la ubicación seleccionada. De esta manera, la región de ventana aparente puede parecer que cambia solo en ciertos intervalos de ángulos de

visión mientras que en otros la imagen de la característica puede mostrarse dentro o sobre la región de ventana aparente. La imagen característica podría definir por sí misma una o más regiones de ventana dentro de ella y/o podría exhibir contenido de información, tal como texto alfanumérico, un retrato, un logotipo, un patrón u otro gráfico. La imagen característica podría ser monocromática o multicolor.

La seguridad del documento podría mejorarse aún más al proporcionar características adicionales en o junto al conjunto de elementos de enfoque y/o el conjunto de elementos de imagen. Por ejemplo, la serie de elementos de enfoque podría formarse a partir de un material transparente que comprende un tinte de color y/o un marcador. También es posible formar la serie de elementos de enfoque a partir de diferentes materiales transparentes en diferentes áreas, por ejemplo, para formar un patrón de diferentes materiales algunos de los cuales pueden teñirse o llevar un marcador. Adicional o alternativamente, podrían formarse otras estructuras de alivio en el mismo material, junto con (o entre áreas de) los elementos de enfoque, tales como características táctiles. Por ejemplo, si los elementos de enfoque se forman mediante el curado por fundición de uno o más materiales curables (por ejemplo, resinas), estas otras estructuras de relieve pueden formarse simultáneamente con los elementos de enfoque en el mismo proceso de curado por fundición. Todas las opciones anteriores podrían ubicarse dentro o fuera de la región de ventana de sustrato. La matriz de elementos de imagen también podría extenderse, por ejemplo, para proporcionar una imagen estática junto con los elementos de imagen tales como una macrorrepresentación o microtexto. Por ejemplo, el material que forma el conjunto de elementos de imagen podría depositarse de acuerdo con una imagen tal como un retrato u otra imagen multitonos (por ejemplo, una imagen de semitono). Nuevamente, esto podría estar dentro de la región de ventana de sustrato o fuera de ella. Si dentro de la región de ventana de sustrato, tal imagen puede posicionarse preferentemente dentro de la región de ventana aparente en al menos algunos ángulos de visión, preferentemente todos.

Son posibles varias construcciones diferentes del documento de seguridad. Por ejemplo, los elementos de imagen y los elementos de enfoque pueden disponerse ambos en el mismo lado del sustrato de polímero, siempre que se proporcione un espaciado óptico adecuado entre ellos (por ejemplo, integrado en el diseño de los elementos de enfoque). Sin embargo, se prefiere que la serie de elementos de imagen y la serie superpuesta de elementos de enfoque se dispongan en lados opuestos del sustrato transparente sin que preferentemente haya una capa opacificante ubicada entre ellos. Esto tiene beneficios de fabricación como se explicará más abajo.

10

La región de ventana de sustrato también puede tener varias construcciones, pero en todos los casos será más translúcida (es decir, tendrá una densidad óptica más baja) que la región no ventana adyacente del documento de seguridad. La región de ventana de sustrato se define en virtud de uno o más espacios proporcionados en una o más de las capas opacificantes. En modalidades preferidas, al menos parte de la región de ventana de sustrato tiene una construcción de ventana completa, a través de la cual todas las capas opacificantes están ausentes (es decir, hay un espacio en todas las capas opacificantes a través de esta parte de la región). Con la máxima preferencia, toda la región de ventana de sustrato tiene una construcción de ventana completa. Si el sustrato de polímero es transparente, al menos parte de la región de ventana de sustrato será transparente con el resultado de que la región de ventana aparente también será transparente. Alternativamente, al menos parte de la región de ventana de sustrato puede tener una construcción de media ventana, a través de la cual las capas opacificantes están ausentes en un lado del sustrato y presentes en el otro lado (es decir, las capas opacificantes en un lado tienen un espacio en la posición relevante y las del otro lado no). En algunos casos, toda la región de ventana de sustrato puede tener una construcción de ventana media. También es posible formar la región de ventana de sustrato de una mezcla de regiones de ventana completas y medias una al lado de la otra. Esto puede ser beneficioso ya que añade a la complejidad del documento de seguridad y, opcionalmente, la(s) imagen(es) de cubierta de la ventana pueden

diseñarse para complementar o reflejar de cualquier otra manera el patrón formado por la mezcla de tipos de ventanas.

5 También es posible proporcionar una segunda serie de elementos de enfoque opcional, que también se superpone al menos parcialmente a la serie de elementos de imagen, pero en el lado opuesto. Es decir, la serie de elementos de imagen se ubicaría entre las dos series de elementos de enfoque. La longitud focal del segundo conjunto de elementos de enfoque también se seleccionaría de manera que el conjunto de elementos de imagen esté sustancialmente en su
10 plano focal (así como también permanezca en el plano focal del primer conjunto de elementos de enfoque). Típicamente, las dos matrices de elementos de enfoque tendrán por lo tanto diferentes distancias focales aunque esto no es esencial. De esta manera, el efecto de ventana variable puede observarse en la luz reflejada desde ambos lados del documento de seguridad.

15

Ventajosamente, cada una de las capas opacificantes comprende un material no fibroso, que comprende preferentemente un aglutinante y un pigmento opacificante. En implementaciones preferidas, cada una de las capas opacificantes comprende una tinta, preferentemente una tinta de huecograbado.
20 Por ejemplo, la o cada una de las capas opacificantes puede comprender un pigmento de dióxido de titanio en un aglutinante adecuado. Aunque no es esencial, preferentemente cada una de las capas opacificantes es de un color sustancialmente igual entre sí, preferentemente blanco, blanquecino o gris claro. En otros casos, las capas opacificantes pueden no ser todas del mismo color. Por
25 ejemplo, puede ser conveniente que la(s) capa(s) opacificante(s) interna(s) sea(n) de un color sustancialmente igual entre sí (por ejemplo, blanco, blanquecino y gris) mientras que la(s) capa(s) opacificante(s) más externa(s) en uno o ambos lados del documento de seguridad sea(n) de un color diferente (por ejemplo, azul claro, verde claro, rosa claro, naranja claro, amarillo claro o púrpura claro). En
30 todos los casos, una o más de las capas opacificantes pueden contener un pigmento antiestático, conductor de la electricidad. Cada capa opacificante cubre preferentemente al menos el 50 % del área superficial de un lado del documento de seguridad, con mayor preferencia al menos el 80 %. Sin embargo, en algunos

casos una o más de las capas opacificantes pueden localizarse, por ejemplo, que cubren menos del 50 % del área superficial de un lado del documento de seguridad.

- 5 La serie de elementos de imagen puede formarse de varias maneras diferentes (por ejemplo, mediante la deposición de material, la eliminación de material y/o la formación de una estructura de relieve) como se menciona con más detalle más abajo. Preferentemente, los elementos de imagen comprenden un material (tal como una tinta) que tiene sustancialmente la misma apariencia visual que la
- 10 apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en la ubicación seleccionada en el documento de seguridad, siendo los elementos de imagen preferentemente elementos de impresión. Si los elementos de imagen se forman mediante un material de esta manera, ese material posee y proporciona preferentemente las características de apariencia que se han atribuido
- 15 anteriormente a los elementos de imagen. Preferentemente, el uno o más conjuntos de elementos de imagen se forman cada uno predominante o totalmente de este material que tiene sustancialmente la misma apariencia visual que la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en la ubicación seleccionada en el documento de seguridad. Sin embargo, como se
- 20 mencionó, también es posible que los elementos de imagen incluyan además pequeñas porciones de diferentes colores, por ejemplo, formados de diferentes materiales. Si la matriz de elementos de imagen incluye áreas estáticas, estas se formarán de la misma manera que los propios elementos de imagen y tendrán la misma apariencia visual (por ejemplo, color).

25

- El conjunto de elementos de imagen comprende preferentemente una o más tintas, preferentemente tintas litográficas o flexográficas. Con la máxima preferencia, la serie de elementos de imagen se forma mediante una sola tinta. Sin embargo, aunque la apariencia visual de este material debe ser
- 30 sustancialmente la misma que la apariencia visual combinada de las capas opacificantes en la ubicación seleccionada (como se analizó anteriormente), el material en sí es preferentemente de una formulación diferente de la de la o cada capa opacificante.

Proporcionar sustancialmente la misma apariencia visual puede implicar preferentemente que los elementos de imagen que definen la o cada imagen de cubierta de la ventana sean de un color visible sustancialmente igual al color visible colectivo de la una o más capas opacificantes en la ubicación seleccionada. Convenientemente, la distancia euclidiana ΔE^*_{ab} entre los colores respectivos en el espacio de color CIELAB es menor que 5, con mayor preferencia menor que 3, con la máxima preferencia menor que 2.3, donde ΔE^*_{ab} se mide mediante el uso de la fórmula

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

donde ΔL^* , Δa^* y Δb^* son la distancia entre los dos colores a lo largo de los ejes L^* , a^* y b^* respectivamente (ver "Digital Color Imaging Handbook" (1.7.2 ed.) de G. Sharma (2003), CRC Press, ISBN 0-8493-0900-X, páginas 30 a 32). La diferencia de color ΔE^*_{ab} puede medirse mediante el uso de cualquier espectrofotómetro comercial, tal como los disponibles de Hunterlab de Reston, Virginia, Estados Unidos.

Si el documento de seguridad incluye múltiples conjuntos de elementos de imagen y múltiples imágenes de cubierta de la ventana correspondientes, cada conjunto podría en teoría proporcionarse en un material diferente y/o a través de un mecanismo generador de color diferente (todos logran la apariencia visible requerida). Sin embargo, con mayor preferencia, todos los conjuntos de elementos de imagen se fabricarán del mismo material y/o mecanismo generador de color. Aun preferentemente, la serie de elementos de imagen se define mediante un solo trabajo de impresión. Esto asegura un registro completo entre los elementos de imagen de cada conjunto.

Se apreciará que el documento de seguridad podría, opcionalmente, incluir más de una región de ventana de sustrato cada una equipada con una disposición ópticamente variable y una(s) imagen(es) de cubierta de la ventana correspondiente(s) si se desea. Típicamente, las dos o más regiones de ventana

de sustrato estarían separadas entre sí por regiones no de ventana del documento de seguridad. Las imágenes de cubiertas de ventanas proporcionadas en cada región de ventana de sustrato pueden configurarse para operar independientemente entre sí o de alguna manera coordinada. Por ejemplo, una primera región de ventana de sustrato podría ser completamente visible (es decir, no se muestra ninguna imagen de cubierta de la ventana) simultáneamente (es decir, en el mismo ángulo de visión) como una segunda región de ventana de sustrato se oculta (es decir, se muestra una imagen de cubierta de la ventana, ocultando completamente la ventana de sustrato), y viceversa.

La construcción así descrita puede usarse como un documento de seguridad por sí mismo. Sin embargo, puede ser conveniente proporcionar al documento de seguridad con características adicionales. En los casos preferidos, el documento de seguridad comprende además una capa gráfica que se extiende sobre al menos parte de la(s) capa(s) opacificante(s) y opcionalmente sobre al menos parte de la región de ventana de sustrato en uno o ambos lados del documento. Si la capa gráfica se superpone a los elementos de imagen que llevan las imágenes de cubierta de la ventana, la capa gráfica estará en el lado exterior (es decir, los elementos de imagen estarán entre la capa gráfica y el sustrato de polímero). En el caso de un billete, por ejemplo, la capa gráfica puede incluir patrones de líneas finas, guillochés, retratos, información de moneda y/o denominación. La capa gráfica puede comprender típicamente uno o más trabajos de impresión en uno o más colores respectivos, y puede aplicarse mediante el uso de técnicas de impresión de seguridad tales como impresión litográfica, flexográfica, calcográfica, huecograbado, serigrafía o tipografía. El documento de seguridad también puede proporcionarse con características de seguridad adicionales, por ejemplo, llevado por un hilo de seguridad, lámina, franja o parche que luego se aplica al documento de seguridad, o se forma directamente sobre él. En ejemplos preferidos, el documento de seguridad puede ser un billete, un cheque, una tarjeta bancaria, un sello, un pasaporte, una visa, un certificado, un permiso de conducir, un documento de identificación o similar.

La presente invención proporciona además un método de fabricación de un documento de seguridad, que comprende:

5 (a) proporcionar un sustrato polimérico transparente o translúcido que tiene una o más capas opacificantes dispuestas en el primer y/o segundo lados del sustrato polimérico transparente o translúcido, la una o más capas opacificantes que definen una región de ventana de sustrato a través de la cual está ausente al menos una de las una o más capas opacificantes; y

10 (b) aplicar una serie de elementos de imagen y una serie superpuesta de elementos de enfoque a través de al menos parte de la región de ventana de sustrato, la serie de elementos de imagen se ubica sustancialmente en el plano focal de los elementos de enfoque, la serie de elementos de imagen que comprende uno o más conjuntos de elementos de imagen formados predominante o totalmente de un material que tiene sustancialmente la misma apariencia visual que la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes en una ubicación seleccionada en el documento de seguridad, o
15 cada conjunto de elementos de imagen se dispone en una periodicidad sustancialmente igualada a la de la serie de elementos de enfoque en al menos una dimensión y que define una imagen de cubierta de la ventana respectiva;

20 en donde el conjunto de elementos de enfoque se configura para dirigir la luz desde los elementos de imagen seleccionados en el conjunto de elementos de imagen en dependencia del ángulo de visión, la o cada imagen de cubierta de la ventana se muestra mediante el conjunto correspondiente de elementos de imagen en combinación a través de al menos parte de la región de ventana de sustrato dentro de un intervalo respectivo de ángulos de visión;

25 de manera que el documento de seguridad presenta una región de ventana aparente formada por la región de ventana de sustrato en combinación con una cualquiera de la una o más imágenes de cubierta de la ventana que se muestra en dependencia del ángulo de visión, de manera que al cambiar el ángulo de visión, la región de ventana aparente parece cambiar y/o desaparecer.

30

El método da como resultado un documento de seguridad que tiene todos los beneficios ya analizados anteriormente. Cualquiera de las características

preferidas del documento de seguridad descrito anteriormente puede proporcionarse mediante la implementación adecuada del método.

5 Cabe señalar que en el contexto de este método de fabricación, los términos “en” y “sobre” se usan de la misma manera que se mencionó anteriormente. Es decir, los términos no requieren contacto directo entre los componentes en cuestión.

10 Como se analizó anteriormente, el documento de seguridad puede realizarse en etapas, con una primera entidad que hace el sustrato del documento base mediante la aplicación de la(s) capa(s) opacificante(s) al sustrato de polímero (deja espacios para formar las regiones de la ventana de sustrato) y después una segunda entidad que aplica los elementos de enfoque y los elementos de imagen. Por lo tanto, la etapa (a) puede implicar simplemente obtener el sustrato de documento producido de esta manera de un proveedor adecuado.

15 Alternativamente, todo el proceso de fabricación podría llevarse a cabo por una entidad, en cuyo caso la etapa (a) comprende preferentemente aplicar la una o más capas opacificantes sobre el primer y/o segundo lados del sustrato polimérico transparente o translúcido. De cualquier manera, la(s) capa(s) opacificante(s) se aplican preferentemente al sustrato de polímero mediante una

20 primera técnica de impresión, siendo la primera técnica de impresión con la impresión en huecograbado con la máxima preferencia.

La serie de elementos de imagen podría aplicarse sobre el sustrato de polímero mediante el uso de varias técnicas, que incluyen la posibilidad de formar los

25 elementos de imagen en o sobre un sustrato secundario (típicamente transparente) que después puede fijarse al sustrato de polímero transparente o translúcido, por ejemplo, mediante el uso de un adhesivo o mediante laminación. Sin embargo, en implementaciones preferidas, en la etapa (b) el conjunto de elementos de imagen se aplica formando los elementos de imagen sobre el

30 sustrato de polímero transparente o translúcido in situ.

La serie de elementos de imagen puede formarse a través de varios procesos diferentes, tales como cualquiera de: impresión (opcionalmente más curado),

eliminación parcial de un material, relleno de un rebaje con material, efectos difractivos o color estructural tal como mecanismos plasmónicos), micrograbado, etc. Con la máxima preferencia, los elementos de imagen son elementos de impresión y se forman mediante impresión. Ventajosamente, esto se logra
5 mediante una segunda técnica de impresión diferente de la primera técnica de impresión. Preferentemente, la segunda técnica de impresión es una técnica de impresión litográfica, con la máxima preferencia, la impresión litográfica offset. La técnica de impresión litográfica podría ser litografía húmeda o seca (offset o de otro modo). Otro ejemplo preferido de segundas técnicas de impresión
10 adecuadas es la impresión flexográfica.

La serie de elementos de enfoque también podría formarse en otro sustrato secundario que después se fija al sustrato de polímero transparente o translúcido. Sin embargo, preferentemente en la etapa (b) el conjunto de elementos de enfoque se forma sobre el sustrato transparente o translúcido, con la máxima
15 preferencia mediante cualquiera de: una técnica de curado por fundición; mediante el grabado del sustrato transparente o translúcido o una capa aplicada a este; o mediante la impresión (por ejemplo, como se describe en el documento WO-A-2013/167887). El “curado por fundición” implica formar un perfil de relieve superficial en un material curable, el relieve superficial que define los elementos
20 de enfoque, y curar el material para retener el perfil. Específicamente, en un proceso de curado por fundición, los elementos de enfoque pueden formarse mediante:

(i) aplicar al menos un material curable transparente ya sea sobre el sustrato de polímero transparente o translúcido o sobre una herramienta de fundición que lleva un relieve superficial correspondiente a los elementos de
25 enfoque,

(ii) reunir el sustrato y la herramienta de fundición para formar el(los) material(es) curable(es) transparente(s) con la herramienta de fundición; y

(iii) curar el(los) material(es) curable(es) transparente(s) en la primera
30 región y en la segunda región, para retener el relieve superficial en la primera región.

El material curable transparente (por ejemplo, resina) puede tener un tinte de color y/o comprender un marcador como se mencionó anteriormente. También es posible usar más de un material de este tipo, por ejemplo, dispuesto para formar un patrón. El mismo proceso de curado por fundición puede usarse para
5 formar características adicionales tales como elementos táctiles u otras estructuras de relieve si se desea.

Como se analizó anteriormente, los elementos de imagen y los elementos de enfoque podrían ubicarse en el mismo lado del sustrato de polímero. Sin
10 embargo, preferentemente, en la etapa (b) el conjunto de elementos de imagen se imprime en el primer lado del sustrato transparente o translúcido y el conjunto de elementos de enfoque se forma en el segundo lado del sustrato transparente o translúcido. Esto permite que el grosor del sustrato se use como separador óptico entre los elementos de imagen y los elementos de enfoque.

15

Disponer los elementos de imagen y los elementos de enfoque en lados opuestos del sustrato también tiene la ventaja particular de que los dos lados del sustrato pueden accederse al mismo tiempo durante el proceso de fabricación. Por lo tanto, en una modalidad especialmente preferida, la impresión de la serie de
20 elementos de imagen y la formación de la serie de elementos de enfoque se realizan simultáneamente en lados opuestos del sustrato transparente o translúcido en la misma posición a lo largo del sustrato transparente o translúcido a lo largo de la dirección de la máquina. Esto tiene la ventaja de poder lograr una registración extremadamente alta entre los elementos de enfoque y los elementos
25 de imagen. Algunas técnicas para implementar esto se describen con más detalle en el documento WO-A-2017/009616.

Ya sea que se use la aplicación simultánea o no, todavía es preferible que en la etapa (b) la serie de elementos de imagen y la serie superpuesta de elementos
30 de enfoque se apliquen en registro entre sí. En particular, es ventajoso si los elementos de imagen y los elementos de enfoque se registran entre sí en mayor medida que cualquiera de ellos se registra en las capas opacificantes.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los ejemplos de documentos de seguridad se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figuras 1(a) y 1(b) muestran la apariencia de una primera modalidad de un documento de seguridad en vista en planta bajo luz reflejada, desde el primer y
5 segundo ángulos de visión respectivamente;

La Figura 2 muestra una sección transversal a través del documento de seguridad de las Figuras 1(a) y 1(b), a lo largo de la línea X-X';

Las Figuras 3(a) y 3(b) representan cada una esquemáticamente una porción del documento de seguridad de las Figuras 1(a) y 1(b), a una escala ampliada, que
10 muestra ilustrativamente los rayos de luz dirigidos a un espectador en el primer y segundo ángulos de visión, respectivamente;

La Figura 3(c) muestra una imagen de cubierta de la ventana ilustrativa como se usa en el documento de seguridad de las Figuras 1(a) y 1(b), mientras que la
15 Figura 3(d) muestra una región de ventana de sustrato ilustrativa;

Las Figuras 4(a) a 4(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una segunda modalidad de la invención, las Figuras 4(a) y 4(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 4(c) muestra una sección transversal a
20 través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 5(a) a 5(d) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una variante de la segunda modalidad de la invención, las Figuras 5(a) y 5(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y las Figuras 5(c) y 5(d) muestran
25 dos secciones transversales alternativas a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y' de acuerdo con diferentes implementaciones;

Las Figuras 6(a) a 6(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una tercera modalidad de la invención, las Figuras 6(a) y 6(b) que muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo
30 ángulos de visión respectivamente, y la Figura 6(c) que muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 7(a) a 7(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una cuarta modalidad de la invención, las Figuras 7(a) y 7(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 7(c) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 8(a) a 8(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una quinta modalidad de la invención, las Figuras 8(a) y 8(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 8(c) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 9(a) a 9(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una sexta modalidad de la invención, las Figuras 9(a) y 9(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 9(c) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 10(a) a 10(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una séptima modalidad de la invención, las Figuras 10(a) y 10(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 10(c) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

La Figura 10(d) muestra una sección transversal a través de un documento de seguridad de acuerdo con una variante de la séptima modalidad;

Las Figuras 11(a) a 11(d) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una octava modalidad de la invención, las Figuras 11(a), 11(b) y 11(c) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer, segundo y tercer ángulos de visión respectivamente, y la Figura 11(d) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 12(a) a 12(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una novena modalidad de la invención, las Figuras 12(a) y 12(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 12(c) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 13(a) a 13(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una décima modalidad de la invención, las Figuras 13(a) y 13(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 13(c) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 14(a) a 14(d) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una undécima modalidad de la invención, las Figuras 14(a), 14(b) y 14(c) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer, segundo y tercer ángulos de visión respectivamente, y la Figura 14(d) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 15(a) a 15(e) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una duodécima modalidad de la invención, las Figuras 15(a), 15(b), 15(c) y 15(d) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer, segundo y tercer ángulos de visión respectivamente, y la Figura 15(e) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 16(a) a 16(d) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una decimotercera modalidad de la invención, las Figuras 16(a), 16(b) y 16(c) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer, segundo y tercer ángulos de visión respectivamente, y la Figura 16(d) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 17(a) a 17(d) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una decimocuarta modalidad de la invención, las Figuras 17(a), 17(b) y 17(c) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer, segundo y tercer ángulos de visión respectivamente, y la Figura 17(d) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y';

Las Figuras 18(a) a 18(d) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una decimoquinta modalidad de la invención, las Figuras 18(a), 18(b) y 18(c) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer, segundo y tercer ángulos de visión respectivamente, y la Figura 18(d) muestra

una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y’;

Las Figuras 19(a) a 19(f) muestran modalidades adicionales de documentos de seguridad, en sección transversal;

- 5 Las Figuras 20(a) a 20(e) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con otra modalidad de la invención, la Figura 20(a) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad, las Figuras 20(b) y 20(c) muestran el documento de seguridad en vista en planta como se ve por un primer observador en un primer lado del documento de seguridad en dos ángulos de visión diferentes, y las Figuras 20(d) y 20(e) muestran el documento de seguridad en vista en planta como se ve por un segundo observador en un segundo lado del documento de seguridad en dos ángulos de visión diferentes;

- 10 Las Figuras 21(a) a 21(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con una modalidad adicional de la invención, la Figura 21(a) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad, y las Figuras 21(b) y 21(c) muestran el documento de seguridad en vista en planta como se ve por un primer observador en un primer lado del documento de seguridad en dos ángulos de visión diferentes;

- 15 La Figura 22 es un diagrama de flujo que muestra las etapas en un método ilustrativo de fabricación de un documento de seguridad de acuerdo con una modalidad de la invención;

Las Figuras 23(a) y 23(b) ilustran esquemáticamente un proceso ilustrativo para formar una serie de elementos de enfoque para su uso en modalidades de la invención;

- 20 Las Figuras 24 y 25 muestran esquemáticamente dos modalidades de aparato para aplicar simultáneamente un conjunto de elementos de enfoque y un conjunto de elementos de imagen a un sustrato, adecuado para su uso en métodos de acuerdo con la invención;

- 25 La Figura 26 muestra esquemáticamente una modalidad de aparato para aplicar secuencialmente una serie de elementos de enfoque y una serie de elementos de imagen a un sustrato, adecuado para su uso en métodos de acuerdo con la invención;

Las Figuras 27(a) a 27(j) muestran ejemplos de elementos de imagen;

La Figura 28 muestra una modalidad adicional en vista en planta;

La Figura 29 muestra otra modalidad de un documento de seguridad en sección transversal;

Las Figuras 30(a) y 30(b) muestran el documento de seguridad de la Figura 29 en una variante en vista en planta, desde dos ángulos de visión diferentes respectivamente;

Las Figuras 31(a) y 31(b) muestran el documento de seguridad de la Figura 29 en otra variante en vista en planta, desde dos ángulos de visión diferentes respectivamente;

Las Figuras 32(a) a 32(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con un primer ejemplo comparativo, las Figuras 32(a) y 32(b) muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 32(c) muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y'; y

Las Figuras 33(a) a 33(c) ilustran un documento de seguridad de acuerdo con un segundo ejemplo comparativo, las Figuras 33(a) y 33(b) que muestran una porción del documento de seguridad en vista en planta en el primer y segundo ángulos de visión respectivamente, y la Figura 33(c) que muestra una sección transversal a través del documento de seguridad a lo largo de la línea Y-Y'.

20 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Las Figuras 1(a) y 1(b) muestran un documento de seguridad ilustrativo 100 de acuerdo con una primera modalidad de la invención. Aquí, el documento de seguridad 100 se representa como un billete, pero la misma estructura puede aplicarse a cualquier otra forma de documento de seguridad, tal como un cheque, un certificado, un pasaporte, una tarjeta de identificación, una tarjeta bancaria o cualquier otro documento que requiera autenticación. El documento de seguridad 100 presenta una región de ventana aparente 10, que parece más translúcida que el resto del documento de seguridad 100 y preferentemente es transparente. En este ejemplo, el documento de seguridad 100 también se proporciona con varias características opcionales, que incluyen una capa gráfica 90 y dispositivos de seguridad 93 y 95. La capa gráfica 90 puede presentar, por ejemplo, patrones

de líneas finas u otras marcas seguras, imágenes tales como un retrato y/o información tal como un indicador de denominación. Las características de seguridad 93 y 95 podrían ser de cualquier tipo y pueden formarse directamente en el documento de seguridad 100 o pueden suministrarse en forma de un artículo de seguridad (por ejemplo, una tira de seguridad, parche o lámina) y fijarse al documento de seguridad 100. Los ejemplos incluyen dispositivos difractivos tales como hologramas, dispositivos microópticos basados en lentes o prismas, imágenes latentes, características fluorescentes UV u otras, dispositivos magnéticos, etc. En la presente modalidad, el dispositivo de seguridad 93 está dentro de la región de ventana aparente 10 mientras que el dispositivo de seguridad 95 está fuera de la región de ventana aparente 10. Debe apreciarse que cualquiera de las características opcionales descritas en la presente descripción podría aplicarse igualmente a cualquiera de las modalidades que se exponen más abajo.

15

Como puede apreciarse a partir de una comparación de las Figuras 1(a) y 1(b), que muestran el documento de seguridad 100 desde diferentes ángulos de visión, la región de ventana aparente 10 varía en dependencia del ángulo de visión. Cuando el documento de seguridad se observa desde un primer ángulo de visión (Figura 1(a)), la región de ventana aparente 10 tiene una periferia de forma ovalada 11. Cuando el documento de seguridad 100 se observa desde un segundo ángulo de visión (Figura 1(b)), por ejemplo, habiendo sido inclinado alrededor del eje y, la región de ventana aparente 10 ahora cubre un área más grande y tiene una periferia rectangular 11. Si la posición de visión se alterna entre el primer y el primer y segundo ángulos de visión, la región de ventana aparente 10 parece cambiarse repetidamente entre formas ovaladas y rectangulares.

El mecanismo detrás de este efecto de ventana variable se explica mejor con referencia a las Figuras 2, 3 y 4. La Figura 2 muestra una sección transversal a través del documento de seguridad 100 a lo largo de la línea X-X'. Se verá que el documento de seguridad 100 comprende un sustrato de polímero 1 (que es preferentemente transparente pero al menos translúcido a la luz visible). Al

menos una capa opacificante 2a, 2b se proporciona en una o ambas superficies del sustrato de polímero 1, en la mayoría del documento de seguridad 100. En este caso, las capas opacificantes 2a, 2b se proporcionan en ambas superficies del sustrato de polímero 100, lo cual es típico pero no esencial. En la práctica,

5 varias capas opacificantes pueden recubrirse en cada superficie del sustrato de polímero, por ejemplo, hasta 5 o 7 capas opacificantes, que pueden o no tener la misma extensión lateral entre sí. Cada capa opacificante cubre preferentemente al menos el 50 % del área superficial de un lado del documento de seguridad, con mayor preferencia al menos el 80 %. Sin embargo, en algunos casos una o más

10 de las capas opacificantes pueden localizarse, por ejemplo, que cubren menos del 50 % del área superficial de un lado del documento de seguridad. Típicamente las capas opacificantes 2a, 2b tendrán un color claro tal como blanco, blanquecino o gris, para proporcionar un fondo adecuado para la impresión. Si bien en muchos casos todas las capas opacificantes serán de un color sustancialmente

15 el mismo entre sí, esto no es esencial y más abajo se proporcionará un ejemplo donde esto no es así. Al menos una de las capas opacificantes 2a, 2b (aquí, todas ellas) se omite a través de una región 5 del sustrato, que por lo tanto constituye una región de ventana de sustrato. En este ejemplo, la región de ventana de sustrato 5 es rectangular, y tiene una periferia 6 definida por el límite

20 entre el área donde están presentes las capas opacificantes y el área en la que están ausentes (es decir, el espacio en las capas opacificantes). Puede haber una región de límite (no mostrada) inmediatamente fuera de la periferia 6 en la que una o más de las capas opacificantes se “retroceden” en una pequeña cantidad lejos de la región de ventana (por ejemplo, en 0.5 mm o menos) para las

25 regiones de registro y por lo tanto menos de todas las capas opacificantes están presentes aquí. La región fuera de la región de ventana de sustrato 5 (y cualquier región de límite proporcionada) donde están presentes todas las capas opacificantes puede denominarse región fuera de la ventana 7.

30 En al menos parte de la región de ventana de sustrato 5, el documento de seguridad 100 se proporciona con una disposición ópticamente variable que comprende una serie de elementos de enfoque 12 y una serie de elementos de imagen 14. Los dos arreglos 12, 14 se superponen al menos parcialmente entre

sí y el arreglo de elementos de imagen 14 se dispone aproximadamente en el plano focal de los elementos de enfoque. En el presente ejemplo, los elementos de enfoque 12 se ubican en una primera superficie del sustrato de polímero 1 y los elementos de imagen 14 se ubican en la superficie opuesta (segunda) del sustrato de polímero 1, lo que se prefiere pero no es esencial. En combinación, la serie de elementos de enfoque 12 y la serie de elementos de imagen 14 cooperan para mostrar una imagen de cubierta de la ventana 20a cuando el documento de seguridad 100 se ve desde el primer ángulo de visión (Figura 1(a)) pero no cuando el documento de seguridad se ve desde el segundo ángulo de visión (Figura 1(b)). Los elementos de imagen 14 tienen sustancialmente la misma apariencia visual que la de las capas opacificantes 2a, 2b (en combinación) en una ubicación predeterminada en el documento de seguridad 1 donde está presente al menos una de las capas opacificantes, por ejemplo, la ubicación predeterminada puede estar en la región sin ventana 7 (o en una región límite, si se proporciona). Por ejemplo, si la pila de capas opacificantes 2a, 2b aparece blanca en la región sin ventana 7, el material que forma los elementos de imagen 14 también aparece sustancialmente blanco. Como tal, la imagen de cubierta de la ventana 20a aparece (cuando es visible) como una extensión de la región sin ventana 7 (o de la región de límite). Por lo tanto, la región de ventana aparente 10 que realmente se exhibe por el documento de seguridad 100 en un ángulo de visión particular se define mediante la combinación de la región de ventana de sustrato 5 y cualquier imagen de cubierta de la ventana 20a visible en ese ángulo de visión. Por ejemplo, en la modalidad de la Figura 1, la imagen de cubierta de la ventana 20a comprende una zona transparente de forma ovalada 22a rodeada por un área sólida 21a que tendrá sustancialmente la misma apariencia que la de las capas opacificantes 2a, 2b (al menos predominantemente). Esto se muestra en la Figura 3(c). La imagen de cubierta de la ventana 20a aquí se dimensiona para llenar la región de ventana de sustrato 5.

30

Por lo tanto, cuando el documento de seguridad se ve en el primer ángulo de visión, la imagen de cubierta de la ventana 20a se muestra y parece modificar la extensión lateral (rectangular) de la región de ventana de sustrato 5, lo que da

como resultado una región de ventana aparente de forma ovalada 10. Por supuesto, la región de ventana de sustrato 5 no se cambia realmente (se fija como resultado de la colocación de las capas opacificantes), pero parece que se cambia por la superposición de la imagen de cubierta de la ventana 20. Cabe señalar que en la Figura 1(a) la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5 se representa con líneas discontinuas para que pueda compararse con la periferia 11 de la región de ventana aparente. Sin embargo, en la práctica, la periferia original 6 preferentemente no será aparente para el usuario en el primer ángulo de visión (al menos no toda), ya que aparecerá sustancialmente oculta en la región sin ventana 7. Cuando el documento de seguridad 100 se ve desde el segundo ángulo de visión (Figura 1(b)), la imagen de cubierta de la ventana 20a ya no se muestra y por lo tanto toda la región de ventana de sustrato 5 es visible. En otras palabras, en este ángulo de visión, la región de ventana aparente 10 es la misma que la región de ventana de sustrato 5 (y también lo son sus respectivas periferias 11 y 6), ya que no hay contribución de ninguna imagen de cubierta de la ventana y por lo tanto no se realiza ninguna modificación.

Como se indicó anteriormente, los elementos de imagen 14 tienen sustancialmente la misma apariencia visual que la apariencia colectiva de las capas opacificantes 2a, 2b (en una ubicación predeterminada), lo que significa que las apariencias visuales relevantes son sustancialmente indistinguibles a simple vista, cuando se ven a la luz reflejada en condiciones de iluminación estándar (por ejemplo, iluminación de luz blanca). En algunos casos puede ser conveniente que el material que forma los elementos de imagen tenga sustancialmente la misma densidad óptica que la densidad óptica colectiva de la(s) capa(s) opacificante(s) en la ubicación relevante, en cuyo caso la región de ventana aparente parecería cambiar y/o desaparecer bajo condiciones de visión tanto reflectantes como transmisivas (al variar el ángulo de visión). Sin embargo, en la práctica esto no es esencial y el material que forma los elementos de imagen puede tener una densidad óptica sustancialmente menor en comparación con la de las capas opacificantes colectivamente, en cuyo caso la variación de la ventana puede ser menos visible (o no visible) en condiciones de visión transmisiva. No obstante, la apariencia visual reflectante de los elementos de

imagen seguirá siendo sustancialmente la misma que la de las capas opacificantes colectivamente (por ejemplo, color) de manera que el efecto de ventana variable sea visible al menos en condiciones de visualización reflectante. Cabe señalar que a pesar de la similitud en la apariencia entre los elementos de imagen 14 y las capas opacificantes 2a, 2b, los materiales y/o mecanismos que forman esas apariencias son preferentemente diferentes, por ejemplo, en términos de su formulación química si se usan dos materiales diferentes. Por ejemplo, en ejemplos preferidos las capas opacificantes 2a, 2b se formarán cada una de una tinta de huecogrado mientras que los elementos de imagen 14a (si se imprimen) pueden formarse cada uno de una tinta offset (por ejemplo, litográfica).

Proporcionar sustancialmente la misma apariencia visual puede implicar preferentemente elementos de imagen 14a, que tienen un color visible sustancialmente igual al color visible colectivo de la una o más capas opacificantes 2a, en la ubicación seleccionada. Convenientemente, la distancia euclidiana ΔE^*_{ab} entre los colores respectivos en el espacio de color CIELAB es menor que 5, con mayor preferencia menor que 3, con la máxima preferencia menor que 2.3, donde ΔE^*_{ab} se mide mediante el uso de la fórmula

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

donde ΔL^* , Δa^* y Δb^* son la distancia entre los dos colores a lo largo de los ejes L^* , a^* y b^* respectivamente (ver "Digital Color Imaging Handbook" (1.7.2 ed.) de G. Sharma (2003), CRC Press, ISBN 0-8493-0900-X, páginas 30 a 32). La diferencia de color ΔE^*_{ab} puede medirse mediante el uso de cualquier espectrofotómetro comercial, tal como los disponibles de Hunterlab de Reston, Virginia, Estados Unidos.

Las Figuras 3(a) y 3(b) muestran esquemáticamente una porción ampliada del documento de seguridad 100 dentro de la región de ventana de sustrato 5, para explicar el mecanismo mediante el cual se genera el efecto ópticamente variable descrito anteriormente. En este ejemplo, los elementos de enfoque 12 se representan como lentes alargadas (por ejemplo, lentes cilíndricos) con sus ejes

largos alineados a lo largo del eje y del documento 100. Los elementos de enfoque 12 son periódicos en la dirección ortogonal (eje x). La serie de elementos de imagen 14 aquí comprende un conjunto de elementos de imagen 14a, que son segmentos de imagen tomados de la imagen de cubierta de la ventana 20a (mostrada en la Figura 3(c)). Los elementos de imagen 14a se disponen con sustancialmente la misma periodicidad que los elementos de enfoque 12 en la dirección del eje x. En este ejemplo, los elementos de imagen 14a están separados entre sí por espacios 15a que están vacíos, correspondientes a una imagen en blanco 15 (mostrada en la Figura 3(d)).

10

La configuración es de manera que, cuando el dispositivo es visto por un primer observador O_1 en un primer ángulo de visión, como se muestra en la Figura 3(a), cada elemento de enfoque en la serie 12 dirige la luz desde uno de los elementos de imagen 14a en el conjunto correspondiente a la imagen de cubierta de la ventana 20a al espectador. Por lo tanto, la primera imagen de cubierta de la ventana 20a se muestra al observador O_1 por el conjunto de elementos de imagen 14a en combinación entre sí. Cuando el dispositivo es visto por un segundo observador O_2 en un segundo ángulo de visión (Figura 3(b)), los elementos de enfoque ahora dirigen la luz desde los espacios 15a al espectador, con el resultado de que no se muestra ninguna imagen (o, de manera equivalente, se muestra una imagen en blanco 15). Por lo tanto, la disposición es una forma de dispositivo lenticular de dos canales.

15

20

25

La imagen de cubierta de la ventana 20a puede tomar muchas formas diferentes, de las cuales se darán más ejemplos más abajo. En general, se prefiere que la imagen de cubierta de la ventana 20a incluya al menos una zona sólida 21a, que es un área contigua no transparente cuya apariencia predominante es sustancialmente la misma que la de las capas opacificantes en la región sin ventana 7, y con la máxima preferencia también al menos una zona transparente 22a. Sin embargo, este último no es esencial.

30

Para que la imagen de cubierta de la ventana 20a aparezca como una extensión de la región que no es ventana de la manera descrita, los elementos de imagen

14a serán al menos predominantemente de dicha apariencia que coincide sustancialmente con la de las capas opacificantes en la ubicación seleccionada. Con la máxima preferencia, los elementos de imagen 14a serán totalmente de esta apariencia (como en la primera modalidad descrita en la presente descripción), en cuyo caso la zona sólida 21a tendrá una apariencia de color de bloque sustancialmente uniforme (cuando se vea a través de los elementos de enfoque – en la práctica la capa de imagen real puede comprender una línea o pantalla de puntos pero aparecerá sólida a simple vista), coincidiendo sustancialmente con la apariencia de las capas opacificantes en combinación en la ubicación seleccionada. Sin embargo, esto no es esencial y en algunas modalidades puede ser conveniente que los conjuntos de elementos de imagen 14a también incluyan una pequeña proporción de algunos otros elementos de imagen (por ejemplo, un color diferente), para que la imagen de cubierta de la ventana 20a muestre un patrón u otro detalle, que puede por ejemplo aparecer encima del color coincidente en la zona sólida de la imagen de cubierta de la ventana. Un ejemplo de esto se proporcionará en relación con la Figura 16 más abajo, pero debe apreciarse que esta variación puede aplicarse a todas las modalidades.

20 Otras modalidades se describirán ahora con referencia a las Figuras 4 a 18. En cada caso, la construcción del documento de seguridad y los principios de operación son los mismos que los descritos anteriormente con respecto a la primera modalidad. Los elementos de imagen se configuran para que tengan sustancialmente la misma apariencia que la de las capas opacificantes (colectivamente), en un punto justo fuera de la región de ventana de sustrato. Se apreciará que las Figuras muestran solo una porción del documento de seguridad en cada caso (que está en las proximidades de la región de ventana aparente 10) y en la práctica el resto del documento de seguridad podría ser como se muestra en las Figuras 1(a) y 1(b). También debe señalarse que las secciones transversales mostradas en las Figuras son altamente esquemáticas y no están a escala. En particular, la relación periódica entre los elementos de imagen y los elementos de enfoque no se representa con precisión. En algunas Figuras de sección transversal, los elementos de imagen están sombreados y se proporciona

una clave para correlacionar el patrón de sombreado con una imagen de cubierta de la ventana (por ejemplo, “A” corresponde a 20a, “B” a 20b y así sucesivamente) que está definido por los elementos de imagen que tienen ese patrón de sombreado. Por lo tanto, el sombreado se proporciona únicamente para
5 identificar las relaciones entre los elementos de la imagen y las imágenes de cubiertas de ventanas, y no debe interpretarse como indicativo de ninguna otra característica de los elementos de la imagen. Esto se aplica, por ejemplo, a las Figuras 4(c), 6(c), 7(c), 8(c), 9(c), 10(c),(d), 11(d), 12(c), 13(c), 14(d), 15(e), 16(d), 17(d) y 18(d).

10

La Figura 4 representa una segunda modalidad de la invención. Aquí, como en la primera modalidad, la serie de elementos de imagen 14 comprende un conjunto único 14a de elementos de imagen correspondientes a una imagen de cubierta de la ventana 20a, separada por espacios 15a. La disposición es de manera que,
15 en el primer ángulo de visión, como se muestra en la Figura 4(a), los espacios 15a están dirigidos al espectador con el resultado de que la imagen de cubierta de la ventana 20a no es visible y la región de ventana aparente 10 es la misma que la región de ventana de sustrato 5, aquí una forma de “rombo” alargada. La imagen de cubierta de la ventana 20a consiste completamente en una zona sólida
20 configurada para llenar la región de ventana de sustrato 5 completamente. Como tal, en el segundo ángulo de visión, no hay una región de ventana aparente 10 (es decir, ha desaparecido), porque la imagen de cubierta de la ventana 20a ahora visible oculta toda la región de ventana de sustrato 5. En otras palabras, la región de ventana de sustrato original 5 se ha “apagado” completamente.

25

Una variante de la segunda modalidad se muestra en la Figura 5. De nuevo, se proporciona un conjunto único 14a de elementos de imagen, correspondiente a una imagen de cubierta de la ventana 20a, separada por espacios 15a. Sin embargo, en este caso, el conjunto de elementos de imagen 14 incluye además
30 un área estática 14(i) que se extiende entre su área ópticamente variable 14(ii) y la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5. El área ópticamente variable 14(ii) corresponde al área de la región de ventana aparente 10, que en este ejemplo es rectangular. Aquí, los elementos de imagen 14a y los espacios 15a

se entrelazan de la manera antes mencionada de manera que cooperan con los elementos de enfoque para generar un efecto ópticamente variable. Fuera de la periferia 11 de la región de ventana aparente, en el área estática 14(i), la serie de elementos de imagen 14 se configura para tener una estructura sustancialmente continua 25 que no cooperará con la serie de elementos de enfoque para generar un efecto ópticamente variable, y parece sustancialmente sólida a simple vista con o sin la presencia de elementos de enfoque 12. Por ejemplo, la estructura 25 podría formarse como un patrón de semitono o como una impresión de inundación. La estructura continua (o pseudocontinua) 25 está formada del mismo material (o estructura generadora de color) que los elementos de imagen 14a de manera que tiene la misma apariencia visual que los elementos de imagen 14a, y se fabrica preferentemente en el mismo proceso, por ejemplo, un proceso de impresión, con la máxima preferencia impresión litográfica.

15 Cuando el documento de seguridad se ve desde un primer ángulo de visión, mostrado en la Figura 5(a), la región de ventana aparente rectangular 10 se muestra porque, en esta área, los elementos de enfoque dirigen los espacios 15a al espectador y la imagen de cubierta de la ventana 20a no es visible. Al mismo tiempo, el área continua 14(ii) del conjunto de elementos de imagen, que se extiende a la periferia de la región de ventana de sustrato 5, aparece contigua con esa periferia y por lo tanto oculta el tamaño y la forma de la región de ventana de sustrato subyacente 5. Cuando el documento de seguridad se ve desde un segundo ángulo de visión, mostrado en la Figura 5(b), la imagen de cubierta de la ventana 20a ahora se muestra al espectador. Aquí, la imagen de cubierta de la ventana 20a consiste completamente en una zona sólida configurada para llenar la parte ópticamente variable 14(ii) de la región de ventana de sustrato 5 en su totalidad. Como tal, en el segundo ángulo de visión, no hay una región de ventana aparente 10 (es decir, ha desaparecido), porque la imagen de cubierta de la ventana ahora visible 20a junto con la parte estática 14(i) de la matriz de elementos de imagen oculta toda la región de ventana de sustrato 5. En otras palabras, la región de ventana de sustrato original 5 se ha vuelto completamente “apagada” nuevamente.

Dos construcciones alternativas del documento de seguridad se muestran en sección transversal en las Figuras 5(c) y 5(d). En ambos casos, la serie de elementos de enfoque 12 se dispone para superponer solo una parte de la serie de elementos de imagen 14 y no llena toda la región de ventana de sustrato 5.

5 Esto es beneficioso ya que la disposición es más tolerante a posibles errores de registro entre la serie de elementos de enfoque 12 y las capas opacificantes 2a, 2b que definen la región de ventana de sustrato. La serie de elementos de enfoque 12 solo necesita superponerse a la parte 14(ii) de la serie de elementos de imagen 14 que está configurada para dar lugar a un efecto ópticamente

10 variable, que en este caso corresponde a la extensión de la región de ventana aparente rectangular 10. El conjunto de elementos de enfoque 12 también puede extenderse sobre parte (pero preferentemente no todo) de la estructura continua 25 del conjunto de imágenes 14 en su área estática 14(i) para reducir los requisitos de registro de traslación entre el conjunto de elementos de enfoque 12

15 y el conjunto de elementos de imagen 14. Por supuesto, también es posible que la matriz de elementos de enfoque 12 llene toda la región de ventana de sustrato 5 si se prefiere. En la construcción de la Figura 5(c), la estructura continua o pseudocontinua 25 de la serie de elementos de imagen 14 se configura para colindar con la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5 (o puede separarse de ella mediante una línea clave uniforme). En la implementación de

20 la Figura 5(d), la estructura continua o pseudocontinua 25 de la serie de elementos de imagen 14 se extiende fuera de la región de ventana de sustrato 5, que se superpone a su periferia 6, habiendo sido depositada después de la capa opacificante 2b. Ambas construcciones logran el mismo objetivo deseado de hacer que la estructura continua o pseudocontinua 25 aparezca como una

25 extensión contigua de las capas opacificantes 2a, 2b, ayudando así a ocultar la forma y el tamaño de la región de ventana de sustrato 5.

En otra variante de la segunda modalidad, mostrada en la Figura 6 (que

30 constituye una tercera modalidad), el conjunto de elementos de enfoque 12 realiza una doble función. Un dispositivo ópticamente variable se proporciona al colocar elementos de imagen adicionales 91 en el plano focal de la matriz 12 que se configuran para cooperar con los elementos de enfoque para generar un efecto

visual ópticamente activo de contraste. Esto podría tomar la forma de cualquier tipo de dispositivo conocido, tal como un dispositivo lenticular o un magnificador de moiré. En el ejemplo mostrado, el dispositivo 91 es un dispositivo lenticular de dos canales que muestra una imagen de una estrella que parece girar entre una

5 primera orientación 91a visible en el primer ángulo de visión (Figura 6(a)) y una segunda orientación 91b visible en el segundo ángulo de visión (Figura 6(b)). Esto puede lograrse entrelazando segmentos de imagen de la primera y segunda imágenes correspondientes que muestran la forma de estrella en las dos orientaciones, de manera conocida. Preferentemente, los elementos de imagen

10 91 se proporcionarán en uno o más colores que contrastan fuertemente con los elementos de imagen 14a. Cuando el documento de seguridad 100 se ve desde el primer ángulo de visión, el dispositivo ópticamente variable 91 parecerá estar ubicado en la región de ventana aparente 10, mientras que cuando se ve desde el segundo ángulo de visión, ahora parecerá estar ubicado en una región sin

15 ventana (ya que la región de ventana aparente 10 se ha hecho desaparecer como se explicó anteriormente). Cabe señalar que un dispositivo ópticamente variable 91 puede añadirse a cualquiera de las modalidades descritas a continuación de la misma manera que se muestra aquí.

20 La Figura 7 muestra una cuarta modalidad. Como en las dos modalidades anteriores, aquí la serie de elementos de imagen 14 comprende un conjunto único 14a de elementos de imagen correspondientes a una imagen de cubierta de la ventana 20a, separada por espacios 15a. La disposición es de manera que, en el primer ángulo de visión, como se muestra en la Figura 7(a), los espacios 15a

25 están dirigidos al espectador con el resultado de que la imagen de cubierta de la ventana 20a no es visible y la región de ventana aparente 10 es la misma que la región de ventana de sustrato 5, aquí una forma de “rombo” alargada. La imagen de cubierta de la ventana 20a, visible en la Figura 7(b), está configurada para llenar solo una porción de la región de ventana de sustrato 5, aquí el tercio superior. Esto se logra al proporcionar la imagen de cubierta de la ventana 20a

30 con una zona sólida 21a que tiene forma y tamaño correspondientes al tercio superior de la región de ventana de sustrato 5, y una zona transparente adyacente 22a. Cabe señalar que dado que solo la parte de la serie de elementos de imagen

14 correspondiente al área de la zona sólida 21a es ópticamente variable (el resto de la región de ventana de sustrato 5 es visible en todos los ángulos de visión), la serie de elementos de enfoque 12 no es necesario que se extienda sobre toda la región de ventana de sustrato 5 (como se muestra) pero podría proporcionarse solo sobre un área menor siempre que incluya la parte ópticamente variable (similar a la disposición mostrada en la Figura 2). Por lo tanto, la región de ventana aparente 10 parece cambiar en términos de tamaño y forma (se vuelve más pequeña y menos alargada) cuando el ángulo de visión se cambia de la primera a la segunda. En otras palabras, la región de ventana de sustrato original 5 se ha apagado parcialmente (en un sentido espacial). También se señalará que aquí, la periferia 11 de la región de ventana aparente vista desde el segundo ángulo de visión (Figura 7(b)) se define en parte por la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5 y en parte por el borde 23a entre las zonas sólidas y transparentes en la imagen de cubierta de la ventana 20a.

15

La quinta modalidad, mostrada en la Figura 8, es muy similar a la cuarta modalidad. Sin embargo, aquí, la imagen de cubierta de la ventana 20a, visible en el segundo ángulo de visión, se configura para llenar tanto el tercio superior como el tercio inferior de la forma de “rombo” de la región de ventana de sustrato 5. Como tal, la región de ventana aparente 10 ahora parece conmutar entre el área completa en forma de rombo en el primer ángulo de visión (Figura 8(a)) y un área rectangular más pequeña en el segundo ángulo de visión (Figura 8(b)). Esto se logra al configurar la imagen de cubierta de la ventana 20a para que tenga dos zonas sólidas 21a', 21a'' y una zona transparente intermedia 23a. Cabe señalar que dado que solo las partes del arreglo de elementos de imagen 14 correspondientes a las áreas de las zonas sólidas 21a', 21a'' son ópticamente variables (el resto de la región de ventana de sustrato 5 es visible en todos los ángulos de visión), el arreglo de elementos de enfoque 12 no necesita extenderse sobre toda la región de ventana de sustrato 5 (como se muestra) pero podría proporcionarse solo sobre un área menor siempre que incluya las partes ópticamente variables (similar a la disposición mostrada en la Figura 2). Nuevamente, la periferia 11 de la región de ventana aparente se define en parte por la periferia 6 de la región de ventana de sustrato (los “verticales” de la ventana

rectangular 10), y en parte por los bordes 23a en la región de cubierta de la ventana (los “horizontales” de la ventana rectangular 10).

5 También es posible que la imagen de cubierta de la ventana 10 defina completamente la periferia 11 de la región de ventana aparente 10 (en el ángulo de visión correspondiente). Este fue el caso en la primera modalidad anterior y también se proporciona en la sexta modalidad, mostrada en la Figura 9. Aquí, la imagen de cubierta de la ventana 20a, visible en el segundo ángulo de visión (Figura 9(b)), comprende una zona transparente aproximadamente cuadrada 22a
10 rodeada en los cuatro lados por una zona sólida 21a. Por lo tanto, cuando el documento de seguridad se ve desde el segundo ángulo de visión, toda la periferia 6 de la región de ventana de sustrato queda oculta. La periferia completa 11 de la región de ventana aparente 10 se define por el borde 23a entre las zonas 21a, 22a en la imagen de cubierta de la ventana 20a. Al inclinarse, la ventana
15 aparente 10 parece conmutar entre el área completa en forma de rombo de la región de ventana de sustrato en el primer ángulo de visión y una región cuadrada significativamente más pequeña en el segundo ángulo de visión.

En las modalidades hasta ahora, se ha proporcionado una única imagen de
20 cubierta de la ventana. Sin embargo, también es posible configurar el documento de seguridad con dos o más imágenes de cubierta de la ventana, cada una visible en un ángulo de visión diferente. Esto se demuestra en la séptima modalidad, mostrada en las Figuras 10(a) a (c). La matriz de elementos de imagen 14 ahora comprende dos conjuntos de elementos de imagen 14a, 14b, cada uno
25 correspondiente a una imagen de cubierta de la ventana respectiva diferente 20a, 20b, y cada uno tiene sustancialmente el mismo color que las capas opacificantes en la ubicación seleccionada (es decir, justo fuera de la región de ventana de sustrato, en este caso). Los elementos de imagen de cada conjunto se entrelazan entre sí y tienen la misma periodicidad. Cuando el documento de seguridad se
30 ve desde el primer ángulo de visión (Figura 10(a)), se muestra la primera imagen de cubierta de la ventana 20a, mientras que cuando el documento de seguridad se ve desde el segundo ángulo de visión (Figura 10(b)), se muestra la segunda imagen de cubierta de la ventana 20b. En este ejemplo, la primera imagen de

cubierta de la ventana 20a tiene una zona transparente cuadrada 22a rodeada por una zona sólida 21a en los cuatro lados (como en la sexta modalidad), mientras que la segunda imagen de cubierta de la ventana 20b tiene una zona transparente circular 22b rodeada por una zona sólida 21b en todas las direcciones. Cada imagen de cubierta de la ventana se dimensiona para llenar la región de ventana de sustrato 5 de manera que su periferia original 6 se oculte en todos los ángulos de visión. Por lo tanto, al inclinarse, la región de ventana aparente 10 parece cambiar de forma entre cuadrada y circular. En este caso, la periferia 11 de la región de ventana aparente 10 se define completamente mediante las imágenes de cubierta de la ventana 20a, 20b en todos los ángulos de visión.

Se observará que, en la séptima modalidad, donde las zonas sólidas 21a y 21b de la primera y segunda imágenes de cubierta de la ventana se superponen entre sí, los elementos de imagen 14a, 14b que forman las imágenes de cubierta juntas forman una estructura sustancialmente continua de la serie de elementos de imagen que no es ópticamente variable en sí misma – es decir, esta área de la región de ventana de sustrato 6 aparecerá igual en todos los ángulos de visión a pesar de la presencia de elementos de enfoque 12. En términos prácticos, esta área equivale a tener una estructura continua o pseudocontinua similar a la analizada con referencia a la Figura 5 anterior.

En una variante de la séptima modalidad, mostrada en la Figura 10(d), esto se hace mediante la disposición de la serie de elementos de enfoque 12 para que se superponga solo a parte de la serie de elementos de imagen 14. Aquí, el conjunto de elementos de enfoque 12 no se extiende hasta la periferia de la región de ventana de sustrato 5, sino que está separado de ella, lo que hace que la construcción sea más tolerante al error de registro entre el conjunto de elementos de enfoque 12 y las capas opacificantes 2a, 2b. La serie de elementos de enfoque 12 se coloca de manera que se superponga al menos la parte 14(ii) de la serie de elementos de imagen 14 que da lugar a un efecto ópticamente variable, que en este caso corresponde aproximadamente al área que contiene la zona transparente cuadrada 22a de la primera imagen de cubierta de la ventana (la

zona transparente circular 22b cae dentro de la zona 22a). Los elementos de enfoque están ausentes en al menos parte del área 14(i) del conjunto 14 donde los elementos de imagen entrelazados 14a, 14b son continuos entre sí. Dado que esta área 14(i) del conjunto de elementos de imagen 14 aparece

5 sustancialmente visualmente continua a simple vista, proporciona continuidad visual entre la región de ventana aparente ópticamente variable 10 y las capas opacificantes circundantes 2a, 2b, que ayudan a ocultar la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5 en todos los ángulos de visión. Preferentemente, la serie de elementos de enfoque 12 es mayor que la parte ópticamente variable

10 14(ii) (y por lo tanto se superpone a parte del área continua 14(i)) de la serie de elementos de imagen 14 para mejorar también la tolerancia del registro incorrecto entre la serie de elementos de enfoque 12 y la serie de elementos de imagen 14. Cabe señalar que consideraciones similares pueden aplicarse a todas las modalidades descritas en la presente descripción – es decir, donde las partes del

15 arreglo de elementos de imagen 14 son sustancialmente continuas (y por lo tanto no darían lugar a un efecto ópticamente variable), no es necesario que el arreglo de elementos de enfoque se extienda sobre ellas. Además, puede ser ventajoso que la matriz de elementos de enfoque 12 no se extienda sobre toda la región de ventana de sustrato 5 por las razones que acaban de explicarse.

20

También es posible proporcionar al documento de seguridad más de dos apariencias de ventana diferentes de la región de ventana aparente, al aumentar el número de “canales” que pueden mostrarse en todo el intervalo de ángulos de visión. La octava modalidad, mostrada en la Figura 11, es un ejemplo de un

25 dispositivo de tres canales adecuado para esto. Aquí, se proporcionan tres imágenes de cubierta de la ventana 20a, 20b, 20c. El conjunto de elementos de imagen 14 comprende tres conjuntos correspondientes de elementos de imagen, 14a, 14b, 14c, todos del mismo color, cada uno con la misma periodicidad e intercalados entre sí en la dirección de la periodicidad. La primera y segunda

30 imágenes de cubierta de la ventana 20a, 20b son las mismas que en la modalidad anterior. La tercera imagen de cubierta de la ventana 20c define una zona transparente triangular 22c, rodeada por una zona sólida 21c. Por lo tanto, desde un primer ángulo de visión (Figura 11(a)), la región de ventana aparente 10

aparece cuadrada, desde un segundo ángulo de visión (Figura 11(b)), la región de ventana aparente aparece circular, y desde un tercer ángulo de visión la región de ventana aparente aparece triangular. En todos los ángulos de visión, la periferia 11 de la región de ventana aparente 10 se define completamente por las imágenes de cubierta de la ventana 20 mientras que la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5 permanece oculta. Se apreciará que, como en la séptima modalidad, no es esencial que la serie de elementos de enfoque 12 se extienda por toda la región de ventana de sustrato 5. Más bien, la serie de elementos de enfoque 12 solo necesita superponer la parte de la serie de elementos de imagen 14 que coopera con los elementos de enfoque para generar un efecto ópticamente variable, que aquí corresponde aproximadamente a la extensión de la zona transparente cuadrada 22a de la primera imagen de cubierta de la ventana. Por ejemplo, en una variante de la octava modalidad, la sección transversal de la estructura podría ser la misma que la mostrada en la Figura 10(d).

En los ejemplos anteriores, la(s) imagen(es) de cubierta de la ventana se han configurado de manera que, al cambiar el ángulo de visión, la región de ventana aparente 10 cambia de forma y/o tamaño, o desaparece/vuelve a aparecer. Alternativamente o además, la(s) imagen(es) de la cubierta de la ventana puede(n) configurarse de manera que la región de ventana aparente 10 cambie en términos de número. Es decir, el número de regiones de ventana aparentes 10 visibles simultáneamente (es decir, en el mismo ángulo de visión) puede variar con el ángulo de visión. Un ejemplo de esto se muestra en la novena modalidad, representada en la Figura 12. Aquí, el dispositivo de seguridad se proporciona con dos imágenes de cubierta de la ventana, la construcción es la misma que en la séptima modalidad. En este caso, la primera imagen de cubierta de la ventana 20a y la segunda imagen de cubierta de la ventana 20b cada una define una zona transparente cuadrada 22a, 22b que tiene el mismo tamaño y ubicación de manera que esta parte de la región de ventana aparente 10 no parece cambiar al inclinarse. Sin embargo, mientras que la primera imagen de cubierta de la ventana 20a (Figura 12(a)) comprende una zona sólida 21a que llena toda la región de ventana de sustrato 5 fuera de la zona transparente cuadrada 22a, la

segunda imagen de cubierta de la ventana 20b (Figura 12(b)) define dos zonas transparentes adicionales 22b' y 22b''. Cada una de estas zonas transparentes adicionales 22b' y 22b'' es circular y se separa de la zona transparente cuadrada 22b por la zona sólida 21b. Por lo tanto, al cambiar entre el primer ángulo de visión y el segundo ángulo de visión, el número de regiones de ventana aparentes cambia de una a tres y viceversa, a medida que aparecen y desaparecen las dos regiones de ventana circulares. Como en los ejemplos anteriores, no es necesario que la serie de elementos de enfoque 12 se extienda sobre toda la región de ventana de sustrato 5, sino solo aquellas partes del elemento de imagen 14 que dan lugar a un efecto ópticamente variable. En el presente caso, esto incluye las ubicaciones correspondientes a las zonas transparentes 22b' y 22b'' de la segunda imagen de cubierta (todas las demás partes del conjunto de elementos de imagen 14 son estáticas).

15 También es posible mostrar múltiples regiones de ventana aparentes en más de un ángulo de visión. Por ejemplo, la Figura 13 muestra una décima modalidad que es de la misma construcción que la novena modalidad, excepto que aquí tanto la primera como la segunda imagen de cubierta de la ventana definen tres zonas transparentes discretas, y por lo tanto tres regiones de ventana aparentes se muestran tanto en el primer como en el segundo ángulo de visión. Sin embargo, la forma de las dos ventanas pequeñas se configura para variar. En el primer ángulo de visión (Figura 13(a)), se muestra la primera imagen de cubierta de la ventana 20a, en la que las dos zonas transparentes más pequeñas son circulares, lo que significa que el documento de seguridad tiene una región de ventana aparente cuadrada relativamente grande 10, y dos regiones de ventana aparente circulares relativamente pequeñas 10. Al cambiar al segundo ángulo de visión (Figura 13(b)), la región de ventana aparente cuadrada más grande 10 parece sin cambios, pero las dos regiones de ventana aparente más pequeñas han cambiado de circular a cuadrada. Como en los ejemplos anteriores, no es necesario que la serie de elementos de enfoque 12 se extienda sobre toda la región de ventana de sustrato 5, sino solo aquellas partes del elemento de imagen 14 que dan lugar a un efecto ópticamente variable. En el presente caso, esto incluye las ubicaciones correspondientes a las zonas transparentes cuadradas

22b' y 22b'' de la segunda imagen de cubierta de la ventana (las zonas transparentes circulares 22a' y 22a'' de la primera imagen de cubierta de la ventana que caen dentro de ellas).

Como se mencionó anteriormente, se pueden admitir efectos visuales más complejos mediante la incorporación de tres o más imágenes de cubiertas de ventanas, cada una visible desde un ángulo de visión diferente. Aparte de los efectos de conmutación, tales dispositivos de tres (o más) canales pueden configurarse ventajosamente para proporcionar efectos de animación, cada cuadro de la animación se muestra mediante una de las imágenes de cubierta de la ventana. De esta manera, la región de ventana aparente 10 puede configurarse para cambiar de manera gradual o por etapas (en dependencia del número de imágenes). Por ejemplo, las imágenes de la cubierta de la ventana podrían configurarse para proporcionar efectos de animación tales como: una expansión o contracción de la región de ventana aparente; y/o movimiento de la región de ventana aparente; y/o apertura o cierre de la región de ventana aparente; y/o transformación de una forma a otra de la región de ventana aparente; y/o aumento o disminución del número de regiones de ventana aparentes. La undécima modalidad, mostrada en la Figura 14, proporciona un ejemplo de esto. Aquí, se proporcionan tres canales, cada uno de los cuales muestra una imagen de cubierta de la ventana respectiva 20a, 20b, 20c. Cada una de las imágenes de cubierta de la ventana define una zona transparente circular 22a, 22b, 22c respectivamente, que están centradas cada una en la misma posición pero tienen un diámetro decreciente. Por lo tanto, cuando el documento de seguridad se ve desde el primer ángulo de visión (Figura 14(a)), es visible una región de ventana aparente circular relativamente grande 10. Al inclinarse en una dirección, la región de ventana aparente 10 parece encogerse en tamaño en dos etapas (Figuras 14(b) después (c)). Al inclinarse en la dirección inversa, la región de ventana aparente parece expandirse una vez más. Sería posible hacer el cambio más gradual y menos por etapas insertando más imágenes de cubiertas de ventanas que definan ventanas circulares con diámetros intermedios a los mostrados. Como en los ejemplos anteriores, no es necesario que la serie de elementos de enfoque 12 se extienda sobre toda la región de ventana de sustrato

5, sino solo aquellas partes del elemento de imagen 14 que dan lugar a un efecto ópticamente variable. En el presente caso, esto corresponde a la zona transparente circular 22a de la primera imagen de cubierta de la ventana (las zonas transparentes más pequeñas 22b, 22c que caen dentro de ella).

5

En una variante preferida particular de esta modalidad (no mostrada), el efecto de animación se configura para que sea cíclico. Es decir, las imágenes de la cubierta de la ventana se configuran para mostrar un cambio en la región de ventana aparente de un primer estado a un segundo estado y de regreso, a medida que el documento de seguridad se inclina en una dirección continua. Por ejemplo, esto podría lograrse añadiendo una cuarta imagen de cubierta de la ventana al conjunto mostrado en la Figura 14, para que se muestre en cuarto lugar en la secuencia mostrada. Por lo tanto, al colocar en mosaico en una dirección, a partir del primer ángulo de visión (Figura 14(a)) la región de ventana aparente circular 10 parecería disminuir en tamaño en dos etapas, alcanzando un tamaño mínimo como se muestra en la Figura 14(c), antes de aumentar nuevamente al tamaño intermedio mostrado por la cuarta imagen de cubierta de la ventana (que coincide con la de la Figura 14(b)) a medida que se continúa inclinando en la misma dirección. Esto es beneficioso porque la naturaleza cíclica evita cualquier “salto” visible en el estado de la región de ventana aparente cuando el ángulo de visión alcanza el final de la secuencia. El dispositivo resultante también es altamente tolerante al error de registro lateral. Estos efectos, y más ejemplos de secuencias cíclicas adecuadas, se describen en el contexto de dispositivos de seguridad lenticulares en el documento WO-A-2012/153106, cuyos principios pueden aplicarse igualmente a las imágenes de cubiertas de ventanas en la presente descripción.

Las Figuras 15 a 18 muestran ejemplos adicionales de efectos de animación que pueden incorporarse en documentos de seguridad de acuerdo con modalidades de la presente invención. En cada caso, el efecto de animación puede convertirse en un efecto de animación cíclica mediante la inserción de una o más imágenes de cubierta de la ventana adicionales, repitiendo una o más de las tramas mostradas para devolver la región de ventana aparente 10 a su estado “inicial”.

En la duodécima modalidad, mostrada en la Figura 15, se proporcionan cuatro canales pero solo tres imágenes de cubierta de la ventana 20a, 20b, 20c. El primer canal, visible desde el primer ángulo de visión (Figura 15(a)), corresponde a una imagen en blanco 15 lograda al insertar espacios 15a en la serie de elementos de imagen 14 con la misma periodicidad que cada uno de los tres conjuntos de elementos de imagen 14a, 14b, 14c. Por lo tanto, en el primer ángulo de visión, no se muestra ninguna imagen de cubierta de la ventana y la región de ventana aparente 10 es la misma que la región de ventana de sustrato 5, que aquí tiene una forma de rombo alargada. En el segundo ángulo de visión (Figura 15(b)), se muestra la primera imagen de cubierta de la ventana 20a, que llena el tercio superior de la región de ventana de sustrato 5, lo que da como resultado una región de ventana aparente 10 más corta. A medida que continúa el inclinación, en el tercer ángulo de visión (Figura 15(c)), se muestra la segunda imagen de cubierta de la ventana 20b que llena los dos tercios superiores de la región de ventana de sustrato, dejando solo una pequeña región de ventana aparente casi cuadrada 10. En un mosaico aún más, en un cuarto ángulo de visión (Figura 15(d)), se muestra la tercera imagen de cubierta de la ventana 20c que llena toda la región de ventana de sustrato 5 de manera que desaparece la región de ventana aparente 10. Por lo tanto, la animación aparece como un efecto de deslizamiento o de obturación con la ventana que se apaga gradualmente cuando el ángulo de visión cambia en una dirección, y se enciende en la dirección opuesta.

La decimotercera modalidad, mostrada en la Figura 16, es un dispositivo de tres canales similar al mostrado en la Figura 14. Aquí las tres imágenes de cubierta de la ventana 20a, 20b, 20c se configuran para generar la apariencia de un obturador de cámara que se cierra a medida que se cambia el ángulo de visión. Por lo tanto, la región de ventana aparente de aproximadamente forma cuadrada 10 disminuye en tamaño desde el primer ángulo de visión (Figura 16(a)) hasta el segundo (Figura 16(b)), antes de desaparecer (Figura 16(c)). Sin embargo, a diferencia de la primera a la duodécima modalidades, en la presente modalidad, los elementos de imagen 14a, 14b, 14c no tienen completamente una apariencia

que coincida con las capas opacificantes (por ejemplo, blanca), y por lo tanto las zonas sólidas 21a, 21b, 21c de las respectivas imágenes de cubierta de la ventana 20a, 20b, 20c no son completamente uniformes en apariencia. Más bien, cada imagen de cubierta 20a, 20b, 20c incluye una o más características 24a, 24b, 24c en otro color (por ejemplo, negro) que puede proporcionarse al formar los elementos de imagen con una pequeña proporción de otro material (por ejemplo, tinta negra) además del material predominante que coincide con las capas opacificantes (o cualquier manera equivalente de lograr diferentes efectos de color, según corresponda para la manera en que se implementan los elementos de imagen 14). En este ejemplo, las características 24a, 24b, 24c son detalles de líneas finas usados para crear la apariencia de un obturador de cámara que rodea la región de ventana aparente 10. Se observará que las características 24a, 24b, 24c ocupan solo una pequeña proporción del área de las zonas sólidas respectivas. Esto es para garantizar que la apariencia predominante de la imagen de cubierta de la ventana aún coincida con las capas opacificantes y, por lo tanto, que aparezca como una extensión de la región sin ventana. En ejemplos preferidos, cualquier parte visualmente contrastante adicional de los elementos de imagen de una cubierta de la ventana cualquiera no debe ocupar más del 20 % del área de la(s) zona(s) sólida(s) de esa imagen, con mayor preferencia no más del 10 %, aún con mayor preferencia no más del 5 %, con la máxima preferencia no más del 1 % (como en el presente ejemplo). En una implementación alternativa, las características tales como los detalles 24a, 24b y 24c podrían proporcionarse en su lugar en imágenes de cubiertas de ventanas dejando espacios en la cobertura de los elementos de imagen 14. Como en algunos de los ejemplos anteriores, no es necesario que la serie de elementos de enfoque 12 se extienda sobre toda la región de ventana de sustrato 5, sino solo aquellas partes del elemento de imagen 14 que dan lugar a un efecto ópticamente variable.

Las imágenes de la cubierta de la ventana también pueden configurarse para dar la impresión de movimiento a la región de ventana aparente 10. En una decimocuarta modalidad, mostrada en la Figura 17, se proporcionan tres imágenes de cubierta de la ventana 20a, 20b, 20c. En cada caso, la imagen de

cubierta de la ventana comprende una zona sólida 21a, 21b, 21c que tiene la forma de un flecha, y dos zonas transparentes 22a', 22a'', 22b', 22b'', 22c', 22c'' por encima y por debajo de la flecha. La posición del chevrón es diferente en una imagen a la siguiente, de manera que a medida que se inclina el documento de seguridad, el chevrón parece moverse hacia abajo en el documento de seguridad. El símbolo de mayor que aparece como una porción de la región sin ventana del billete que divide dos regiones de ventana aparentes (por encima y por debajo del símbolo de mayor que) entre sí. Por lo tanto, el tamaño y la forma de las dos regiones de ventana aparentes cambian de acuerdo con el ángulo de visión.

10

La Figura 18 muestra una decimoquinta modalidad que es la misma que la modalidad anterior, pero en negativo. Por lo tanto, el flecha móvil ahora corresponde a la región de ventana aparente 10, que se define por una zona transparente 22a, 22b, 22c en cada una de las tres imágenes de cubierta de la ventana con el resto de cada imagen que lleva una zona sólida. En este caso, el resultado final es la aparición de una región de ventana aparente en forma de flecha 10 que no cambia de forma o tamaño al cambiar el ángulo de visión, sino que cambia de posición.

20 Si bien en cada una de las modalidades mostradas anteriormente, la región de ventana de sustrato 5 y la región de ventana aparente 10 se configuran de manera que están rodeadas por regiones que no son ventanas en todos los lados, que aparecen como una ventana completamente cerrada, esto no es esencial. En otros casos, la región de ventana de sustrato 5 y/o la región de ventana aparente 10 podrían estar parcialmente bordeadas por un borde del documento de seguridad – es decir, parte del límite de la ventana se define por el borde del documento de seguridad. Esto aparecería como una ventana de borde o región recortada.

30 En todas las modalidades anteriores en las que se proporcionan dos o más imágenes de cubiertas de ventanas, cada una comprende elementos de imagen 14a, 14b... predominantemente de una apariencia que coincide sustancialmente con la de la(s) capa(s) opacificante(s) en combinación en la ubicación

seleccionada (por ejemplo, en la región no ventana 7). Sin embargo, también es posible proporcionar una imagen de características contrastantes en uno de los canales, en uno o más colores diferentes de las capas opacificantes. Por ejemplo, en las modalidades de las Figuras 10 u 11, una de las imágenes de cubierta de la ventana podría reemplazarse por una imagen de características que se extiende sobre toda o parte de la región de ventana de sustrato 5. Tal imagen de característica podría tener contenido de información tal como texto alfanumérico, un símbolo, un retrato, un patrón u otro gráfico. Por ejemplo, en la modalidad de la Figura 10, la segunda imagen de cubierta de la ventana 20b podría reemplazarse por una imagen de características con las letras “DLR” y un logotipo alineado a lo largo de la línea Y-Y’. Por lo tanto, al inclinarse, en el primer ángulo de visión la región de ventana aparente 10 sería una región cuadrada pequeña como se muestra en la Figura 10(a), mientras que en el segundo ángulo de visión se revelaría la región de ventana de sustrato completa 5, con la imagen de la característica (“DLR” + logotipo) exhibida dentro de ella. Una imagen característica como esta podría añadirse a cualquiera de las modalidades descritas anteriormente.

Para fines de explicación, la misma estructura de documento ilustrativa se ha mostrado en todas las modalidades descritas anteriormente. Sin embargo, en la práctica, los mismos resultados pueden lograrse a través de una amplia variedad de disposiciones diferentes, algunas de las cuales se describirán ahora con referencia a las Figuras 19(a) a (f). Se debe apreciar que cualquiera de las modalidades anteriores puede implementarse mediante el uso de cualquiera de las construcciones representadas en la Figura 19(a) a (f). Además, aunque las Figuras 19(a) a (f) representan el conjunto de elementos de enfoque 12 y el conjunto de elementos de imagen 14 como que se extienden por toda la región de ventana de sustrato 5, como se analizó anteriormente, esto no es esencial. En particular, en cualquiera de las construcciones ilustrativas mostradas puede ser conveniente que la serie de elementos de enfoque 12 se extienda sobre solo una parte (y no toda) de la región de ventana de sustrato 5, preferentemente que se proporcione completamente dentro de la región de ventana de sustrato.

La Figura 19(a) muestra una construcción ilustrativa que es la misma que la descrita en las modalidades anteriores, con los elementos de enfoque 12 y los elementos de imagen 14 aplicados a los lados opuestos del sustrato de polímero transparente o translúcido 1. Sin embargo, en este caso, la serie de elementos de enfoque 12 y la serie de elementos de imagen 14 no se proporcionan solo en la región de ventana de sustrato 5, sino que también se extienden a la región sin ventana 7, donde se superponen a las capas opacificantes 2a, 2b. Esto puede ser conveniente ya que aumenta la tolerancia a la desalineación entre el espacio en las capas opacificantes que definen la región de ventana de sustrato 5, y la combinación de elemento de enfoque / elemento de imagen. Dado que las capas opacificantes 2a, 2b pueden aplicarse en un proceso separado de la aplicación de los elementos de enfoque y los elementos de imagen (es decir, no en línea), existe la posibilidad de un registro incorrecto significativo. Al disponer los elementos de enfoque y los elementos de imagen para que continúen más allá de la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5, se reduce la probabilidad de que cualquier porción de la región de ventana de sustrato se omita inadvertidamente. En variantes, solo uno u otro del conjunto de elementos de enfoque 12 y el conjunto de elementos de imagen 14 podría disponerse para extenderse hacia la región sin ventana.

20

Se observará que en la modalidad de la Figura 19(a), donde los elementos de enfoque 12 y los elementos de imagen 14 se superponen a las capas opacificantes 2a, 2b, las capas opacificantes se ubican entre las matrices 12, 14 y el sustrato de polímero 1. Esto refleja la preferencia por aplicar las capas opacificantes 2a, 2b antes de que se apliquen los elementos de enfoque 12 y los elementos de imagen 14. Sin embargo, también es posible realizar la fabricación en el orden inverso, en cuyo caso las matrices 12, 14 estarían cubiertas por las capas opacificantes 2a, 2b en la región sin ventana.

30 El material del que se forman los elementos de enfoque 12 también podría usarse opcionalmente para formar otras estructuras de relieve junto con los elementos de enfoque 12, por ejemplo, estructuras sin enfoque tales como pedestales o elementos táctiles. Tales estructuras podrían ubicarse dentro de la región de

ventana de sustrato 5 (por ejemplo, entre áreas de elementos de enfoque) y/o en la región sin ventana 7.

La Figura 19(b) muestra una modalidad en la que al menos los elementos de imagen 14 se han aplicado antes que al menos la capa opacificante 2b en el mismo lado del sustrato de polímero 1, que se extiende sobre la región de ventana de sustrato 5 de elementos de imagen 14. A diferencia de los ejemplos anteriores, aquí la región de ventana de sustrato 5 es de una construcción de media ventana, que tiene una(s) capa(s) opacificante(s) presente(s) en un lado del sustrato de polímero 1 pero no en el otro. (Todas las modalidades anteriores han utilizado construcciones de ventana completa de la región de ventana de sustrato 5). En este caso, el efecto de ventana variable será más sutil (al menos en condiciones de iluminación de luz transmitida) ya que la región de ventana aparente 10 será una media ventana y, por lo tanto, el contraste entre esta y la(s) imagen(es) de cubierta de la ventana que contribuyen a su definición será menos intenso. Bajo condiciones de visión reflectante, el efecto de ventana variable puede mejorarse mediante tal disposición, ya que la capa opacificante presente en la media ventana reduce la cantidad de luz transmitida y, por lo tanto, aumenta la luz reflejada percibida.

20

Se prefieren disposiciones en las que los elementos de enfoque 12 y los elementos de imagen 14 se aplican a lados opuestos del sustrato de polímero transparente o translúcido 1 (que incluye todas las modalidades descritas hasta ahora) ya que esto facilita el logro de un registro extremadamente alto entre los elementos de enfoque y los elementos de imagen 14, como se describirá más abajo. Además, el grosor completo del sustrato de polímero 1 puede usarse para proporcionar la separación óptica necesaria entre los elementos de enfoque y los elementos de imagen. Sin embargo, esto no es esencial y en otras implementaciones, ambos arreglos podrían disponerse en el mismo lado del sustrato de polímero 1. Una modalidad de este tipo se muestra en la Figura 19(c). Aquí, de nuevo, la región de ventana de sustrato 5 es una ventana media aunque podría ser alternativamente una ventana completa si se inserta un espacio en la capa opacificante 2b. Los elementos de imagen 14 se aplican a una primera

superficie del sustrato de polímero, seguido de la serie de elementos de enfoque 12 en la misma superficie, encima de los elementos de imagen. En este caso, la serie de elementos de enfoque 12 puede diseñarse con un espaciador óptico integral 12a para mantener la distancia correcta entre los elementos de enfoque 12 y los elementos de imagen 14.

La Figura 19(d) muestra una disposición en la que los elementos de imagen 14 y la matriz de elementos de enfoque 12 se aplican ambos a la primera superficie del sustrato de polímero de la misma manera que se acaba de describir. Sin embargo, en este caso, la región de ventana de sustrato 5 incluye una parte 5' que es una ventana completa y partes 5'' que son ventanas medias. Esto es posible en todas las modalidades y podría usarse para aumentar la complejidad y el nivel de seguridad del dispositivo, especialmente si la disposición lateral de las partes 5', 5'' se refleja en el diseño de las imágenes de cubierta de la ventana. De esta manera, cualquier error de registro entre las capas opacificantes y los elementos de imagen se resaltaría, lo que presentaría un desafío significativo para un posible falsificador.

En la mayoría de las modalidades, se prefiere que los elementos de enfoque y/o elementos de imagen se formen "in situ", es decir, sobre el sustrato de polímero 1 (opcionalmente a través de una capa de imprimación o una capa de impresión coloreada transparente, tal como un tinte de grabado, o similar). Por ejemplo, los elementos de enfoque pueden formarse mediante curado por fundición sobre el sustrato de polímero 1, y/o los elementos de imagen 14 pueden formarse mediante impresión sobre el sustrato de polímero 1. Estas opciones se describirán con más detalle a continuación. Sin embargo, también es posible formar uno o ambos componentes sobre un sustrato secundario respectivo, por ejemplo, en forma de una tira, parche o lámina de transferencia, y después fijarlos al sustrato de polímero 1. La Figura 19(e) muestra un ejemplo en el que los elementos de enfoque se han formado en un sustrato secundario 13, y los elementos de imagen se han formado en un sustrato secundario 16, que después se han fijado a los lados opuestos del sustrato de polímero 1. También es posible que uno de los arreglos se forme en un sustrato secundario (por ejemplo, los

elementos de enfoque) y el otro se forme in situ (por ejemplo, los elementos de imagen). Alternativamente, como se muestra en la Figura 19(f), ambos arreglos podrían formarse en lados opuestos del mismo sustrato secundario 13, que luego se fija sobre toda o parte de la región de ventana de sustrato 5.

5

En todas las modalidades anteriores, el efecto de ventana ópticamente variable solo ha sido visible (bajo condiciones de iluminación puramente reflectante) desde un lado del documento de seguridad (desde el cual los elementos de imagen 14 pueden verse a través de los elementos de enfoque 12). (Aunque
10 cuando se ven con algo de luz transmitida, las modalidades anteriores exhibirán un efecto variable desde ambos lados). Sin embargo, también es posible disponer que la región de ventana aparente 10 exhiba los cambios descritos en condiciones de iluminación reflectante en ambos lados del documento de seguridad, al proporcionar una segunda serie de elementos de enfoque. La
15 Figura 20 muestra una modalidad adicional de un documento de seguridad 100 en el que este es el caso. Se apreciará que, como en las modalidades anteriores, los dibujos son altamente esquemáticos y no están a escala. La modalidad emplea todos los mismos principios como se describió en las modalidades anteriores y por lo tanto las características con números de referencia similares
20 no se describirán nuevamente en detalle aquí.

Como se muestra en la sección transversal de la Figura 20(a), además de la serie de elementos de enfoque 12 y la serie de elementos de imagen 14 ya descritas, el documento de seguridad 100 se proporciona con una segunda serie de
25 elementos de enfoque 18 en el lado opuesto. La segunda matriz de elementos de enfoque 18 también se superpone a la matriz de elementos de impresión 14, de manera que la matriz de elementos de imagen se ubica entre la primera matriz de elementos de enfoque 12 y la segunda matriz de elementos de enfoque 18. La longitud focal de la segunda serie de enfoque 18 se selecciona de manera que
30 la serie de elementos de imagen 14 coincida aproximadamente con su plano focal, mientras que también permanezca en el plano focal de la primera serie de elementos de enfoque 12. Como tal, en este ejemplo la longitud focal de la segunda serie de elementos de enfoque 18 es menor que la de la primera serie

de elementos de enfoque 12. El espaciado óptico necesario puede integrarse en el diseño de la segunda serie de elementos de enfoque 18 o puede proporcionarse mediante un sustrato secundario 13 a través del cual la segunda serie de elementos de enfoque 18 podría fijarse al documento 100.

5

El efecto de ventana variable ahora será visible desde ambos lados del documento. Las Figuras 20(b) y 20(c) muestran el documento de seguridad desde un primer lado, el del observador O_1 , en dos ángulos de visión diferentes. En este caso, el documento de seguridad se proporciona con una única imagen de cubierta de la ventana 20a de la misma manera que la primera modalidad anterior y, por lo tanto, al mosaico del documento, la región de ventana aparente 10 parece cambiar entre rectangular, correspondiente a la extensión completa de la región de ventana de sustrato 5 (Figura 20(b)), y ovalada, correspondiente a la imagen de cubierta de la ventana 20a (Figura 20(c)). Cuando se ve desde el otro 15 lado del documento, el del observador O_2 , nuevamente el mismo conmutador se exhibe cuando se inclina el documento, como se muestra en las Figuras 21(d) y 21(e).

Si bien este enfoque de doble cara se ha ilustrado aplicado a un documento de 20 seguridad de la descripción corta en la primera modalidad anterior, debe apreciarse que el mismo puede aplicarse a cualquiera de las modalidades descritas en la presente descripción, mediante la provisión de una segunda serie de elementos de enfoque.

25 En las modalidades anteriores, el documento de seguridad 100 se ha proporcionado con una única región de ventana de sustrato 5. Sin embargo, pueden proporcionarse regiones de ventana de sustrato adicionales 5 si se desea y estas también pueden equiparse con arreglos de elementos de enfoque y arreglos de elementos de imagen respectivos para exhibir los efectos de ventana 30 variables descritos anteriormente. La Figura 21 muestra una modalidad adicional de un documento de seguridad 100 en el que este es el caso. Como se muestra en la sección transversal de la Figura 21(a), aquí el documento de seguridad se proporciona con dos regiones de ventana de sustrato 5a, 5b separadas entre sí

por una región sin ventana. Cada región de ventana de sustrato 5a, 5b se proporciona con un conjunto de elementos de enfoque respectivo 12 y un conjunto de elementos de imagen 14 de la manera descrita en cualquiera de las modalidades anteriores. Cada región 5a, 5b exhibirá por lo tanto un efecto de ventana variable cuando se vea desde un lado del documento 100, al inclinarlo. Cualquiera de los diversos efectos descritos en las modalidades anteriores podría emplearse y las de las ventanas respectivas 5a, 5b podrían configurarse independientemente entre sí o para trabajar en coordinación entre sí.

10 En el ejemplo preferido particular ilustrado, las dos regiones de ventana se configuran para mostrar un efecto de conmutación coordinado. Cada ventana 5a, 5b está equipada con una imagen de cubierta de la ventana 20a que llena toda la región de ventana de sustrato 5a, 5b cuando es visible, como ya se describió en relación con la Figura 4 anterior. Los dispositivos respectivos se configuran de manera que, en al menos algunos ángulos de visión, una de las ventanas 5a, 5b es visible (o “encendida”), mientras que la otra se oculta (o “apagada”) mediante la imagen de cubierta de la ventana 20a. Esto se muestra en las Figuras 21(b) y 21(c): La Figura 21(b) muestra el documento de seguridad desde un primer ángulo de visión desde el cual la primera región de ventana 5a es completamente visible ya que su imagen de cubierta de la ventana 20a no se dirige al espectador, mientras que simultáneamente la segunda región de ventana 5b se oculta ya que su imagen de cubierta de la ventana se dirige al espectador. En un segundo ángulo de visión mostrado en la Figura 21(c), ahora la primera región de ventana 5a está oculta ya que su imagen de cubierta de la ventana 20a se dirige al espectador, mientras que simultáneamente la segunda región de ventana 5b es visible, ya que su región de cubierta de la ventana 20a no se dirige al espectador. Por lo tanto, al colocar la ventana 5a, 5b parece que se encienden y apagan de manera alterna, lo que puede dar la impresión de que la región de ventana se ha movido de una parte del documento a otra.

30

La Figura 22 es un diagrama de flujo que muestra las etapas en un método ilustrativo de fabricación de un documento de seguridad de acuerdo con la presente invención, tal como cualquiera de los documentos de seguridad

descritos anteriormente. En una primera etapa S101, se proporciona un sustrato de polímero transparente o translúcido 1. Los ejemplos adecuados incluyen materiales poliméricos tales como polipropileno (PP) (con la máxima preferencia PP orientado biaxialmente (BOPP)), tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), policarbonato (PC), cloruro de polivinilo (PVC), nailon, acrílico, polímero de olefina cíclica (COP) o copolímero de olefina cíclica (COC), o cualquiera de sus combinaciones. El sustrato de polímero 1 puede ser monolítico, por ejemplo, formado a partir de uno solo de los materiales anteriores, o multicapa, por ejemplo, que tiene múltiples capas del mismo tipo de polímero (opcionalmente con diferentes orientaciones) o capas de diferentes tipos de polímeros. Como se mencionó anteriormente, por “transparente” se entiende que el sustrato de polímero 1 puede ser sustancialmente transparente a la vista, aunque puede llevar un tinte coloreado y/o otra sustancia ópticamente detectable tal como un material fluorescente. Alternativamente, si el sustrato de polímero 1 es “translúcido” causará una dispersión de luz, pero no es opaco.

Una o ambas superficies del sustrato de polímero 1 pueden tratarse para mejorar la adhesión / retención de los materiales aplicados subsecuentemente. Por ejemplo, una capa de imprimación puede aplicarse a toda o parte de cualquiera de las superficies del sustrato de polímero 1, por ejemplo, mediante impresión o recubrimiento. La capa de imprimación es preferentemente transparente y nuevamente podría teñirse o llevar otro material ópticamente detectable. Las capas de imprimación adecuadas incluyen composiciones que comprenden polietileno imina, polímeros terminados en hidroxilo, copolímeros de poliéster terminados en hidroxilo, acrilatos hidroxilados reticulados o no reticulados, poliuretanos y acrilatos aniónicos o catiónicos de curado UV. Alternativamente o además de la aplicación de una capa de imprimación, la superficie del sustrato de polímero 2a puede prepararse para el procesamiento posterior mediante el control de su energía superficial. Las técnicas adecuadas para este fin incluyen el tratamiento con plasma o corona.

30

A continuación, en la etapa S102, se aplican una o más capas opacificantes 2a, 2b a la primera y/o segunda superficie del sustrato de polímero 1, dejando un

espacio en al menos una de las capas para definir la región de ventana de sustrato 5. La(s) capa(s) opacificante(s) 2a, 2b comprende(n) cada una un material no transparente, cuyo propósito principal es proporcionar un fondo adecuado para la impresión posterior de gráficos sobre la misma. Por lo tanto, preferentemente, las capas opacificantes comprenden material polimérico, no fibroso que contiene al menos una sustancia de dispersión de luz tal como un pigmento. Las capas opacificantes 2a, 2b son preferentemente de color claro, con la máxima preferencia blanco u otro color claro tal como blanquecino o gris de modo que una capa gráfica aplicada posteriormente contraste bien con ella.

10 En ejemplos preferidos, las capas opacificantes tienen cada una un brillo L^* en el espacio de color CIE $L^*a^*b^*$ de al menos 70, preferentemente al menos 80 y con mayor preferencia al menos 90. Por ejemplo, cada capa opacificante puede comprender una resina tal como una resina a base de poliuretano, resina a base de poliéster o una resina a base de epoxi y un pigmento opacificante tal como

15 dióxido de titanio (TiO_2), sílice, óxido de zinc, óxido de estaño, arcillas o carbonato de calcio. Una o más capas opacificantes 2a, 2b pueden aplicarse a cada superficie del sustrato de polímero 1, para lograr la opacidad necesaria. La densidad óptica de cada capa por sí misma puede ser típicamente de alrededor de 0.2 a 0.5. Preferentemente, se aplican dos o tres o más capas a cada

20 superficie, que se superponen entre sí. En una modalidad preferida, al menos una de las capas opacificantes (preferentemente una en cada superficie del sustrato de polímero 1) se hace eléctricamente conductora, por ejemplo, mediante la adición de un pigmento conductor a la misma. Esto reduce el efecto de las cargas estáticas que de otro modo pueden acumularse en el documento

25 de seguridad durante la manipulación.

Las capas opacificantes 2a, 2b se aplican preferentemente al sustrato de polímero 1 mediante el uso de un primer proceso de impresión tal como impresión huecograbado, serigrafía, impresión flexográfica o litográfica (por ejemplo,

30 litografía offset), aunque en otros casos las capas opacificantes podrían recubrirse sobre el sustrato, o aplicarse por cualquier otro método conveniente. Una o más de las capas opacificantes se omitirán a través del/de los espacios en una o ambas superficies del sustrato de polímero para formar la región de ventana

de sustrato 5 (que puede ser una parte de ventana completa o una ventana parcial, o una mezcla de ambas) como se describió anteriormente. Esto puede lograrse mediante un patrón apropiado de las capas opacificantes durante el proceso de aplicación. Los aparatos/métodos adecuados para aplicar capas opacificantes a un sustrato se describen en el documento WO-A-2017/009616 (sección 4), que incluye la formación de regiones de ventana.

A continuación, en la etapa S103, la serie de elementos de enfoque 12 y la serie de elementos de imagen 14 se aplican a través de al menos parte de la región de ventana de sustrato 5 de manera superpuesta. Esto puede hacerse en cualquier orden, o simultáneamente si las dos matrices 12, 14 deben ubicarse en lados opuestos del sustrato de polímero 1. Una disposición que tiene el conjunto de elementos de imagen 14 en un lado del sustrato 1 y el conjunto de elementos de enfoque 12 en el otro significa que es posible aplicar ambos simultáneamente. Esto logra un registro extremadamente alto entre los elementos de imagen y los elementos de enfoque, ya que no hay movimiento del sustrato entre la aplicación de los dos componentes: ambos se aplican a superficies opuestas del sustrato en la misma posición a lo largo del sustrato (en la dirección a lo largo de la cual el sustrato se mueve a través del aparato de fabricación - la dirección de la máquina), al mismo tiempo. El sustrato 1 podría estar en forma de una lámina o una trama. Más abajo se darán ejemplos de procesos y aparatos de fabricación adecuados para aplicar los elementos de enfoque y los elementos de imagen. Sin embargo, típicamente los elementos de imagen 14 se aplican a través de un segundo proceso de impresión que es diferente del proceso de impresión a través del cual se aplicaron las capas opacificantes 2a, 2b. Por ejemplo, los elementos de imagen 14 pueden formarse mediante una técnica de impresión litográfica, con la máxima preferencia, impresión litográfica offset. La técnica de impresión litográfica podría ser litografía húmeda o seca (offset o de otro modo). Otros ejemplos preferidos de técnicas de impresión adecuadas incluyen la impresión flexográfica. La(s) tinta(s) usada(s) podría(n) ser tinta(s) curable(s), en cuyo caso puede añadirse una etapa de curado, por ejemplo, un curado UV de LED.

Se debe señalar que el orden de las etapas S102 y S103 podría intercambiarse.

A continuación, el documento de seguridad puede proporcionarse opcionalmente con características adicionales en las etapas opcionales S104 y S105. En la etapa S104, una capa gráfica 90 puede proporcionarse en uno o ambos lados del documento de seguridad, sobre las capas opacificantes 2a, 2b. Típicamente, esto se logra a través de uno o más procesos de impresión de seguridad, tales como impresión litográfica, impresión flexográfica o impresión en huecogrado. Cabe señalar que si la capa gráfica 90 se va a formar mediante la misma técnica de impresión que la mediante la cual se forman los elementos de imagen 14, la capa gráfica 90 y los elementos de imagen 14 podrían formarse opcionalmente en la misma etapa de procesamiento entre sí, por ejemplo, simultáneamente o al menos mediante la misma unidad de impresión. La capa gráfica 90 puede incluir patrones de líneas finas, tales como guillochés, retratos u otras imágenes, e información que puede ser estática (por ejemplo, información de denominación) o personalizada (por ejemplo, datos bibliográficos del titular del pasaporte). En la etapa S105, las características de seguridad adicionales tales como 93, 95 descritas con respecto a la Figura 1 pueden fijarse al documento de seguridad 100. Se apreciará que el orden de las etapas S104 y S105 puede cambiar en dependencia de la naturaleza de las características de seguridad adicionales que se aplicarán.

El método de fabricación ilustrativo que se muestra en la Figura 22 podría realizarse todo por la misma entidad. Sin embargo, en implementaciones preferidas, las etapas S101 y S102 pueden realizarse por una primera entidad (el fabricante del sustrato), y las etapas S103 en adelante por una segunda entidad (a menudo denominada impresora de documentos de seguridad). Por lo tanto, la segunda entidad puede obtener un sustrato de documento de polímero adecuado, ya equipado con capa(s) opacificante(s) y que tiene la región de ventana de sustrato predefinida, de un proveedor y luego proceder con las etapas S103 en adelante.

Aunque en las modalidades descritas anteriormente, los elementos de enfoque 12 se han implementado como lentes alargados (por ejemplo, lentes cilíndricos),

esto no es esencial. En todas las modalidades anteriores, la serie de lentes alargadas podría reemplazarse por una serie bidimensional de elementos de enfoque que no necesitan ser alargados, pero que podrían ser, por ejemplo, esféricos, asféricos, hexagonales o cuadrados. No habría ningún requisito para

5 cambiar el diseño de la matriz de elementos de imagen 14. Efectivamente, una pluralidad de los elementos de enfoque en el conjunto dispuestos a lo largo de una línea recta realiza la misma función que cada una de las lentes alargadas descritas anteriormente. También es posible reconfigurar el arreglo de elementos de imagen 14 para que tenga periodicidad bidimensional, de manera que el o

10 cada conjunto de elementos de imagen 14a se entrelazará con espacios 15a y/u otros conjuntos de elementos de imagen 14b, 14c, etc. en dos direcciones. Las construcciones lenticulares bidimensionales tales como esta tienen la ventaja de que serán ópticamente activas independientemente del eje alrededor del cual se inclina el documento de seguridad. También debe apreciarse que, si bien en

15 muchos casos los elementos de enfoque comprenderán lentes, también es posible implementar los elementos de enfoque como espejos.

Para que se exhiban los efectos ópticamente variables deseados, los elementos de imagen 14 deben ubicarse correctamente dentro de las huellas ópticas de los elementos de enfoque. Por lo tanto, cada elemento de imagen 14a debe ser más

20 estrecho que el paso de la serie de elementos de enfoque 12, que como se analizó anteriormente es típicamente no más de 100 micras, generalmente menos. Por ejemplo, si el diámetro de los elementos de enfoque es de 30 μm , entonces cada elemento de imagen 14a puede tener alrededor de 15 μm de ancho o menos. Alternativamente, para un efecto de animación fluido, es

25 preferible tener tantas imágenes intercaladas diferentes como sea posible, típicamente al menos cinco, pero idealmente tantas como treinta. En este caso, el tamaño de los elementos de imagen 14a debe estar en el intervalo de 0.1 a 6 μm .

30 Los elementos de enfoque 12 pueden formarse mediante cualquier proceso conveniente que incluye grabado o impresión. Sin embargo, el curado por fundición es el más preferido. El aparato, los materiales y los métodos adecuados

para formar estructuras de relieve que definen el arreglo de elementos de enfoque 12 descritos en la presente descripción se describen en los documentos WO-A-2018/153840 y WO-A-2017/009616. En particular, los elementos de enfoque pueden formarse mediante los dispositivos de fundición en línea detallados en el
5 documento WO-A-2018/153840 (por ejemplo, el designado 80 en la Figura 4 de este), mediante el uso de una herramienta de grabado 85 que porta una estructura microóptica diseñada apropiadamente a partir de la cual puede fundirse la forma de la serie de elementos de enfoque deseada. De manera similar, los aparatos y métodos de curado por fundición descritos en la sección
10 2.1 del documento WO-A-2017/009616 (por ejemplo, en las Figuras 4 a 8 de este) también pueden usarse para formar las estructuras de relieve descritas en la presente descripción.

Cualquiera que sea el aparato de fundición usado, el o los materiales curables de los cuales se funde la estructura de relieve pueden aplicarse ya sea directamente
15 a la herramienta que porta la forma de relieve deseada (por ejemplo, a la herramienta de grabado 85 del documento WO-A-2018/153840 o a la herramienta de fundición 220 del documento WO-A-2017/009616), o el o los materiales curables pueden aplicarse directamente al sustrato sobre el cual se formará la estructura de relieve, y después llevarse a contacto con la herramienta (por
20 ejemplo, imprimiendo la herramienta sobre el material curable depositado). Ambas opciones se describen en los documentos mencionados anteriormente. Preferentemente, se emplea la última opción y el o los materiales curables se aplican al sustrato mediante serigrafía como se detalla en el documento WO-A-2018/153840, antes de formarse en la estructura de relieve deseada. Si se
25 emplea la primera opción, debe señalarse que preferentemente no hay limpieza del relieve de la superficie de la herramienta de fundición entre la aplicación del material curable a la misma y su puesta en contacto con el sustrato, de manera que una capa base de material curable permanezca conectando los elementos de enfoque entre sí en el sustrato.

30 Los materiales curables adecuados se describen en el documento WO-A-2017/009616, sección 2.1. Los materiales curables por UV son los más

preferidos. El curado del(de los) material(es) tiene lugar preferentemente mientras la herramienta de fundición está en contacto con el material curable, contra el sustrato. La radiación usada para efectuar el curado será típicamente radiación UV, pero podría comprender radiación de haz de electrones, visible o
5 incluso infrarroja o de longitud de onda superior, en dependencia del material, su absorbancia y el proceso usado. Los ejemplos de materiales curables adecuados incluyen lacas de grabado transparentes a base de acrílico curables por UV, o aquellas basadas en otros compuestos tales como nitrocelulosa. Una laca adecuada curable UV es el producto UVF-203 de Kingfisher Ink Limited o el
10 fotopolímero NOA61 comercializado por Norland Products. Inc, Nueva Jersey.

Un ejemplo de un proceso de curado por fundición adecuado para formar la serie de elementos de enfoque 12 adecuada para su uso en el documento de seguridad descrito en la presente descripción se describirá con referencia a las Figuras 23(a) y (b) de la presente descripción, que muestran la serie de elementos de
15 enfoque 12 solo esquemáticamente. El proceso se muestra aplicado a un sustrato de documento 201, que comprende un sustrato de polímero transparente o translúcido 1 que porta capas opacificantes 2a, 2b (no mostradas). La Figura 23(a) representa el aparato desde una vista lateral, y la Figura 23(b) muestra el sustrato del documento 201 en una vista en perspectiva, el propio aparato de
20 fabricación se retira para mayor claridad.

Un material curable transparente 205 se aplica primero al sustrato del documento 201 mediante el uso de un módulo de aplicación 210 que aquí comprende un cilindro de impresión estampado 211 que se suministra con el material curable
25 desde una cámara de aplicación 213 a través de un rodillo intermedio 212. Por ejemplo, los componentes mostrados podrían formar parte de un sistema de impresión flexográfica. También podrían usarse otras técnicas de impresión tales como la litográfica, la serigráfica o la de huecogrado. Los procesos de impresión tales como estos se prefieren ya que el material curable 205 puede
30 colocarse en el sustrato de documento 201 solo en regiones seleccionadas 202 del mismo, cuyo tamaño, forma y ubicación pueden seleccionarse mediante el control del proceso de impresión, por ejemplo, a través de la configuración

apropiada del patrón en el cilindro 211. Sin embargo, en otros casos, podría usarse un método de recubrimiento total, por ejemplo, si el conjunto de elementos de enfoque 12 se va a formar en todo el sustrato de documento 201. El material curable 205 se aplica al sustrato de documento 201 en un estado no curado (o al menos no completamente curado) y por lo tanto puede ser un fluido o un sólido formable.

El sustrato del documento 201 se transporta después a un módulo de fundición 220 que aquí comprende una herramienta de fundición 221 en forma de un cilindro que lleva un relieve superficial 225 que define la forma del arreglo de elementos de enfoque 12 que se va a fundir en el material curable 205. A medida que cada región 202 del material curable 205 entra en contacto con el cilindro 221, el material curable 205 llena una región correspondiente de la estructura de relieve, formando la superficie del material curable en la forma definida por el relieve. El cilindro 221 puede configurarse de manera que la estructura de alivio 225 solo se proporcione en regiones correspondientes a la forma y posición de las primeras regiones 202 del material curable 205.

Después de formarse en la forma de arreglo de elementos de enfoque deseada, el material curable 205 se cura al exponerlo a la energía de curado apropiada tal como radiación R de una fuente 222. Esto preferentemente tiene lugar mientras el material curable está en contacto con el relieve superficial 225 aunque si el material ya es suficientemente viscoso esto podría realizarse después de la separación. En el ejemplo mostrado, el material se irradia a través del sustrato de documento 201 aunque la fuente 222 podría colocarse alternativamente por encima del sustrato de documento 201, por ejemplo, dentro del cilindro 221 si el cilindro se forma a partir de un material transparente adecuado tal como el cuarzo. En una modalidad alternativa, el material curable 205 podría aplicarse directamente sobre la herramienta de moldeo 221 en lugar de sobre el sustrato del documento 201. Esto podría hacerse de manera general o por patrones.

En todas las modalidades de la invención, los elementos de imagen 14 pueden aplicarse al sustrato mediante el uso de cualquier técnica de impresión

conveniente. Las técnicas de impresión de grabado, litografía (por ejemplo, offset húmedo o seco), flexografía, inyección de tinta o micrograbado son particularmente preferidas. Sin embargo, típicamente el proceso de impresión será diferente del usado para aplicar las capas opacificantes 2a, 2b.

- 5 Los documentos WO-A-2018/153840 y WO-A-2017/009616 también describen estaciones de impresión, que pueden disponerse aguas abajo del aparato de fundición descrito anteriormente (pero alternativamente podrían ubicarse aguas arriba, o en el mismo punto a lo largo de la dirección de la máquina como se explica a continuación). Las estaciones de impresión tales como estas son
- 10 adecuadas para aplicar el arreglo de elementos de imagen 14 al lado opuesto del sustrato del que porta el arreglo de elementos de enfoque 12. El aparato descrito en el documento WO-A-2018/153840 puede lograr un registro particularmente alto entre tales estructuras de alivio fundidas y los elementos impresos.

- Por ejemplo, en los métodos preferidos, el conjunto de elementos de enfoque 12
- 15 y el conjunto de elementos de imagen 14 se registran preferentemente entre sí con suficiente precisión como para que cualquier error de registro sea demasiado pequeño para ser percibido a simple vista. Preferentemente, el registro de traslación (es decir, en la dirección de la máquina x o dirección transversal y) es de dentro de 150 μm (+/- 75 μm). Convenientemente, el registro de sesgo (es
- 20 decir, alineación rotacional) debe ser dentro de 1 grado (preferentemente menos de 0.1, con mayor preferencia menos de 0.05, con la máxima preferencia menos de 0.02 grados). Ventajosamente, el registro de la altura (es decir, el grado en el que un componente se estira con relación al otro) es de hasta 0.01 %. La
- 25 registración precisa lograda dependerá de los consumibles que se usen en la máquina (sustrato, tintas, resina, placas de impresión) así como también de la configuración real de la máquina.

- Es muy conveniente que el conjunto de elementos de enfoque 12 y el conjunto de elementos de imagen 14 se apliquen a las superficies opuestas del sustrato 1
- 30 simultáneamente. Es decir, en la misma posición a lo largo de la trayectoria de transporte en la dirección de la máquina. Esto hace posible lograr la mayor

coincidencia entre los dos componentes. La Figura 7 del documento WO-A-2018/153840 muestra un aparato adecuado para lograr esto.

La Figura 24 adjunta muestra un ejemplo esquemático de esto en el caso donde la serie de elementos de enfoque 12 y la serie de elementos de imagen 14 se aplican a la primera y segunda superficies, respectivamente, de un sustrato de documento 201 (que puede ser una trama o una lámina), que comprende un sustrato de polímero transparente o translúcido 1 y capas opacificantes 2a, 2b aplicadas a este (no mostradas). La serie de elementos de enfoque 12 y la serie de elementos de imagen 14 pueden formarse mediante el uso de cualquiera de los procesos descritos anteriormente. Para mayor claridad, la Figura 24 representa solo los componentes seleccionados del aparato usado para formar el arreglo de elementos de enfoque 12 y el arreglo de elementos de imagen 14, específicamente una herramienta de fundición 221 (por ejemplo, como se muestra en la Figura 24) y el rodillo de impresión 302, que se suministra con tinta 30a a través de un rodillo entintador 303a. No se muestran otros componentes de la línea de proceso. El(los) material(es) curable(es) puede(n) aplicarse sobre el sustrato 201 aguas arriba de la herramienta de fundición 221 o directamente sobre la herramienta de fundición 221. La herramienta de fundición 221 y el rodillo de impresión 302 se disponen en lados opuestos de la trayectoria de transporte a lo largo de la cual se transporta el sustrato 201, para formar una presa (baja presión) a través de la cual pasa el sustrato 201. En cada ubicación a lo largo del sustrato del documento 201, su primera superficie entra en contacto por lo tanto con la herramienta de moldeo 221 al mismo tiempo que su segunda superficie entra en contacto con el rodillo de impresión 302. Como resultado, el conjunto de elementos de enfoque 12 y el conjunto de elementos de imagen 14 se forman en cada punto del sustrato simultáneamente.

Esto tiene la ventaja significativa de que cualquier deformación que experimente el sustrato 201, como resultado de cambios en la temperatura de procesamiento o similares, será exactamente la misma cuando el conjunto de elementos de enfoque 12 se aplique al sustrato de documento 2 como cuando se aplique el conjunto de elementos de imagen 14. El sustrato 201 no tiene tiempo para

expandirse o contraerse entre el instante en el que se aplica el arreglo de elementos de enfoque 12 y cuando se aplica el arreglo de elementos de imagen 14, ya que ocurren al mismo tiempo. Como tal, se logra automáticamente un grado muy alto de registro entre los dos componentes.

5

La disposición mostrada en la Figura 24 tiene la desventaja de que, dado que la línea de contacto entre la herramienta de moldeo 221 y el rodillo de impresión 302 constituye el primer punto de contacto entre el sustrato y la herramienta de moldeo 221, el material curable transparente 205 a partir del cual se forma la serie de elementos de enfoque 12 estará sustancialmente no curado cuando entre en la línea de contacto. Como tal, la presión aplicada entre la herramienta de fundición 221 y el rodillo de impresión 302 debe ser baja para evitar daños a los elementos de enfoque fundidos 12.

15 La Figura 25 muestra una disposición mejorada en la que la formación del conjunto de elementos de enfoque 12 y la aplicación de los elementos de imagen 14 aún pueden considerarse simultáneos porque el material curable 205 aún está en contacto con el relieve superficial en la herramienta de moldeo 221 en la ubicación de contacto entre la herramienta de moldeo 221 y el rodillo de impresión 302. El(los) material(es) curable(es) puede(n) aplicarse sobre el sustrato 201 aguas arriba de la herramienta de fundición 221 o directamente sobre la herramienta de fundición 221. El sustrato se envuelve alrededor de una porción de la herramienta de fundición 221 desde un primer punto en el rodillo 61, en el que comienza la fundición del arreglo de elementos de enfoque 12, hasta el punto de contacto con el rodillo de impresión 302, en el que el arreglo de elementos de enfoque 12 estará relativamente bien curado, preferentemente completamente curado. Como tal, la presión entre los dos componentes 221, 302 puede aumentarse con relación a la de la modalidad de la Figura 24 ya que el material 205 es relativamente duro y menos propenso a daños. Esto mejora la calidad lograda en el proceso de formación de la matriz de elementos de imagen 14. Un beneficio adicional de la disposición mostrada es el aumento de la longitud de envoltura del sustrato 201 alrededor del rodillo de impresión 302, lo que permite también un curado prolongado aquí. El sustrato 201 permanece en contacto con

el rodillo de impresión 302 desde la ubicación de contacto hasta el rodillo de despegue 62.

Se prefiere la aplicación simultánea del conjunto de elementos de enfoque 12 y el conjunto de elementos de imagen 14, pero no es esencial. La Figura 26 ilustra una disposición ilustrativa para aplicar secuencialmente (en lugar de simultáneamente) los dos componentes 12, 14 en lados opuestos de un sustrato 201 (que aquí tiene la forma de una lámina). Esto puede describirse como la formación de los dos componentes en línea en el mismo pase. La disposición generalmente comprende un módulo de impresión y fundición 410 para formar los elementos de enfoque 12 y una estación de impresión 420. El sustrato 201 entra al aparato en la flecha A y sale en la flecha B. Un material curable 205 se aplica primero a un primer lado del sustrato de lámina 201 a medida que pasa a través de una línea de contacto formada por el cilindro de impresión de pantalla 411a y el rodillo intermedio 412a. Sin embargo, como se analizó anteriormente, también podrían usarse otras técnicas de impresión tales como la impresión litográfica, flexográfica, offset o de inyección de tinta. La lámina 201 se transporta después a la herramienta de fundición 421a en forma de un cilindro que define la forma de una estructura de relieve superficial que se va a fundir en el material curable 205. Después de formarse (moldearse) en la estructura de relieve superficial deseada que define el conjunto de elementos de enfoque 12, el material curable 205 se cura al exponerlo a la energía de curado apropiada tal como radiación UV de la fuente 222. Esto preferentemente tiene lugar mientras el material curable está en contacto con el relieve superficial 225 aunque si el material ya es suficientemente viscoso esto podría realizarse después de la separación.

El sustrato de lámina 201, que ahora transporta el arreglo de elementos de enfoque curado 12, se transporta después a la estación de impresión 420. En este ejemplo, la estación de impresión 420 es un aparato de impresión litográfica, que comprende un cilindro de impresión estampado 302 que se suministra selectivamente con una tinta 30a a través de un rodillo de entintado 303a. El(los) conjunto(s) de elementos de imagen se transfieren del cilindro de impresión 302

a un rodillo de mantilla 306 y después al sustrato 201 en un punto de contacto entre el rodillo de mantilla 306 y un rodillo de impresión 305. El sustrato 201, que ahora lleva tanto la serie de elementos de enfoque 12 como la serie de elementos de imagen 14 en lados opuestos, se transporta después lejos del módulo de impresión 420 mediante la flecha B.

Debe apreciarse que, aunque cada uno de los métodos de fabricación ilustrativos descritos con respecto a las Figuras 24, 25 y 26 muestra que los elementos de imagen 14 se forman de solo un material 30a, en otras modalidades se podrían aplicar uno o más materiales adicionales sobre el rodillo de impresión 302 para proporcionar más colores. Por ejemplo, para formar la modalidad de la Figura 16, un suministro adicional de tinta (por ejemplo, negra) puede proporcionarse de esta manera para formar las características 24a, 24b, 24c.

De manera similar, también es posible usar dos o más materiales curables transparentes diferentes 205 para formar la serie de elementos de enfoque (y/u otras estructuras de relieve tales como características táctiles). Por ejemplo, pueden usarse múltiples materiales curables transparentes 205 con diferentes características visuales (o detectables de cualquier otra manera), tales como materiales con diferentes tonos de color y/o marcadores. Esto podría lograrse, por ejemplo, al proporcionar el aparato mostrado en la Figura 23(a) con uno o más suministros adicionales de resina que también se aplican al rodillo 211 de manera estampada.

Mientras que en los ejemplos preferidos anteriores, los elementos de imagen 14 son elementos de impresión que comprenden un material que tiene las características de apariencia requeridas, los elementos de imagen pueden implementarse de cualquier manera que logre la apariencia deseada. Un método que se ha propuesto como una alternativa a las técnicas de impresión mencionadas anteriormente, y que puede emplearse en modalidades de la invención, se usa en el llamado producto Unison Motion™ de Nanoventions Holdings LLC, como se menciona, por ejemplo, en el documento WO-A-2005052650. Esto implica crear elementos de imagen ("elementos de icono")

como rebajes en una superficie de sustrato antes de esparcir la tinta sobre la superficie y después raspar el exceso de tinta con una rasqueta. Los rebajes entintados resultantes pueden producirse con anchos de línea del orden de 2 μm a 3 μm .

5

Un método diferente para producir elementos de imagen de alta resolución se describe en el documento WO-A-2015/044671 y se basa en técnicas de impresión flexográfica. Un material curable se coloca solo en porciones elevadas de una forma de troquel y se pone en contacto con una capa de soporte preferentemente a una distancia extendida. El material se cura mientras la forma del troquel y la capa de soporte permanecen en contacto y/o después de la separación. Se ha descubierto que este proceso es capaz de lograr una alta resolución y, por lo tanto, es ventajoso para su uso en la formación de la serie de elementos de imagen 14 en la presente solicitud.

15

Algunos métodos más particularmente preferidos para generar patrones o micropatrones (es decir, una serie de imágenes 14) sobre un sustrato se conocen de los documentos US 2009/0297805 A1 y WO 2011/102800 A1. Estos describen métodos para formar micropatrones en los que se proporciona una forma de troquel o matriz cuya superficie comprende una pluralidad de rebajes. Los rebajes se rellenan con un material curable, se hace una capa de sustrato tratada para recubrir los rebajes de la matriz, el material se cura para fijarlo a la superficie tratada de la capa de sustrato, y el material se retira de los rebajes al separar la capa de sustrato de la matriz.

25

Otro método de formación de micropatrones muy preferido se describe en el documento núm. WO 2014/070079 A1. Aquí se enseña que se proporciona una matriz cuya superficie comprende una pluralidad de rebajes, los rebajes se rellenan con un material curable, y se hace una capa de recolección curable para recubrir los rebajes de la matriz. La capa de recogida curable y el material curable se curan, fijándolos juntos, y la recogida posterior se separa de la matriz, retirando el material de los rebajes. La capa de recogida se transfiere, en algún momento

30

durante o después de este proceso, a una capa de sustrato de manera que el patrón se proporciona en la capa de sustrato.

Los métodos mencionados anteriormente descritos en los documentos US 2009/0297805 A1, WO 2011/102800 y WO 2014/070079 A1 se ha encontrado
5 que producen resultados particularmente buenos y, por lo tanto, se prefieren particularmente para su uso en la formación de la matriz de imágenes 14 en modalidades de la invención.

En otros ejemplos, los elementos de imagen 14 pueden formarse mediante una
10 estructura de relieve y una variedad de estructuras de relieve diferentes adecuadas para esto se muestran en la Figura 27. Por lo tanto, la Figura 27a ilustra las regiones de imagen de los elementos de imagen (IM), en forma de regiones grabadas o empotradas mientras que las porciones no grabadas corresponden a las regiones no impresas de los elementos (NI). La Figura 27b
15 ilustra regiones de imagen de los elementos en la forma de líneas estampadas o protuberancias.

En otro enfoque, las estructuras de relieve pueden tener la forma de rejillas de difracción (Figura 27c) o rejillas de ojo de polilla / paso fino (Figura 27d). Cuando
20 los elementos de imagen se forman mediante rejillas de difracción, el color aparente puede controlarse a través de factores tales como el paso, la profundidad y/o la orientación de la estructura de la rejilla. El blanco difractivo acrómico (o blanquecino) puede lograrse, por ejemplo, a través de un enfoque de holografía clásica como se describe en el documento núm. WO-A-2011/138616,
25 o mediante la combinación de rejillas de difracción de diferentes parámetros (por ejemplo, cada una que exhibe luz roja, verde y azul respectivamente) como se describe en el documento núm. WO-A-2022/096892. Un método preferido para escribir dicha rejilla podría ser usar técnicas de escritura de haz de electrones o técnicas de matriz de puntos. El uso de una estructura difractiva para
30 proporcionar los elementos de imagen proporciona una ventaja de resolución importante: aunque la impresión a base de tinta se prefiere generalmente para el contraste reflectante y la invariancia de la fuente de luz, se pueden usar técnicas

tales como la litografía moderna con haz de electrones para generar tiras de imagen difractiva hasta anchos de 1 μm o menos y tales estructuras de ultra alta resolución pueden replicarse eficientemente mediante el uso de técnicas de curado por UV.

5

Tales rejillas de difracción para el ojo de polilla/rejilla de paso fino también pueden ubicarse en cavidades o protuberancias tales como aquellas de las Figuras 27a y b, como se muestra en las Figuras 27e y f respectivamente.

- 10 La Figura 27g ilustra el uso de una estructura de dispersión simple que proporciona un efecto acromático (por ejemplo, blanco).

- Además, en algunos casos las cavidades de la Figura 27a podrían proporcionarse con una tinta o las regiones estampadas o protuberancias en la Figura 27b
- 15 podrían proporcionarse con una tinta. Este último se muestra en la Figura 27h donde las capas de tinta 200 se proporcionan en los protuberancias 210. Por lo tanto, las áreas de imagen de cada elemento de imagen podrían crearse formando regiones elevadas o protuberancias apropiadas en una capa de resina proporcionada sobre un sustrato transparente. Esto podría lograrse, por ejemplo,
- 20 mediante el curado por fundición o el grabado. Una tinta de color se transfiere luego sobre las regiones elevadas típicamente mediante el uso de un proceso litográfico, flexográfico o de fotograbado.

- Finalmente, la Figura 27i ilustra el uso de una estructura azteca, y la Figura 27j
- 25 muestra la formación de elementos de imagen mediante la producción de rebajes que después se rellenan (al menos parcialmente) con tinta u otro material para proporcionar el color.

- Adicionalmente, las áreas de imagen y no imagen podrían definirse mediante la
- 30 combinación de diferentes tipos de elementos, por ejemplo, las áreas de imagen podrían formarse a partir de estructuras de ojos de polilla mientras que las áreas de no imagen podrían formarse a partir de rejillas. Alternativamente, las áreas de

imagen y sin imagen pudieran incluso formarse por rejillas de diferente paso u orientación.

5 Cuando los elementos de imagen se forman únicamente de estructuras de tipo de rejilla o de ojo de polilla, la profundidad de relieve estará típicamente en el intervalo de 0.05 micras a 0.5 micras. Par estructuras tales como aquellas mostradas en las Figuras 27 a, b, e, f, h e i, la altura o profundidad de las protuberancias/cavidades está preferentemente en el intervalo de 0.5 a 10 μm y con mayor preferencia en el intervalo de 1 a 2 μm . El ancho típico de los
10 protuberancias o los rebajes se definirá por la naturaleza de la obra de arte pero típicamente será menos de 100 μm , con mayor preferencia menos de 50 μm y aún con mayor preferencia menos de 25 μm . El tamaño de los elementos de imagen y, por lo tanto, el tamaño de los bultos o los rebajes dependerá de factores que incluyen el tipo de efecto óptico requerido, el tamaño de los elementos de
15 enfoque y el grosor del dispositivo deseado.

Todos los métodos alternativos anteriores para formar los elementos de imagen
14 podrían realizarse in situ en el sustrato de documento 1 o en un sustrato secundario 13 que se fija al sustrato de documento 1.

20

Las Figuras 28 a 32 muestran algunas variantes preferidas adicionales que pueden aplicarse a cualquiera de las modalidades de la invención descritas anteriormente.

25 Si bien proporcionar múltiples “canales” (por ejemplo, múltiples imágenes de cubiertas de ventanas entrelazadas y/o elementos en blanco) es beneficioso porque permite lograr efectos de animación más complejos, las imágenes de cubiertas de ventanas mostradas disminuirán en densidad óptica aparente a medida que aumenta el número de canales. Esto se debe a que hay menos
30 espacio disponible para mostrar cada una de las imágenes. Una densidad óptica aparente demasiado baja puede conducir a un contraste evidente en la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5, lo que disminuye de esta manera la efectividad de la imagen de cubierta de la ventana en términos de ocultar toda o

parte de la región de ventana de sustrato. Por lo tanto, en una modalidad preferida, el conjunto de elementos de imagen 14 puede configurarse para tener una disposición diferente adyacente a la periferia 6 en comparación con el interior de la región de ventana de sustrato. La Figura 28 muestra un ejemplo de esto,

5 que ilustra la propia matriz de imágenes 14 (en lugar de su apariencia a través de los elementos de enfoque, como en las Figuras anteriores). Se verá que en una zona periférica 8a adyacente a la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5 hay una cobertura todo alrededor sustancialmente uniforme de los elementos de imagen – es decir, una estructura continua o pseudocontinua 25 del tipo

10 analizado con referencia a las Figuras 5 y 10 anteriores (por ejemplo, depositada como un patrón de puntos o líneas semitonos en una resolución que no cooperará con los elementos de enfoque para generar un efecto ópticamente variable). Como tal, esta zona 8a parece estática y de densidad óptica relativamente alta, lo que ayuda a ocultar la transición entre esta y la región 7 sin ventana. Por lo

15 tanto, no es necesario que la serie de elementos de enfoque 12 se extienda sobre la zona periférica 8a en este ejemplo (aunque puede hacerlo). En una zona interior 8b de la región de ventana de sustrato 5, se proporciona al menos un conjunto periódico de elementos de imagen, separados ya sea por otro conjunto (de una segunda imagen) o por espacios. Como tal, hay al menos dos canales

20 en esta zona, preferentemente más. Por lo tanto, en la zona interior 8b, la densidad óptica aparente de cada imagen de cubierta de la ventana mostrada es menor que la de la zona periférica, pero dado que esta área está separada de la periferia 6, el resultado no es inmediatamente evidente. La zona interior 8b es por lo tanto capaz de mostrar los efectos de animación más complejos

25 mencionados anteriormente mientras que la zona periférica 8a suaviza la transición visual a la región sin ventana 7. Se debe señalar que la zona periférica 8a no necesita ser estática (aunque en este caso el conjunto de elementos de enfoque 12 deberá extenderse a través de ella). También podría contener dos o más canales, pero el número de canales debería ser menor que en la zona interior

30 8b. También podría haber más de dos zonas que proporcionan una distribución más gradual en el número de canales entre la periferia y el interior de la región de ventana de sustrato 5.

En las modalidades anteriores, la apariencia de los elementos de imagen 14 se ha configurado para que sea sustancialmente la misma que la apariencia colectiva de las capas opacificantes en una ubicación de la región no ventana 7 del documento de seguridad (es decir, en un punto donde se superponen todas las capas opacificantes). Sin embargo, esto no es esencial y las Figuras 29 a 31 muestran algunas modalidades alternativas. Como se muestra en la sección transversal de la Figura 29, en esta modalidad las capas opacificantes no tienen todas la misma extensión lateral entre sí. En la primera superficie 1a del sustrato transparente o translúcido 1, se proporcionan dos capas opacificantes 2a' y 2a'', y de manera similar en la segunda superficie 1b, se proporcionan dos capas opacificantes 2b' y 2b''. La capa opacificante más externa 2a'' y 2b'' a cada lado se retrocede desde la región de ventana de sustrato 5, con relación a las capas opacificantes subyacentes 2a' y 2b' por razones de registro. Esto crea una región de límite 7a alrededor de la periferia 6 de la región de ventana de sustrato 5 en la que está presente menos de todas las capas opacificantes. La región límite puede ser, por ejemplo, de 1 mm de ancho o menos, por ejemplo, 0.5 mm. En este ejemplo, las capas opacificantes más externas 2a'' y 2b'' son cada una de un color diferente (por ejemplo, azul claro) de las capas opacificantes subyacentes 2a' y 2b' (que pueden ser, por ejemplo, blancas), aunque esto no es esencial y la misma disposición podría emplearse donde las diversas capas opacificantes son todas de un color sustancialmente igual. En dependencia del efecto visual deseado, la apariencia de los elementos de imagen 14 podría configurarse para que coincida con la apariencia colectiva de las capas opacificantes ya sea en la región sin ventana 7 o en la región de límite 7a.

25

La Figura 30 muestra una modalidad en la que se emplea la primera opción. Por lo tanto, los elementos de imagen 14 se configuran para que tengan sustancialmente la misma apariencia que la apariencia colectiva de las capas opacificantes que se superponen en la región sin ventana 7. Si, como se indica en el ejemplo anterior, la capa opacificante más externa 2a'' es de color azul claro, la apariencia combinada de las capas aquí en luz reflejada será típicamente de un color similar, es decir, azul claro (aunque el tono exacto puede verse influenciado por las otras capas opacificantes debajo). Como tal, los elementos

30

de imagen 14 se configuran para coincidir sustancialmente con esta apariencia y también serán de color azul claro. La Figura 30(a) muestra el documento de seguridad desde un primer ángulo de visión en el que no se muestra ninguna imagen de cubierta de la ventana y aquí la región de ventana de sustrato completa
5 5 es visible, rodeada por la región de límite 7a que aparece blanca en este ejemplo y después la región sin ventana 7 que aparece de azul claro. La Figura 30(b) muestra el mismo documento de seguridad desde otro ángulo de visión en el que es visible una imagen de cubierta de la ventana 20a que aquí tiene una zona sólida que rodea una zona transparente triangular, lo que da como resultado
10 una región de ventana aparente 10 que es triangular. La zona sólida que rodea la región de ventana aparente aparecerá de color azul claro y, por lo tanto, parece coincidir sustancialmente con la región sin ventana.

La Figura 31 muestra una modalidad en la que se emplea la última opción. Por
15 lo tanto, los elementos de imagen 14 se configuran para que tengan sustancialmente la misma apariencia que la apariencia colectiva de las capas opacificantes que se superponen en la región límite 7a. Si, como se indica en el ejemplo anterior, la capa opacificante subyacente 2a' es blanca, la apariencia combinada de las capas aquí en luz reflejada será típicamente de un color similar,
20 es decir, blanco (aunque el tono exacto puede verse influenciado por las otras capas opacificantes debajo). Como tal, los elementos de imagen 14 se configuran para coincidir sustancialmente con esta apariencia y también serán blancos. La Figura 31(a) muestra el documento de seguridad desde un primer ángulo de visión en el que no se muestra ninguna imagen de cubierta de la ventana y aquí
25 la región de ventana de sustrato completa 5 es visible, rodeada por la región de límite 7a que aparece blanca en este ejemplo y después la región sin ventana 7 que aparece de color azul claro. La Figura 31(b) muestra el mismo documento de seguridad desde otro ángulo de visión en el que es visible una imagen de cubierta de la ventana 20a que aquí tiene una zona sólida que rodea una zona
30 transparente triangular, lo que da como resultado una región de ventana aparente 10 que es triangular. La zona sólida que rodea la región de ventana aparente aparecerá blanca y, por lo tanto, parece coincidir sustancialmente con la región de límite 7a.

Como se indicó anteriormente, un beneficio proporcionado por las modalidades de la invención es permitir que un tipo de sustrato de documento base (que tiene una región de ventana de sustrato predefinida 5) se modifique de manera que la región de ventana aparente pueda tener cualquier apariencia deseada. Por ejemplo, diferentes lotes del mismo sustrato base pueden tener diferentes imágenes de cubierta de la ventana aplicadas posteriormente a este, lo que da como resultado una amplia variedad de documentos de seguridad con diferentes regiones de ventana aparentes. En las modalidades anteriores, esta apariencia modificada también es ópticamente variable con la región de ventana aparente que parece cambiar en dependencia del ángulo de visión. Sin embargo, en ejemplos comparativos, también es posible aplicar principios similares para proporcionar regiones de ventana aparente estática 10, de apariencia diferente de la región de ventana de sustrato subyacente 5.

15

La Figura 32 muestra un primer ejemplo comparativo en el que este es el caso. Aquí, la región de ventana de sustrato 5, definida por la colocación de las capas opacificantes 2a, 2b (como antes) tiene una forma de “rombo” alargada mostrada por la periferia de línea discontinua 6 en las Figuras 32(a) y 32(b). Dentro de la región de ventana de sustrato 5 se proporciona una imagen de cubierta de la ventana estática 25, que define una zona transparente circular rodeada en todos los lados por una zona sólida. Esto corresponde efectivamente a las estructuras continuas o pseudo continuas 25 descritas en ciertas modalidades anteriores. La imagen 25 puede formarse mediante la impresión de un material que tiene sustancialmente la misma apariencia visual que las capas opacificantes en combinación en una ubicación seleccionada (por ejemplo, el mismo material que puede usarse para formar predominantemente elementos de imagen 14a en las modalidades anteriores) sobre el polímero transparente o translúcido 1. En este caso no es necesario formar la imagen 25 de elementos espaciados o periódicos ya que no es necesario cooperar con ningún arreglo de elementos de enfoque para generar un efecto ópticamente variable; de hecho, en este ejemplo comparativo, no se proporciona ningún arreglo de elementos de enfoque. En cambio, en la zona sólida la tinta puede aplicarse como una impresión de “bloque”

de todo tipo (por ejemplo, impresión de inundación), como impresión de líneas finas o como una pantalla de puntos, por ejemplo. Si existe alguna estructura en la impresión, esta es preferentemente demasiado pequeña para ser visible a simple vista. Como en las modalidades anteriores, una pequeña proporción de otros colores podría proporcionarse opcionalmente, por ejemplo, para exhibir detalles o un patrón, pero la apariencia dominante debería ser sustancialmente la misma que la de las capas opacificantes en la ubicación seleccionada (por ejemplo, la región sin ventana). El resultado es que la periferia 6 de la región de ventana de sustrato está sustancialmente oculta y el documento de seguridad parece tener una ventana pequeña y circular 10. Como se muestra en las Figuras 32(a) y 32(b) no hay ningún cambio en la región de ventana aparente 10 al cambiar el ángulo de visión – parece estática. Se apreciará que otros lotes del sustrato del documento que tiene la misma región de ventana de sustrato en forma de romboide podrían proporcionarse con regiones de ventana aparentes 10 de número, tamaño y/o forma diferentes (por ejemplo, dos o más ventanas), mediante la configuración apropiada de la imagen 25.

En el ejemplo comparativo anterior, el conjunto de elementos de enfoque 12 se ha omitido por completo, pero esto no es esencial. Podría añadirse una serie de elementos de enfoque 12 al ejemplo de la Figura 32 que cubre toda o parte de la región de ventana de sustrato 5 y, siempre que la impresión de la imagen 25 no tenga una periodicidad coincidente (por ejemplo, en su pantalla de puntos), no se generará ningún efecto ópticamente variable, por lo que se mantendrá la apariencia estática descrita anteriormente.

25

La Figura 33 muestra un ejemplo comparativo adicional donde este es el caso y la imagen 25 que define la región de ventana aparente 10 aparece sin cambios al inclinarse. Sin embargo, en esta modalidad se proporciona un dispositivo ópticamente variable adicional 91 dentro de la región de ventana aparente. En este ejemplo, el dispositivo ópticamente variable 21 es del mismo tipo descrito anteriormente con respecto a la Figura 6. Sin embargo, también es posible insertar otras formas de dispositivo óptico variable, tal como un magnificador de moiré.

A continuación se exponen algunas implementaciones preferidas de la invención:

Un documento de seguridad, que comprende:

- 5 un sustrato polimérico transparente o translúcido;
 una o más capas opacificantes dispuestas en el primer y/o segundo lados del sustrato polimérico transparente o translúcido, la una o más capas opacificantes que definen una región de ventana de sustrato a través de la cual está ausente al menos una de las una o más capas opacificantes;
- 10 a través de al menos parte de la región de ventana de sustrato, se proporciona una serie de elementos de impresión y una serie superpuesta de elementos de enfoque, la serie de elementos de impresión se ubica sustancialmente en el plano focal de los elementos de enfoque, la serie de elementos de impresión comprende uno o más conjuntos de elementos de
- 15 impresión formados predominante o totalmente de un material que tiene sustancialmente la misma apariencia visual que la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes, el o cada conjunto de elementos de impresión se dispone en una periodicidad sustancialmente igualada a la de la serie de elementos de enfoque en al menos una dimensión y que define una imagen de
- 20 cubierta de la ventana respectiva;
 en donde el conjunto de elementos de enfoque se configura para dirigir la luz desde los elementos de impresión seleccionados en dependencia del ángulo de visión, la o cada imagen de cubierta de la ventana se muestra mediante el conjunto correspondiente de elementos de impresión en combinación a través
- 25 de al menos parte de la región de ventana de sustrato dentro de un intervalo respectivo de ángulos de visión;
 de manera que el documento de seguridad presenta una región de ventana aparente formada por la región de ventana de sustrato en combinación con una cualquiera de la una o más imágenes de cubierta de la ventana que se
- 30 muestra en dependencia del ángulo de visión, de manera que al cambiar el ángulo de visión, la región de ventana aparente parece cambiar y/o desaparecer.

Un método de fabricación de un documento de seguridad, que comprende:

(a) proporcionar un sustrato polimérico transparente o translúcido que tiene una o más capas opacificantes dispuestas en el primer y/o segundo lados del sustrato polimérico transparente o translúcido, la una o más capas opacificantes que definen una región de ventana de sustrato a través de la cual
5 está ausente al menos una de las una o más capas opacificantes; y

(b) aplicar una serie de elementos de impresión y una serie superpuesta de elementos de enfoque a través de al menos parte de la región de ventana de sustrato, la serie de elementos de impresión se ubica sustancialmente en el plano focal de los elementos de enfoque, la serie de elementos de impresión que
10 comprende uno o más conjuntos de elementos de impresión formados predominante o totalmente de un material que tiene sustancialmente la misma apariencia visual que la apariencia visual colectiva de la una o más capas opacificantes, el o cada conjunto de elementos de impresión se dispone en una periodicidad sustancialmente igualada a la del conjunto de elementos de enfoque
15 en al menos una dimensión y que define una imagen de ventana de cubierta respectiva;

en donde el conjunto de elementos de enfoque se configura para dirigir la luz desde los elementos de impresión seleccionados en dependencia del ángulo de visión, la o cada imagen de cubierta de la ventana se muestra mediante
20 el conjunto correspondiente de elementos de impresión en combinación a través de al menos parte de la región de ventana de sustrato dentro de un intervalo respectivo de ángulos de visión;

de manera que el documento de seguridad presenta una región de ventana aparente formada por la región de ventana de sustrato en combinación con una
25 cualquiera de la una o más imágenes de cubierta de la ventana que se muestra en dependencia del ángulo de visión, de manera que al cambiar el ángulo de visión, la región de ventana aparente parece cambiar y/o desaparecer.