

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 691 231**

51 Int. Cl.:

D21F 1/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.11.2015 PCT/GB2015/053370**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016 WO16075442**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.11.2015 E 15794255 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 3218545**

54 Título: **Elemento de formación de marcas de agua**

30 Prioridad:

**10.11.2014 GB 201419956
10.11.2014 GB 201419957
10.11.2014 GB 201419960
10.11.2014 GB 201419978
10.11.2014 GB 201419986
10.11.2014 GB 201419987**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2018

73 Titular/es:

**PORTALS DE LA RUE LIMITED (100.0%)
Overton Mill, Station Road
Overton, Hampshire RG25 3ST, GB**

72 Inventor/es:

**AMES, CHRISTOPHER JOHN;
ASH, ADRIAN DONALD y
HOWLAND, PAUL**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 691 231 T3

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

DESCRIPCIÓN

Elemento de formación de marcas de agua

5 La presente invención se refiere a un elemento de formación de marcas de agua para formar marcas de agua en papel, una cubierta de molde de cilindro que comprende un elemento de formación de marcas de agua de este tipo, un método de fabricación de una cubierta de molde de cilindro de este tipo, un método de fabricación de papel que usa una cubierta de molde de cilindro de este tipo y papel fabricado de este modo.

10 El uso de marcas de agua es bastante habitual en muchos documentos de seguridad. Las marcas de agua multitonales de alta seguridad se crean habitualmente usando un proceso de molde de cilindro y se conocen habitualmente como marcas de agua de molde de cilindro. Las marcas de agua de molde de cilindro se forman variando la densidad de las fibras de papel, de manera que en algunas zonas las fibras son más densas, y en otras menos densas, que la de la capa de papel base que rodea y separa las zonas más densas y menos densas. Cuando se ven con la luz transmitida, las zonas menos densas son más claras y las zonas más densas más oscuras que el
15 papel base y los contrastes pueden verse muy claramente. Los diferentes tipos de marcas de agua tienen diferentes ventajas. Una marca de agua de molde de cilindro, normalmente formada en una cubierta de molde de cilindro estampada en relieve, es a menudo una imagen pictórica, tal como un retrato, y puede ser muy detallada y compleja, lo que reduce significativamente el riesgo de falsificación.

20 En la fabricación de papel con molde de cilindro, el papel se forma en un cilindro de molde cubierto de tela metálica parcialmente sumergido, que rota en una cuba que contiene una pasta que comprende una suspensión diluida de fibras de papel. A medida que el cilindro de molde rota, el agua pasa a través de la tela metálica depositando fibras sobre la superficie del cilindro. Cuando la tela metálica de la cubierta de molde de cilindro se estampa en relieve, las
25 fibras se depositan con un espesor mayor o menor sobre los elementos elevados y hundidos, respectivamente, de la estampación en relieve para formar una marca de agua tridimensional en el papel acabado.

30 La variación de espesor del papel en la marca de agua final es el resultado del movimiento de fibras desde las zonas elevadas de la malla estampada en relieve a las zonas hundidas de la malla estampada en relieve a medida que el agua pasa a través de la tela metálica. El movimiento de fibras y, por lo tanto, la variación tonal en la marca de agua, se rige por la velocidad de drenaje y depende del perfil de la estampación en relieve. Esto permite un excelente control en la gradación del patrón de marcas de agua, produciendo una sutil gama tonal que es exclusiva del proceso de marca de agua de molde de cilindro estampada en relieve.

35 Las marcas de agua de molde de cilindro estampadas en relieve tradicionales tienen que hacerse dentro de las restricciones impuestas por las propiedades físicas de la tela metálica. Estampar en relieve la tela metálica de la cubierta de molde de cilindro reduce su resistencia y aumenta el riesgo de dañar la cubierta de molde y el papel durante el proceso de fabricación de papel. Este es especialmente el caso si hay una transición brusca de un área profunda de estampación en relieve a un área significativamente elevada. Además, dentro de una marca de agua
40 pictórica compleja es difícil yuxtaponer un tono muy claro junto a un tono muy oscuro debido a las tensiones que esto provocaría en la propia cubierta de molde durante la estampación en relieve. El límite de la "verticalidad" de una pared lateral dentro de una estampación en relieve es aproximadamente del 70 % para evitar estos problemas. Sin embargo, cuanto más vertical sea la pared lateral, más nítida será la imagen, ya que hay un mayor contraste entre un área clara y otra oscura. Una manera de evitar estos problemas es usar un recorte en el troquel de estampación
45 en relieve, que proporciona el espacio para la deformación de la tela metálica. Sin embargo, a menudo es muy difícil ajustar la imagen de la marca de agua para proporcionar dichos recortes.

50 La resolución de imagen de la marca de agua también se ve limitada por la tosquedad de la malla de la tela metálica. Además, la tela metálica se superpone con una marca en el papel como consecuencia de ser una estructura tejida. Esto también puede restar valor a la resolución y claridad de la imagen de marca de agua.

Algunas de estas limitaciones pueden reducirse usando un alambre más fino, pero esto conduce a la reducción de la durabilidad de la cubierta de molde ya que los alambres más finos se desgastan más rápidamente.

55 También es muy difícil producir zonas de marcas de agua claras que muestren un área de superficie significativa usando la técnica de molde de cilindro estampado en relieve.

60 Un proceso alternativo para generar zonas tonales de luz uniforme (y proporcionar una seguridad de marca de agua mejorada) es el proceso de electrotipia. En el proceso de electrotipia, se aplica una pieza delgada de metal, en general en forma de una imagen o letra, a la tela metálica de la cubierta de molde de cilindro, normalmente mediante costura o soldadura. La electrotipia crea una disminución significativa en el drenaje y la deposición de fibras y, por lo tanto, forma una marca de agua clara en el papel. Una marca de agua electrotipica producida de esta manera puede ser más clara que las áreas más claras de una marca de agua de molde de cilindro estampada en relieve. El proceso de electrotipia es bien conocido en la fabricación de papel y se ha descrito, por ejemplo, en los documentos
65 US-B-1901049 y US-B-2009185.

Por lo tanto, una marca de agua electrotípica es un área de papel que tiene solo una disminución uniforme en el espesor de papel. Habitualmente, el área es bastante pequeña y el cambio en el espesor de papel (densidad de fibra) es muy distinto con el fin de crear áreas muy claras. El proceso de electrotipia está limitado porque si el electrotipo es demasiado grande esto puede producir un agujero en el papel. La anchura habitual del electrotipo es de entre 0,2 y 1,2 mm y el espesor es de entre 500 y 700 pm, para evitar estos problemas.

Los dos tipos de marcas de agua mencionados anteriormente tienen ventajas de seguridad (antifalsificación) y han constituido la columna vertebral de la seguridad del papel durante cientos de años. Sin embargo, ambos pueden verse comprometidos y, como ocurre con todos los dispositivos de seguridad, es necesario mejorarlos. Un enfoque es proporcionar diseños cada vez más complejos y técnicamente exigentes.

Tales diseños complejos pueden requerir la combinación de las marcas de agua de molde de cilindro estampadas en relieve y electrotípicas, o áreas de marcas de agua, en el mismo diseño. Por ejemplo, los electrotipos se han usado para producir puntos de realce muy claros dentro de una marca de agua de molde de cilindro estampada en relieve. Un ejemplo de esto es una marca de agua en forma de cabeza de animal, en la que los ojos brillantes del león son marcas de agua electrotípicas. En la transmisión, los ojos aparecerán significativamente más brillantes que las partes de la marca de agua producidas por la estampación en relieve y, por lo tanto, proporcionarán un nivel de contraste que normalmente no puede lograrse solo con una marca de agua estampada en relieve.

Un problema con la integración de una marca de agua electrotípica en una marca de agua de molde de cilindro estampada en relieve se encuentra en la dificultad de unir el electrotipo a la zona estampada en relieve ondulante de la tela metálica del molde de cilindro. El área específica a la que se une el electrotipo debe ser plana, lo que por supuesto es problemático dentro de una estructura ondulante. Sin embargo, el proceso para colocar un electrotipo dentro de la zona estampada en relieve de la tela metálica es muy difícil. Normalmente se requiere una plataforma reforzada, u otra forma de soporte, mientras que se suelda el electrotipo a la tela metálica, para evitar la deformación de la tela metálica y, por lo tanto, la estampación en relieve. Cualquier deformación puede hacer que el diseño de marca de agua se vea comprometido. Sin embargo, a menudo ocurre que es difícil proporcionar el soporte adecuado debido a la naturaleza de la estampación en relieve.

La adición de un electrotipo a una cubierta de molde de cilindro estampada en relieve también es un proceso que consume tiempo. Esto aumenta el tiempo para producir la cubierta de molde de cilindro para la producción, y el coste de la misma. El proceso para producir cubiertas de molde de cilindro para marcas de agua de molde de cilindro estampadas en relieve ya es largo. Una vez que se ha creado la ilustración, esto debe convertirse en un programa que opera una máquina de fresado para producir los troqueles de estampación en relieve. Los troqueles de estampación en relieve se usan, a continuación, para estampar en relieve la malla de alambre.

Como alternativa al uso de electrotipos para la producción de puntos de realce en una marca de agua de molde de cilindro, es posible cerrar las aberturas de malla en ciertas áreas para evitar el drenaje. Sin embargo, esto no crea la nitidez de contraste que es posible con los electrotipos.

En general, una máquina de molde de cilindro se usa para fabricar una o más bandas de papel. Posteriormente, la banda se divide en hojas intermedias de papel y, a continuación, se divide en hojas más pequeñas para hacer documentos. La longitud de la cubierta de molde de cilindro, sobre la que se forma el papel, está determinada por el número de bandas que se producen, donde la anchura de cada banda corresponde a la anchura de una hoja intermedia. Habitualmente, la longitud será tal como para producir tres bandas. La circunferencia de la cubierta de molde de cilindro es equivalente a la longitud de un número de hojas intermedias. Como ejemplo no limitante, puede haber tres bandas y seis hojas intermedias, por lo que el área de superficie de la cubierta de molde de cilindro correspondería al área de superficie de 18 (3 x 6) hojas intermedias. Como cada hoja intermedia se divide posteriormente en una pluralidad de documentos de seguridad más pequeños, el número de marcas de agua producidas en cada hoja intermedia debe ser tal como para producir las marcas de agua necesarias en cada uno de los documentos acabados. Por lo tanto, una cubierta de molde habitual podría tener estampaciones en relieve/electrotipos para aproximadamente 700 documentos.

Sin embargo, puede ser conveniente para cada una de las bandas tener diferentes marcas de agua. Esto permite la producción en una sola ejecución de fabricación de, por ejemplo, todas las páginas para un pasaporte que tienen marcas de agua diferentes en cada página. El requisito de diferentes marcas de agua en diferentes bandas añade complicaciones a la fabricación de la cubierta de molde de cilindro, debido a la dificultad de colocarlas de manera robótica. Esto también aumenta significativamente el coste, debido al coste de fabricar troqueles o electrotipos individuales para cada variante.

Con el fin de maximizar la diferencia entre las áreas claras y oscuras de una marca de agua formada por la superficie perfilada de las estampaciones en relieve, es deseable controlar el drenaje tanto en las áreas elevadas como hundidas de la estampación en relieve. Esto se logra actualmente en las áreas elevadas reduciendo la velocidad de drenaje (es decir, la velocidad a la que el agua pasa a través de la tela metálica durante el proceso de formación), habitualmente colocando un elemento impermeable, tal como una placa de metal o un elemento de plástico, por debajo de la capa más interna de la tela metálica. La estructura de tejido de la tela metálica sigue

permitiendo que el agua drene lateralmente a su través, aunque a una velocidad reducida. Sin embargo el drenaje radial se bloquea por el elemento impermeable.

En las áreas hundidas, el control se logra aumentando la velocidad de drenaje general, por ejemplo, aplicando un vacío al molde de cilindro, o iniciando el proceso de drenaje por debajo del nivel del material, por ejemplo usando una cortina de molde. Otro método es aumentar la profundidad de estampación de la superficie de formación. Sin embargo, esto hace que la cubierta de molde sea más vulnerable a los daños y puede ocasionar dificultades para liberar el papel parcialmente formado sobre el fieltro (formex) que transporta el papel desde el extremo húmedo de la máquina de fabricación de papel a la sección de prensa.

Ninguna de estas soluciones es muy eficaz. La restricción del drenaje con alambre está limitada por el drenaje lateral resultante de la estructura tridimensional de la tela metálica. La aplicación de vacío y la cortina de molde afectan a las áreas elevadas y hundidas simultáneamente, lo que las convierte en herramientas bastas para el control de drenaje selectivo.

Los documentos US-A-2010/0175843 y US-A-2013/0092337 proponen un método alternativo para producir marcas de agua multitonales. En este método, en lugar de estampar en relieve la cubierta de molde de cilindro, un "inserto" de marca de agua perforado se une a la cubierta de molde de cilindro, lo que proporciona un relieve multinivel. El inserto puede moldearse por inyección para proporcionar perforaciones de superficie perfiladas. Como alternativa, el inserto se embute o se stampa en caliente.

El documento US-A-2013/0255896 también propone un método alternativo para producir marcas de agua multitonales. En este método, una "parte" se une a la cubierta de molde de cilindro, parte que tiene una superficie perfilada y perforaciones cónicas que se extienden desde la superficie perfilada hasta una superficie de drenaje opuesta. La parte se fabrica mediante un método de sinterización por láser, tal como SLM o SLS.

El documento DE 102006058513 A1 divulga un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con el preámbulo de la presente reivindicación 1.

Sin embargo, no siempre es necesario mejorar el proceso de marcado al agua. Un objeto es mejorar la calidad de las marcas de agua y, en particular, mejorar la capacidad de crear los efectos producidos actualmente por las marcas de agua de molde de cilindro estampadas en relieve y electrotípicas, de manera que puedan crearse diseños o imágenes multitonales complejos con áreas oscuras y muy claras fuertemente contrastadas adyacentes unas a otras.

Otro objeto es proporcionar un proceso para la producción de cubiertas de molde de cilindro que permita modificar individualmente cada marca de agua, o algunas marcas de agua.

Otro objeto más es mejorar el proceso para la producción de cubiertas de molde de cilindro disminuyendo el tiempo transcurrido desde la producción de la ilustración a la realización de la cubierta de molde.

Un objeto adicional es reducir el coste de producción de las cubiertas de molde de cilindro simplificando el proceso de fabricación, mientras se mantiene la capacidad para producir diseños o imágenes multitonales complejos con áreas oscuras y muy claras fuertemente contrastadas adyacentes unas a otras a partir de la cubierta de molde de cilindro resultante.

Un objeto adicional más es reducir el coste de producción de las cubiertas de molde de cilindro utilizando un proceso que permite usar materiales más baratos y reducir el desperdicio de material.

La invención proporciona, por lo tanto, un elemento de formación de marcas de agua para formar al menos una marca de agua en un papel, teniendo dicho elemento de formación de marcas de agua un cuerpo integrado que comprende una superficie de formación de marcas de agua, que tiene una o más zonas de formación de marcas de agua, y una superficie de drenaje, teniendo dicho elemento de formación de marcas de agua una pluralidad de canales de drenaje que se extienden desde unas aberturas de superficie delanteras en la superficie de formación de marcas de agua a la superficie de drenaje, teniendo cada abertura de superficie delantera en la superficie de formación de marcas de agua un reborde redondeado.

Preferentemente, el reborde tiene un radio de curvatura que se encuentra en el intervalo de 0,05 mm a 0,25 mm y más preferentemente en el intervalo de 0,1 mm a 0,15 mm.

El elemento de formación de marcas de agua se forma preferentemente a partir de una pluralidad de capas, estando cada capa provista de unas aberturas de drenaje, superponiéndose las aberturas de drenaje en cada capa al menos parcialmente con las aberturas de drenaje en cualquiera de las capas adyacentes para formar dichos canales de drenaje.

Cada capa puede formarse a partir de una pluralidad de subcapas.

Las capas y/o subcapas se fusionan preferentemente entre sí para formar el cuerpo integrado.

Preferentemente, el elemento de formación de marcas de agua se forma por impresión 3D.

5 El elemento de formación de marcas de agua puede formarse a partir de un material polimérico o una pluralidad de diferentes materiales de polímero o a partir de un material metálico o una pluralidad de diferentes materiales metálicos.

10 En una realización preferida, el área de sección transversal mínima de la abertura de superficie delantera y de cualquier sección de los canales de drenaje es de 0,01 mm².

La forma de las aberturas de drenaje en diferentes capas puede ser diferente.

15 Preferentemente, una cualquiera de las capas puede tener aberturas de drenaje, no siendo todas sus áreas y/o formas de sección transversal las mismas.

20 Preferentemente, el área de sección transversal total de las aberturas de superficie delanteras se encuentra en el intervalo del 1 % al 40 % del área de superficie total del elemento de formación de marcas de agua, preferentemente del 15 % al 30 % y más preferentemente del 15 % al 25 %.

Las capas pueden ser planas o no planas.

25 Preferentemente, la superficie de formación de marcas de agua está contorneada en la una o más zonas de formación de marcas de agua para proporcionar una variación tonal en el papel formado en las mismas.

La forma, el tamaño, el espaciamiento y/o la distribución de las aberturas de superficie de drenaje varía dentro de la una o más zonas de formación de marcas de agua para proporcionar una variación tonal en el papel formado en las mismas.

30 La invención proporciona además una cubierta de molde de cilindro para fabricar un papel que tiene al menos una marca de agua, que comprende al menos una capa foraminosa y al menos un elemento de formación de marcas de agua unido a la misma.

35 El elemento de formación de marcas de agua puede localizarse en un rebaje formado en la al menos una capa foraminosa o en una porción recortada formada en la al menos una capa foraminosa.

Como alternativa, el elemento de formación de marcas de agua se localiza en un rebaje formado en la al menos una capa foraminosa y una porción recortada formada en otra capa foraminosa.

40 La invención proporciona además un método para fabricar la cubierta de molde de cilindro donde el uno o más elementos de formación de marcas de agua se forman mediante un proceso de impresión 3D.

45 Preferentemente, se forman el uno o más elementos de formación de marcas de agua y, posteriormente, se unen a la al menos una capa foraminosa.

Como alternativa, el uno o más elementos de formación de marcas de agua se forman directamente sobre la al menos una capa foraminosa.

50 La invención proporciona además un método de fabricación de papel con marcas de agua que comprende la etapa de depositar fibras sobre la cubierta de molde de cilindro.

La invención proporciona además papel formado por este método.

55 La invención proporciona además un documento seguro hecho a partir de este papel que comprende un billete de banco, un pasaporte, un certificado, un tique o similares.

60 A continuación, se describirán, solo a modo de ejemplo, los elementos de formación de marcas de agua y los elementos de los mismos, las cubiertas de molde de cilindro y los métodos de fabricación de las cubiertas de molde de cilindro, los elementos de formación de marcas de agua y el papel, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una sección transversal de una sección de una tela metálica usada para formar una cubierta de molde de cilindro;

las figuras 2a y 2b son vistas en planta de diferentes elementos de formación de marcas de agua;

65 la figura 3a es una vista en alzado lateral en sección transversal del elemento de formación de marcas de agua de la figura 2a en la línea III-III;

las figuras 3b a 3d son vistas en alzado laterales en sección transversal del elemento de formación de marcas de agua de la figura 2b;

la figura 4 es una vista en planta de una abertura de superficie delantera en la superficie de formación de marcas de agua del elemento de formación de marcas de agua de la figura 2;

5 las figuras 5a y 5b son vistas en alzado en sección transversal a través de un par adyacente de dos miembros de abertura diferentes que definen la abertura de superficie delantera de la figura 4 en la línea V-V;

las figuras 6a a 6e ilustran la construcción de un elemento de formación de marcas de agua alternativo;

las figuras 7a a 7d ilustran la construcción de un elemento de formación de marcas de agua alternativo adicional;

10 las figuras 8 a 17 son vistas en alzado laterales en sección transversal de otros elementos de formación de marcas de agua alternativos adicionales unidos a la tela metálica de una cubierta de molde de cilindro;

la figura 18 es una vista en planta de un único elemento de formación de marcas de agua;

la figura 19 es una sección de hoja teselada formada por los elementos de formación de marcas de agua de la figura 18;

15 la figura 20 es un único elemento de formación de marcas de agua usado para producir múltiples documentos que tienen marcas de agua idénticas;

las figuras 21 a 24 y 26 a 28 son partes de diferentes superficies de formación de marcas de agua de diferentes elementos de formación de marcas de agua;

la figura 25 es un elemento de formación de marcas de agua alternativo adicional; y

20 las figuras 29 a 32 son vistas en perspectiva que muestran cómo pueden unirse entre sí las hojas adyacentes de los elementos de formación de marcas de agua.

Cabe señalar que, aunque la siguiente descripción hace referencia específicamente a la fabricación de papel, esto debe interpretarse como una referencia a papel fabricado de cualquier sustrato fibroso, o fabricado a partir de fibras naturales y/o sintéticas.

25 El papel con marcas de agua se forma normalmente en una cubierta de molde de cilindro parcialmente sumergida, en el extremo húmedo de una máquina de fabricación de papel, a medida que rota en una cuba que contiene una pasta de papel. En general, la pasta de papel comprende una suspensión acuosa de fibras de papel, que pueden ser fibras naturales, fibras sintéticas o una combinación de ambas. A medida que el molde de cilindro rota, el líquido pasa a través de la tela metálica 10 depositando las fibras sobre la tela superficial 11.

Una cubierta de molde de cilindro de la técnica anterior habitual se forma a partir de una tela metálica multicapa 10, como se muestra en la figura 1. En general, las capas se fabrican a partir de malla de alambre u otra superficie foraminosa. La capa más externa (cuando la tela metálica 10 está envuelta alrededor del molde de cilindro) se conoce como la tela superficial 11 y la siguiente capa es una capa de respaldo, denominada en el presente documento primera capa de respaldo 12. La tela superficial 11 y la primera capa de respaldo 12 son las capas que normalmente están provistas de las estampaciones en relieve 13 que forman las marcas de agua. Detrás de estas capas 11, 12 hay normalmente una segunda capa de respaldo 14, que habitualmente tiene unas áreas recortadas 15 que se adaptan a las áreas que sobresalen hacia dentro de las estampaciones en relieve 13. La capa más interna (cuando la tela metálica 10 está envuelta alrededor del molde de cilindro) es normalmente una tercera capa de respaldo 16 que no está estampada en relieve ni recortada, lo que proporciona soporte y resistencia generales a las capas superpuestas 11, 12, 14. Habitualmente, la tela superficial 11 tiene las aberturas de malla más pequeñas, teniendo la tercera capa de respaldo (la más interna) 16 las aberturas de malla más grandes.

45 Para formar marcas de agua electrotípicas, los electrotipos 17 pueden unirse a la tela superficial 11 por un método adecuado, tal como soldadura dura o blanda.

Para algunos tipos de estampaciones en relieve 13, pueden insertarse unos elementos de soporte 18 entre la capa estampada en relieve más trasera, en este ejemplo la primera capa de respaldo 12, y la siguiente capa adyacente, en este ejemplo la tercera capa de respaldo 16. Los elementos de soporte 18 se fabrican habitualmente a partir de acero inoxidable con agujeros perforados en los mismos para proporcionar drenaje. Estos elementos de soporte 18 no proporcionan una restricción de drenaje como lo hacen los electrotipos 17, pero se proporcionan para ayudar a evitar la distorsión de las estampaciones en relieve 13 cuando la cubierta de molde se somete a presión durante el proceso de fabricación de papel.

55 Como una alternativa al uso de las estampaciones en relieve 13 y/o los electrotipos 17 de la técnica anterior, las marcas de agua pueden formarse usando los elementos de formación de marcas de agua 20. Al menos un elemento de formación de marcas de agua 20 se une preferentemente a la tela metálica 10 de la cubierta de molde de cilindro. Cabe señalar que la tela metálica 10 puede tener una construcción similar a la de la figura 1, en términos del número de capas 11, 12, 14, 16, o puede tener un número diferente de capas. El elemento de formación de marcas de agua 20 tiene una superficie de formación de marcas de agua 21. Al menos una parte de la superficie de formación de marcas de agua 21 puede tener un perfil contorneado, como la superficie de una estampación en relieve de marca de agua 13, lo que proporciona una o más secciones de formación de marcas de agua 52. Las fibras se depositan con un espesor mayor o menor en los elementos elevados y hundidos de la o las secciones de formación de marcas de agua 52 para formar una marca de agua tridimensional en el papel acabado. La superficie de formación de marcas de agua 21 también puede tener secciones no contorneadas (secciones de no formación de marcas de

agua) en las que se produce papel que no tiene marcas de agua. Sin embargo, la deposición de fibras para formar marcas de agua puede controlarse por medios adicionales y/o alternativos, por ejemplo, variando la velocidad de drenaje del líquido procedente de la pasta de papel a través del elemento de formación de marcas de agua. Estos medios se describen a continuación.

5 El elemento de formación de marcas de agua 20 tiene un cuerpo integrado (es decir, uno que no comprende capas separadas discernibles) por una pluralidad de canales de drenaje 22 que se extienden desde las aberturas de superficie delanteras 23 en la superficie de formación de marcas de agua 21 para drenar las aberturas de superficie 24 en una superficie de drenaje opuesta 25 (véanse las figuras 3a a 3d). Los canales de drenaje 22 no solo están localizados en las secciones de formación de marcas de agua 20, sino también en las secciones de no formación de marcas de agua. Los canales de drenaje 22 permiten que el líquido procedente de la pasta de papel drene a través del elemento de formación de marcas de agua 20 para permitir que las fibras se depositen en la superficie de formación de marcas de agua 21. El área de sección transversal de cada canal de drenaje 22 preferentemente aumenta a medida que se extiende desde la superficie de formación de marcas de agua 21 a la superficie de drenaje 25 para estimular el flujo de líquido (como se muestra en las figuras 6a a 6e). Preferentemente, el área de sección transversal mínima de las aberturas de superficie delanteras 23 y de cualquier sección de los canales de drenaje 22 es de $0,01 \text{ mm}^2$. Sin embargo, el área de sección transversal de uno o más canales de drenaje 22 puede permanecer constante a medida que se extiende desde la superficie de formación de marcas de agua 21 hasta la superficie de drenaje 25, o puede disminuir.

20 Preferentemente, cada una de las aberturas de superficie delanteras 23 tiene un reborde curvado 26 que se extiende desde la superficie de formación de marcas de agua 21 a una pared interior 29 del canal de drenaje 22. El radio de curvatura (r) del reborde 26 se selecciona para reducir la retención de fibras a medida que el líquido se drena a través del elemento de formación de marcas de agua 20 y para ayudar en la limpieza del elemento de formación de marcas de agua 20. Preferentemente, el reborde 26 tiene un radio de curvatura (r) (véanse las figuras 5a y 5b) en el intervalo de 0,05 a 0,25 mm, y más preferentemente en el intervalo de 0,1 a 0,15 mm.

30 El flujo continuo de líquido a través de los canales de drenaje 22 es importante, ya que los bloqueos pueden conducir a imperfecciones en la marca de agua. El tamaño, el número, la forma de sección transversal y/o el perfil de los canales de drenaje 22 se seleccionan preferentemente para proporcionar velocidades de drenaje controladas en diferentes áreas para formar la o las marcas de agua deseadas. Por lo tanto, el o los elementos de formación de marcas de agua 20 y la cubierta de molde de cilindro proporcionan una superficie de formación con una porosidad variable, de tal manera que las áreas con menor porosidad producen áreas de gramaje reducido (es decir, áreas más claras con una menor densidad de fibras) en el papel, y las áreas con una mayor porosidad permiten que se produzcan áreas de gramaje más alto (es decir, áreas más oscuras con una mayor densidad de fibras).

40 A partir de las figuras 3a a 3d puede observarse que algunos de los canales de drenaje 22 pueden ser más largos que otros como resultado de un perfil variable de la superficie de formación de marcas de agua 21. Los canales de drenaje más largos 20 proporcionan más resistencia al flujo de líquido que los canales de drenaje más cortos 20 y, por lo tanto, producen áreas más claras en el papel que las producidas por los canales de drenaje más cortos 20. Por lo tanto, las variaciones en la densidad de papel pueden controlarse no solo por las variaciones en el perfil de la superficie de formación de marcas de agua 21, sino también (como alternativa o adicionalmente) por la velocidad del flujo de líquido a través de los canales de drenaje 22.

45 Entre las aberturas de superficie delanteras 23, la superficie de formación de marcas de agua 21 comprende unas áreas sólidas 27. Estas áreas sólidas 27 permiten además el control de la deposición de fibras sobre la superficie de formación de marcas de agua 21. Estas áreas sólidas 27 pueden ser regulares y pequeñas o pueden usarse, variando su tamaño y posición, para crear el equivalente de las marcas de agua electrotípicas, es decir, áreas significativamente más brillantes/más claras. La deposición de fibras en cada área sólida 27 está en función de la anchura del área sólida 27 (es decir, la distancia entre las aberturas de superficie delanteras adyacentes 23) y la altura del área sólida 27 en relación con las porciones adyacentes de la superficie de formación de marcas de agua 21. Con el fin de producir una marca de agua, la anchura máxima preferida de un área sólida 27 es de aproximadamente 2 mm; de lo contrario, las fibras no pueden salvar el área sólida 21, lo que daría como resultado un agujero en el papel. Sin embargo, si es deseable crear un agujero en el papel, las áreas sólidas 27 pueden ser más grandes.

60 Las áreas sólidas 27 pueden ser redondeadas (como se muestra en la figura 5a) o planas (como se muestra en la figura 5b). Cuando la superficie de formación de marcas de agua 21 tiene un perfil variable, que tiene picos (donde las fibras se depositan menos densamente) y depresiones (donde las fibras se depositan más densamente), las áreas sólidas 27 pueden localizarse dentro de los picos o las depresiones, teniendo efectos diferentes. Por lo tanto, un pico solo produciría un área clara, y un área sólida alta 27 localizada dentro del pico produciría un área aún más clara. Una depresión solo produciría un área oscura, y un área sólida alta 27 localizada dentro de la depresión produciría una luz alta muy brillante directamente adyacente a, o completamente rodeada por, un área oscura.

65 Las áreas sólidas 27 del elemento de formación de marcas de agua 20 pueden formar un patrón regular, por ejemplo, el patrón similar a una malla, como se muestra en las figuras 2a y 2b. También pueden formar áreas más

- grandes, por ejemplo, las áreas marcadas con el número de referencia 28 en la figura 2b. Estas áreas sólidas más grandes 28 pueden formarse de varias formas diferentes, algunos ejemplos de las cuales se muestran en las figuras 3b-3d. En el ejemplo ilustrado en la figura 3b, las áreas sólidas más grandes 28 se extienden a lo largo de, y bloquean, una serie de canales de drenaje 22. En los ejemplos ilustrados en las figuras 3c y 3d, las áreas sólidas más grandes 28 se extienden desde la superficie de formación de marcas de agua 21 hasta la superficie de drenaje 25. En los ejemplos ilustrados en las figuras 3b y 3c, una de las áreas sólidas más grandes 28 tiene un perfil variable, en este caso un perfil escalonado, mientras que la otra tiene una superficie plana.
- Las áreas sólidas más grandes 28 entre las aberturas de superficie de drenaje 24 tienen, preferentemente, un área de sección transversal al menos tres veces mayor que la de las aberturas de superficie de drenaje 24.
- Las aberturas de superficie delanteras 24 definen una forma, y la forma definida por las aberturas de superficie delanteras 24 puede ser diferente de un conjunto de aberturas de superficie delanteras 24 a otro. La forma puede ser una forma geométrica, tal como un rectángulo. Como alternativa, la forma puede ser un círculo, un hexágono u otra forma geométrica. Como alternativa adicional, pueden definir una forma no geométrica. La forma definida por las aberturas de superficie delanteras 24 puede ser regular o irregular.
- La forma definida por las aberturas de superficie delanteras 24 puede ser la forma de al menos un alfanumérico, una imagen pictórica o un símbolo. En el ejemplo ilustrado en la figura 22, las propias aberturas de superficie delanteras 24 tienen la forma de una manzana. En las figuras 23 y 24, las aberturas de superficie delanteras 24 están en forma de texto, en este ejemplo las letras TNW. Preferentemente, el elemento de formación de marcas de agua 20 tiene unas aberturas de superficie delanteras 24 que definen al menos dos formas diferentes. En estos ejemplos, las aberturas de superficie delanteras 24 definen las formas positivamente. Sin embargo, como alternativa, pueden definir las formas negativamente, de manera que las áreas sólidas 27 entre las aberturas de superficie delanteras 24 tengan las formas mencionadas anteriormente. Como se ha mencionado anteriormente, algunas de las aberturas de superficie de drenaje 24 pueden definir las formas negativamente y algunas pueden definir las positivamente.
- Cuando las aberturas de superficie delanteras 24 definen alfanuméricos, la anchura del carácter (cuando actúa una abertura de superficie delantera 24) es preferentemente no más delgada de 0,3 mm de ancho y el espacio entre los caracteres (las áreas sólidas 27 entre las aberturas de superficie delanteras 24) es preferentemente no menor de 0,3 mm. El tamaño mínimo y máximo de los caracteres usados para las aberturas de superficie delanteras 24 también puede determinarse por el estilo del tipo de letra. También cabe señalar que, aunque puede pretenderse un tamaño mínimo de abertura de superficie delantera 24/anchura de vástago de 0,3 mm, durante el proceso de fabricación, estas dimensiones pueden variar dependiendo de la estructura del modelo, el material y la tolerancia de la máquina usada para fabricar el elemento de formación de marcas de agua.
- El elemento de formación de marcas de agua 20 puede tener un conjunto de aberturas de superficie delanteras 23 que definen una forma, y otro conjunto de aberturas de superficie delanteras 23 que definen una forma diferente. El primer conjunto puede estar localizado dentro del segundo conjunto.
- En estos ejemplos, cuando la forma de las aberturas de superficie de drenaje 24 definen una forma o conjunto de formas específicas, la superficie de formación de marcas de agua 21 en la sección de formación de marcas de agua 52 no necesita estar contorneada, aunque puede estarlo.
- Además de seleccionar una forma específica de las aberturas de superficie delanteras 24, el elemento de formación de marcas de agua 20 puede tener una forma específica. Por ejemplo, como se muestra en la figura 25, el elemento de formación de marcas de agua 20 tiene la forma de una manzana. La forma de las aberturas de superficie delanteras 24, la forma del elemento de formación de marcas de agua 20 y/o la marca de agua formada también pueden seleccionarse para que sean iguales, o se relacionen en un contexto entre sí. Por lo tanto, en el ejemplo de la figura 25, las aberturas de superficie de drenaje 24 y el elemento de formación de marcas de agua 20 tienen forma de manzanas, mientras que la marca de agua es un retrato de Sir Isaac Newton. Otras formas relacionadas en el contexto podrían incluir un emblema o un contorno geográfico de un país y las letras que indican su moneda; la naturaleza de una moneda y los números que indican su valor; el contorno geográfico de un país y las imágenes de su bandera, por ejemplo, Ghana y la estrella, Sri Lanka y el león con espada, Pakistán y la luna creciente; retratos y citas o símbolos de identificación, por ejemplo, Churchill y la frase "Luchad contra ellos en las playas", Lincoln y un fragmento del discurso de Gettysburg, Washington o Franklin y la declaración de independencia, Jane Austen y una pluma de ave. La forma del elemento de formación de marcas de agua 20 puede ser un símbolo, una imagen pictórica, un alfanumérico o una forma geométrica o no geométrica. En este ejemplo, una primera sección de formación de marcas de agua 52a forma una marca de agua pictórica que tiene tonos claros y oscuros, en forma de cabeza. El elemento de formación de marcas de agua 20 puede tener un límite proporcionado por las áreas sólidas más grandes 28. Estas pueden proporcionar un medio adecuado para anclar el elemento de formación de marcas de agua 20 a la tela superficial 11. Se proporciona una segunda sección de formación de marcas de agua 52b que forma un tipo de electrotipo de marca de agua en forma de una manzana que tiene tonos claros.
- Cuando un elemento de formación de marcas de agua con dicha forma 20 se une a la tela superficial 11 de una cubierta de molde de cilindro, el papel fabricado acabado sobre la misma puede tener dos "marcas de alambre"

diferentes. Cuando se forma una banda de sustrato usando una cubierta de molde de cilindro, el perfil de la malla de la tela superficial 11 produce lo que se conoce como una “marca de alambre” en toda la banda. En general, cuando los alambres de urdimbre (en la dirección de la máquina) y los alambres de trama (en la dirección transversal) se cruzan, se forma un nudillo que está ligeramente elevado con respecto a los alambres de urdimbre y de trama. Los nudillos provocan una variación muy pequeña en la densidad de las fibras de sustrato que se depositan en la superficie de la cubierta de molde. La impresión de la tela superficial 11 también provoca una ondulación apenas perceptible de la superficie del sustrato acabado y un patrón regular en todo el sustrato que es prácticamente indistinguible a simple vista. Cuando un elemento de formación de marcas de agua 20 se une a la tela superficial 11, el papel acabado tendrá una marca de alambre formada por la malla de la tela superficial 11 y otra formada por cualquier patrón regular formado por las aberturas de superficie delanteras 23 y las áreas sólidas 27 del elemento de formación de marcas de agua 20.

Como se ha mencionado con brevedad anteriormente, la velocidad de drenaje puede controlarse mediante una serie de medios diferentes (solos o en combinación) y esto puede usarse para proporcionar una variación tonal dentro de la o las marcas de agua. El tamaño y/o la forma de las aberturas de superficie de drenaje pueden variarse en un plano horizontal dado, que es paralelo a la superficie de drenaje 25, para lograr esto. Algunos ejemplos de elementos de formación de marcas de agua 20 usados para formar una marca de agua en forma de retrato se ilustran en las figuras 28a y 28b. La superficie de formación de marcas de agua 21 en cada uno de estos ejemplos no tiene que estar contorneada (aunque también puede estar contorneada) ya que el tamaño de las aberturas de superficie de drenaje 24 varía para proporcionar la variación tonal. En estos ejemplos, las aberturas de superficie de drenaje 24 tienen la misma forma circular, aunque la forma puede variar. Por lo tanto, también varía el tamaño de las áreas sólidas 27 entre las aberturas de superficie de drenaje 24.

Las aberturas de superficie de drenaje 24 pueden definir positivamente una forma (tal como el círculo en las figuras 28a y 28b) o pueden definir negativamente una forma (de manera que las áreas sólidas 27 entre las mismas tienen positivamente esa forma). Como alternativa, la sección de formación de marcas de agua 52 puede tener unas aberturas de superficie de drenaje 24, algunas de las cuales definen positivamente una forma y algunas de las cuales definen negativamente la misma forma.

En el ejemplo ilustrado en la figura 28, las aberturas de superficie de drenaje 24 tienen una forma circular. Sin embargo, puede lograrse una variación tonal variando la forma y/o el tamaño de los símbolos, imágenes pictóricas o formas alfanuméricas. Por ejemplo, en el caso de las aberturas de superficie de drenaje 28 que tienen la forma de una letra, entonces las áreas del elemento de formación de marcas de agua 20 que forman las zonas más oscuras en la imagen de tonos medios final en la marca de agua tendrían una anchura de vástago mayor que la de las aberturas de superficie de drenaje 24 que forman la parte más clara de la imagen de tonos medios.

La separación entre las aberturas de superficie delanteras 24 en un plano horizontal dado, que es paralelo a la superficie de drenaje 25, también puede variarse para proporcionar una variación tonal. De nuevo, esto puede evitar la necesidad de contornear la superficie de formación de marcas de agua 21 (aunque también podría hacerlo). De este modo, en el papel acabado, las áreas formadas por las zonas del elemento de formación de marcas de agua 20 en las que se localizan las aberturas de superficie delanteras con menor espaciamiento entre sí 24 son más oscuras que las áreas formadas por las áreas en las que las aberturas de superficie delanteras 24 están más espaciadas entre sí. En el ejemplo ilustrado en la figura 25, hay una banda central X en la que las aberturas de superficie delanteras 24 están más juntas que las que se encuentran a ambos lados de la banda X.

Dichos elementos de formación de marcas de agua 20 pueden usarse para proporcionar una variación continua en el tono de la marca de agua de una sección (preferentemente un extremo o un borde) de la misma, que tiene el tono más claro, a una sección opuesta (preferentemente el otro extremo o el borde opuesto), que tiene el tono más oscuro. Esto puede lograrse usando cualquiera de los métodos mencionados anteriormente de transmisión del tono, tal como variando la altura/profundidad de al menos una sección de formación de marcas de agua 52 de la superficie de formación de marcas de agua 21 o variando las aberturas o una combinación de ambas. Un ejemplo de esta característica se ilustra en la figura 26. En este ejemplo, la sección de formación de marcas de agua 52 está configurada para producir al menos una marca de agua en el papel acabado que es una espiral continua y tiene una graduación tonal continua desde un extremo de la espiral, que es la zona más oscura, al otro extremo, que es la zona más clara. El extremo claro de la espiral se produce por las áreas sólidas más grandes 28 que se elevan en relación con el nivel “normal” (es decir, el de las secciones sin marca de agua de la superficie de formación de marcas de agua 21), reduciendo gradualmente la altura a una velocidad continua hasta que se alcanza el nivel normal de la superficie de formación de marcas de agua 21, es decir, el nivel de las secciones que no forman marcas de agua. Esto está marcado como el punto A en la figura 26. En este punto, la superficie de formación de marcas de agua 21 comienza a caer por debajo del nivel normal, formando un canal 60 que aumenta en profundidad a una velocidad continua. El extremo más profundo del canal (es decir, en el otro extremo de la espiral) produce la zona más oscura de la espiral.

Dicha o dichas marcas de agua que tienen una variación tonal continua tienen, preferentemente, la forma de una línea continua o banda que puede ser recta, curvada y que puede cambiar de dirección, por ejemplo, una sola línea recta, un arco, una espiral, un zigzag o similar y que, evidentemente, tienen extremos opuestos. Una marca de agua

de este tipo puede proporcionar un método conveniente para comprobar las falsificaciones, ya que comprende todos los multitonos de claro a oscuro dentro de una sola marca de agua en una graduación continua.

En un ejemplo, el gramaje preferido del papel acabado en la zona más oscura de la marca de agua es de al menos el 140 % del gramaje de las zonas sin marcas de agua. Por lo tanto, en un ejemplo preferido, para un papel base de 100 gsm, este sería de aproximadamente 140 gsm, y para un papel base de 90 gsm sería de aproximadamente 126 gsm. Sin embargo, estas zonas podrían tener un gramaje aún más pesado, preferentemente de al menos el 160 %, o más preferentemente de al menos el 180 %, del gramaje en las zonas sin marcas de agua. En la zona más clara de la marca de agua, el gramaje es, preferentemente, no más del 50 % del gramaje en las zonas sin marcas de agua, más preferentemente no más del 40 % y más preferentemente aún no más del 25 %. Por lo tanto, en un ejemplo preferido para un papel base de 90 gsm, el gramaje en la zona más clara es de 20 gsm.

Por lo tanto, para un papel de 90 gsm el gramaje puede variar de aproximadamente 20 gsm hasta aproximadamente 200 gsm.

Una técnica para medir el gramaje es la siguiente. Se genera una radiografía exponiendo una hoja de muestra a una fuente de rayos beta (C-14) y registrando la radiación transmitida a través de la hoja en una película de rayos X. La película desarrollada se escanea con un escáner de lecho plano, y los niveles de gris de la imagen se transforman en valores de gramaje reales a través de una escala de calibración obtenida de una muestra de gramaje conocido.

El elemento de formación de marcas de agua 20 también puede configurarse para producir una marca de agua continuamente graduada de este tipo localizada junto a otra marca de agua, lo que proporciona otra comprobación de antifalsificación conveniente. La marca de agua continuamente graduada proporciona una gráfica de referencia, ya que su extremo más oscuro coincide con las zonas más oscuras de la marca de agua adyacente, y el extremo más claro coincide con sus zonas más claras. La marca de agua continuamente graduada también tiene el color del papel base en el medio.

El elemento de formación de marcas de agua 20 también puede configurarse para producir una marca de agua continuamente graduada de este tipo que se mezcla con otra marca de agua. En el ejemplo mostrado en la figura 27, en un área del elemento de formación de marcas de agua 20, una primera sección de formación de marcas de agua 52a produce marcas de agua de refuerzo de esquinas del tipo conocido a partir del documento EP-A-1468142, que tiene tonos más oscuros formados por los canales 60 que tienen una profundidad constante. Una segunda sección de formación de marcas de agua 52b se forma adyacente a la primera sección de formación de marcas de agua 52a, que está configurada para proporcionar una graduación tonal continua desde el extremo de los canales 60 a una marca de agua pictórica en una tercera sección de formación de marcas de agua 52c.

El elemento de formación de marcas de agua 20 también puede configurarse para producir una marca de agua continuamente graduada de este tipo que tiene texto o patrones dentro de la banda o línea continua. Estas pueden ser zonas más oscuras y/o más claras.

El elemento de formación de marcas de agua 20 puede formarse a partir de una pluralidad de capas separadas, especialmente si se forma usando un proceso de impresión 3D como se describe a continuación. Sin embargo, en el elemento de formación de marcas de agua acabado 20, estas capas pueden fusionarse íntegramente entre sí y ser indistinguibles como capas separadas. Las capas se forman con aberturas, que se combinan para formar los canales de drenaje 22. Las aberturas en la o las capas superiores, que forman la superficie de formación de marcas de agua 21, tienen, preferentemente, un área de sección transversal más pequeña que las de la o las capas inferiores, que forman la superficie de drenaje 25. Sin embargo, como alternativa, pueden tener un área de sección transversal más grande o la misma área de sección transversal.

En un ejemplo, como se muestra en las figuras 6a a 6e, hay unas pluralidades de primeras capas 30, segundas capas 31, terceras capas 32 y cuartas capas 33. Cada una de las primeras capas 30 está provista de aberturas de un tamaño, que forman las aberturas de superficie delanteras 23. Cada una de las segundas capas 31 está provista de unas aberturas 34 que tienen un área de sección transversal más grande que las aberturas de superficie delanteras 23. Cada una de las terceras capas 31 está provista de unas aberturas 35 que tienen un área de sección transversal más grande que las aberturas 34 en las segundas capas 31. Cada una de las cuartas capas 31 está provista de unas aberturas que tienen un área de sección transversal más grande que las aberturas 35 y que forman las aberturas de superficie de drenaje 24.

Aunque el ejemplo ilustrado muestra cuatro de cada una de las cuatro capas 30, 31, 32, 33, el número de capas que forman el elemento de formación de marcas de agua 20 no está limitado y el número de capas idénticas también puede variar.

Las aberturas 23, 34, 35, 24 en las diferentes capas pueden tener la misma forma de sección transversal unas con respecto a otras, aunque con diferentes áreas de sección transversal, o la forma puede variar de capa a capa.

El área de sección transversal de las aberturas 23, 34, 35, 24 en cualquier capa también puede variarse,

proporcionando las aberturas más grandes 23, 34, 35, 24 un aumento del drenaje y la deposición de fibras sobre las aberturas más pequeñas 23, 34, 35, 24.

5 El área de sección transversal total de las aberturas de superficie delanteras 23 es de, preferentemente, entre el 1 % y el 40 % del área de superficie total del elemento de formación de marcas de agua 20, más preferentemente entre el 5 % y el 30 %, y más preferentemente aún entre el 15 % y el 25 %.

10 Las capas 30, 31, 32, 33 ilustradas en las figuras 6a-6d y 7a-7d se muestran planas. Sin embargo, las capas pueden no ser planas, por ejemplo, ser curvadas en una o más direcciones.

15 La velocidad de drenaje a través de los elementos de formación de marcas de agua 20 puede controlarse, además, por el área abierta y el diámetro abierto medio de las aberturas de la tela metálica 10 (u otra superficie foraminosa), que proporciona la estructura de soporte. El diámetro medio de las aberturas es, preferentemente, de entre 0,02 y 0,4 mm y, más preferentemente, de entre 0,05 y 0,1 mm. La tela metálica 10 (u otra superficie foraminosa) se produce preferentemente mediante un método que no está restringido por la velocidad de cambio de gradiente de la superficie de formación de marcas de agua 21. Esto permite lograr una resolución y un contraste mejorados.

20 La velocidad de drenaje a través de los elementos de formación de marcas de agua 20 puede controlarse, además, por pulverización, revestimiento o cubriendo de otro modo la superficie de formación de marcas de agua 21 con un material que cambia la propiedad hidrófoba del material del que está fabricado el elemento de formación de marcas de agua 20. La hidrofobia puede controlarse imprimiendo el elemento de formación de marcas de agua 20 con dos o más materiales diferentes con naturalezas hidrófilas o hidrófobas diferentes, posiblemente muy variables, que tienen diferentes energías de superficie/ángulos de contacto. Por ejemplo, si el material de soporte de cera (hidrófobo, no humectante) no se retira completamente del elemento impreso en 3D, entonces el agua no se drena fácilmente a través de algunos canales de drenaje 22. Esto se debe a que el ángulo de contacto de la gota de agua es demasiado grande y la gota de agua que se forma no pasará a través de los canales de drenaje 22. Como resultado, la fibra no se deposita en esa área en la misma medida que las áreas más hidrófilas y se produce un punto de realce. Por lo tanto, si se usan dos polímeros de construcción para formar diferentes áreas del elemento de formación de marcas de agua 20, uno más hidrófobo que otro, aunque el tamaño del canal de drenaje 22 pueda ser uniforme en toda el área, donde se usa un material hidrófobo, entonces se depositará menos fibra y, por lo tanto, podrá modularse la densidad de imagen.

30 De manera similar, puede ser posible ajustar el drenaje en algunas áreas revistiendo, pintando, imprimiendo o pulverizando el área deseada con una resina hidrófila para estimular el drenaje a través de la humectación, o un material hidrófobo para inhibir el drenaje.

35 La estructura de los elementos de formación de marcas de agua 20 también puede diseñarse para permitir el drenaje (lateral) hacia los lados del líquido por debajo de la superficie de formación de marcas de agua 21, un ejemplo del cual se muestra en las figuras 7a a 7d. La primera capa 30, que forma una porción sustancial de la superficie de formación de marcas de agua 21, tiene una construcción similar a una malla con aberturas de superficie delanteras cuadradas 23. La segunda capa subyacente 31 está provista de unas aberturas 34 en forma de canales que se extienden a través de un borde de la capa 31 a un borde opuesto. La tercera capa 32, que en esta realización forma la superficie de drenaje 25, también está provista de unas aberturas 35 en forma de canales que se extienden a través de un borde de la capa 31 al otro en una dirección similar a la de la segunda capa 31. Los canales de la tercera capa tienen una anchura mayor que la de la segunda capa 31. Esta estructura produce un elemento de formación de marcas de agua 20 que tiene una sección transversal como se muestra en la figura 7a. Por lo tanto, además de los canales de drenaje 22 que se extienden a través del elemento de formación de marcas de agua 20 desde la superficie de formación de marcas de agua 21 hasta la superficie de drenaje 25, se proporcionan uno o más canales de drenaje adicionales que se extienden lateralmente dentro del elemento de formación de marcas de agua 20 por debajo de la superficie de formación de marcas de agua. Estos canales de drenaje que se extienden lateralmente pueden extenderse desde un lado del elemento de formación de marcas de agua 20 al otro, como se muestra en las figuras 7a-7d. Como alternativa, pueden extenderse simplemente desde un punto en el perímetro del elemento de formación de marcas de agua 20 a otro punto. Estos canales de drenaje pueden ser rectos, en ángulo, curvados o de cualquier otra forma adecuada, y pueden extenderse en la dirección de máquina o en dirección transversal. Los canales de drenaje laterales pueden encontrarse en un solo plano (o capa 30-33) o pueden escalonarse a través de dos o más capas 30-33.

40 Aunque el elemento de formación de marcas de agua ilustrado en las figuras 7a-7d se describe teniendo unas únicas capas primera, segunda y tercera 30, 31, 32, lo mismo puede aplicarse cuando cada una de las capas 30, 31, 32 se forma a partir de la pluralidad de capas descrita anteriormente. Además, aunque el ejemplo ilustrado muestra tres capas 30, 31, 32, el número de capas que forman el elemento de formación de marcas de agua 20 no está restringido. Además, capas diferentes de las mostradas pueden tener las aberturas que se extienden lateralmente 35.

65 Por lo tanto, los elementos de formación de marcas de agua 20 descritos anteriormente pueden combinar las ventajas de las marcas de agua formadas con contorno (marcas de agua de molde de cilindro estampadas en

relieve) y las marcas de agua formadas con drenaje restringido (marcas de agua electrotípicas) para obtener un mayor contraste entre las áreas claras y oscuras de una marca de agua y áreas muy claras. También alivian una serie de restricciones de diseño que surgen de las marcas de agua de molde de cilindro y electrotípicas, en particular:

- 5
- a diferencia del método electrotípico habitual, los elementos de formación de marcas de agua 20 pueden usarse para formar cualquier parte de la marca de agua;
 - 10 - los elementos de formación de marcas de agua 20 no están limitados a unas dimensiones específicas con el fin de obtener una buena claridad y contraste en comparación con los antecedentes, como lo son los electrotipos tradicionales. El uso de tales elementos de formación de marcas de agua 20 permite usar una gama más amplia con mayor flexibilidad con el fin de lograr una gama más amplia de efectos artísticos. En particular, el contraste de imagen del electrotipo puede reducirse reduciendo el espesor si tal efecto es deseable desde un punto de vista estético. Tales sutilezas también pueden contribuir a mejorar la seguridad al aumentar la complejidad de la tonalidad de la imagen;
 - 15 - cuando el documento acabado requiere una combinación de marcas de agua de molde de cilindro y electrotípicas, la localización de los electrotipos en relación con las estampaciones en relieve siempre se ha restringido debido a los problemas de fabricación y los problemas descritos anteriormente. Estos ya no se aplican, ya que puede usarse un único elemento de formación de marcas de agua 20 para proporcionar marcas de agua equivalentes. Esto no se aplica a los elementos de formación de marcas de agua 20 de la presente invención, ya que es posible crear áreas más profundas dentro del perfil de la superficie de formación de marcas de agua 21 y proporcionar áreas sólidas dentro de las áreas más profundas, así como en las áreas más altas;
 - 20 - en un proceso tradicional que tiene electrotipos, hay unas restricciones de fabricación, y por lo tanto de diseño, en el número de electrotipos por cubierta de molde y su localización. Esto se debe a que normalmente se unen usando un brazo robótico, que es un proceso que consume tiempo.

30 El uso de los elementos de formación de marcas de agua 20, en oposición a la estampación en relieve de la tela metálica 10 de la cubierta de molde de cilindro o la unión de electrotipos a la misma, proporciona la capacidad de producir diseños o imágenes multitonales complejos que pueden crearse con áreas oscuras y muy claras fuertemente contrastadas adyacentes unas a otras. Sin embargo, supone una serie de desafíos de fabricación adicionales.

35 La durabilidad de la cubierta de molde de cilindro resultante es extremadamente importante, ya que se somete a tensiones importantes. Las tensiones pueden deberse a un rodillo couch, a un rodillo dandy o al fieltro (formex) dependiendo de la configuración de la máquina de papel. En una máquina que usa un rodillo couch, por ejemplo, el rodillo couch rota en contacto con el molde de cilindro y se usa para transferir la banda de papel parcialmente formada desde la cubierta de molde de cilindro al fieltro (formex) que transporta la banda desde el extremo húmedo de la máquina de fabricación de papel a la sección de prensa. Por lo tanto, hay una presión significativa formada entre el molde de cilindro y el rodillo couch. Esto significa que, cuando haya algún elemento que sobresalga de la superficie de la tela metálica 10, habrá una tensión adicional que se repite constantemente sobre la tela metálica 10.

45 Los elementos de formación de marcas de agua 20 también pueden estar provistos de propiedades de absorción de impactos, que permiten que el elemento de formación de marcas de agua 20 y, por lo tanto, la cubierta de molde de cilindro, resistan la presión del rodillo couch. Esto puede lograrse fabricando la totalidad, o una parte, del elemento de formación de marcas de agua 20 a partir de un material elástico, como el caucho.

50 Como alternativa, el elemento de formación de marcas de agua 20 puede comprender una capa de soporte 40, como una capa adicional a las descritas anteriormente, en la parte posterior del elemento de formación de marcas de agua 20 ya sea detrás o formando la superficie de drenaje 25. Por ejemplo, haciendo referencia a las realizaciones descritas anteriormente, la capa de soporte 40 puede localizarse en la parte posterior de la o las cuartas capas 33 en las figuras 6a-6e o la tercera capa 32 en las figuras 7a-7d.

55 Como alternativa, la capa de soporte 40 puede ser una o más de las capas 30, 31, 32, 33 de estas realizaciones descritas anteriormente.

60 La capa de soporte 40 puede fabricarse a partir de un material elástico. En la realización mostrada en la figura 8, la capa de soporte 40 es una capa adicional localizada en la parte posterior del elemento de formación de marcas de agua 20. La capa de soporte 40 puede unirse al elemento de formación de marcas de agua 20 por cualquier medio adecuado, por ejemplo, resina curada por UV.

65 La capa de soporte 40 puede fabricarse a partir de un material que tiene un módulo de tracción diferente del cuerpo principal del elemento de formación de marcas de agua 20. Los valores mínimos y máximos preferidos para el módulo de tracción de un material convencional usado para el cuerpo principal del elemento de formación de marcas de agua 20 y para un material de polímero similar al caucho de absorción de impactos, para la capa de soporte 40,

ES 2 691 231 T3

se ofrecen a continuación con los valores más preferidos mostrados entre paréntesis.

Propiedad	Material convencional		Polímero (similar al caucho) de absorción de impactos	
	Mín	Máx	Mín	Máx
Módulo de tracción (Mpa)	110 (500)	12000 (5000)	0,5 (2)	100 (50)

Los siguientes métodos de ensayo estándar pueden usarse para medir el módulo de tracción:

- 5
- ASTM D638: este es para materiales no elastoméricos y, por lo tanto, se aplicaría a los materiales convencionales en la tabla anterior;
 - ASTM D412: este es para elastómeros tales como materiales similares al caucho y se aplica a los materiales de absorción de impactos en la tabla.
- 10

Como alternativa, la capa de soporte 40 puede tener una estructura que sea elástica. En la realización mostrada en la figura 9, la capa de soporte 40 está localizada en la parte posterior del elemento de formación de marcas de agua 20. La capa de soporte 40 se forma a partir de una serie de resortes (que pueden ser ballestas, volutas, bobinas, zigzags u otros tipos de configuraciones de resorte).

15

Como alternativa, la capa de soporte 40 puede tener una estructura de nido de abeja o teselada.

Es importante que la capa de soporte 40 tenga una forma y/o configuración que no interfiera con el flujo de drenaje a través de la superficie de drenaje 25 del elemento de formación de marcas de agua 20 o la o las capas de respaldo de la tela metálica 10. Por lo tanto, en cualquiera de estas realizaciones, la capa de soporte 40 debe tener unas aberturas que garanticen que la capa de soporte 40 no interfiera con los requisitos de drenaje identificados anteriormente y/o que formen parte de los canales de drenaje 22.

20

En una construcción alternativa adicional (véase la figura 10), el elemento de formación de marcas de agua 20 comprende una capa de soporte elástica anular 40 que se extiende alrededor de la circunferencia del elemento de formación de marcas de agua 20.

25

El método usado para localizar y/o unir uno o más de los elementos de formación de marcas de agua mencionados anteriormente 20 a la tela metálica 10 es también un factor importante para garantizar la durabilidad de la cubierta de molde de cilindro. La siguiente descripción se refiere a la localización/unión de un único elemento de formación de marcas de agua 20 a la tela metálica 10. En la realización ilustrada en las figuras 8, 9 y 11, la tela metálica 10 se forma a partir de una tela superficial 11, una primera capa de respaldo 12, una segunda capa de respaldo 14 y, solo en el caso de la figura 10, una tercera capa de respaldo 16. La tela superficial 11 y la primera capa de respaldo 12 tienen, cada una de las mismas, un área recortada 15a, 15b, respectivamente. El área recortada 15a en la tela superficial 11 es más pequeña que la de la primera capa de respaldo 12 y es sustancialmente del mismo tamaño, o ligeramente más grande, que una sección superior 41 del elemento de formación de marcas de agua 20. Esto permite que la sección superior 41 pase a través del área recortada 15a. La capa de soporte 40 del elemento de formación de marcas de agua 20 y/o una sección inferior 42 del elemento de formación de marcas de agua 20 tiene al menos una dimensión de sección transversal que es mayor que la del área recortada 15a en la tela superficial 11, pero es igual o ligeramente más pequeña que el área recortada 15b en la primera capa de respaldo 12. Esto permite que el elemento de formación de marcas de agua 20 pueda anclarse entre las capas de la tela metálica 10. La superficie trasera del elemento de formación de marcas de agua 20 (ya sea esta la superficie de drenaje 25 o la capa de soporte 40) está localizada contra, y soportada por, la segunda capa de respaldo 14.

30

35

40

45

Como alternativa, un elemento de formación de marcas de agua 20 puede localizarse, al menos parcialmente, en un rebaje 43 en la tela superficial 11 de la cubierta de molde de cilindro como se muestra en la figura 12. El rebaje 43 se forma, preferentemente, estampando en relieve la tela superficial 11 (y posiblemente también la primera capa de respaldo subyacente 12). El rebaje 43 es, preferentemente, poco profundo (por ejemplo, entre 0,5 mm y 2 mm de profundidad). El rebaje 43 está dispuesto, preferentemente, de manera que el elemento de formación de marcas de agua 20 se empuje hacia arriba contra una esquina de localización. El elemento de formación de marcas de agua 20 está de este modo protegido por las paredes circundantes del rebaje 43.

50

La figura 13 muestra una disposición alternativa en la que la tela superficial 11 está provista de un área recortada 15 (similar al área recortada 15 ilustrada en las figuras 8 y 9) a través de la que sobresale un elemento de formación de marcas de agua 20. La primera capa de respaldo 12 está provista de un rebaje 43 en el que puede localizarse, al menos parcialmente, un elemento de formación de marcas de agua 20.

55

Estas no son las únicas construcciones adecuadas. En otras variaciones, algunas o todas las capas de la tela metálica 10 pueden estar provistas de áreas recortadas 15 y/o rebajes 43.

60

- Uno o más elementos de formación de marcas de agua 20 también pueden unirse a una o más capas de la tela metálica 10. Los métodos adecuados para unir un elemento de formación de marcas de agua metálico 20 a la tela metálica 10 son la resistencia o la soldadura láser y la soldadura blanda. La soldadura plástica puede usarse para unir elementos de formación de marcas de agua poliméricos 20. Como alternativa, el o los elementos de formación de marcas de agua 20 pueden coserse, por ejemplo, con un alambre fino, sobre la tela metálica 10. El o los elementos de formación de marcas de agua 20 también puede adherirse a la tela metálica 10, por ejemplo, con una resina curada por UV u otro adhesivo adecuado.
- Pueden usarse una o más fijaciones 45 para unir uno o más elementos de formación de marcas de agua 20 a una o más capas de la tela metálica 10. Dichas fijaciones pueden ser insertos de metal roscados, insertos de metal soldables, componentes plásticos o metálicos con bridas, grapas, componentes con patas flexibles, etc. Las fijaciones 45 son, preferentemente, porosas o huecas (por ejemplo, tubulares).
- La figura 14 ilustra un tipo de fijación adecuada 45. Esta comprende una varilla 46, que puede ser un filamento de alambre o de plástico o de un hilo elástico, que pasa a través de una o más capas de la tela metálica 10 y un canal de drenaje 22 del elemento de formación de marcas de agua 20. Un extremo de la varilla 46 tiene un pie 47 formado integralmente en el mismo o unido al mismo. El pie 47 puede tener al menos una dimensión mayor que la de la abertura de la malla de alambre en la capa de respaldo más trasera a la que está unida la fijación 45, en la primera capa de respaldo ilustrada a modo de ejemplo 12. El extremo opuesto de la varilla 46 se enrosca a través del canal de drenaje 22 y una cabeza 48 se une al mismo o se forma en el mismo. El tamaño de la cabeza 48 es mayor que el tamaño de la abertura de superficie delantera 23 del canal de drenaje 22 para garantizar que el elemento de formación de marcas de agua 20 se mantenga firmemente en su posición. Pueden usarse una o más fijaciones 45 por elemento de formación de marcas de agua 20.
- La figura 15 ilustra el uso de otra forma de fijación adecuada 45. Esta tiene una varilla flexible 46, que puede ser un alambre o filamento de plástico o un hilo elástico. La varilla 46 pasa a través de una o más capas 11, 12, 14, 16 de la tela metálica 10, subiendo un canal de drenaje 22, a través de la superficie de formación de marcas de agua 21, bajando un canal de drenaje adyacente 22, y de vuelta a través de una o más capas 11, 12, 14, 16 de la tela metálica 10. Los pies 47 se forman en, o se unen a, cada extremo de la varilla 46, teniendo los pies 47 al menos una dimensión mayor que la de la abertura de malla de alambre en la capa de respaldo más trasera a la que está unida la fijación 45.
- La figura 16 ilustra el uso de otra forma adecuada más de fijación 45. Esta comprende una espiga de púas tubular o porosa que se extiende desde la superficie de drenaje 25 del elemento de formación de marcas de agua 20 a través de una o más capas de la tela metálica 10. En la realización ilustrada, el elemento de formación de marcas de agua 20 está localizado en las áreas recortadas 15a, 15b en la tela superficial 11 y la primera capa de respaldo 12, de modo que la espiga se empuja a través de las aberturas de malla de alambre en las capas de respaldo segunda y tercera 14, 16. La espiga tiene un paso de drenaje central 50 y su extremo distal está provisto de una o más púas 49 que se enganchan en el alambre de la capa de respaldo más trasera a través de la que pasa la espiga; en la realización ilustrada, esta es la tercera capa de respaldo 16.
- La figura 17 ilustra el uso de otra fijación adecuada más 45. Esta tiene la forma de un alambre que se extiende desde la superficie de drenaje 25 del elemento de formación de marcas de agua 20 a través de una o más capas de la tela metálica 10. En la realización ilustrada, el elemento de formación de marcas de agua 20 está localizado en las áreas recortadas 15a, 15b en la tela superficial 11 y la primera capa de respaldo 12, y el alambre se enrosca a través de una abertura de malla de alambre en la segunda capa de respaldo 14. El extremo del alambre se dobla sobre sí mismo para formar un gancho 51.
- Las fijaciones mencionadas anteriormente 45 pueden adherirse o soldarse adicionalmente a la tela metálica 10 para garantizar que estén firmemente unidas.
- Para permitir la unión del elemento de formación de marcas de agua 20 a la tela metálica 10 por medio de fijaciones, puede ser necesario que una o más de las capas que forman la tela metálica 10 estén provistas de unos agujeros adicionales o más grandes para recibir las fijaciones 45.
- Los elementos de formación de marcas de agua mencionados anteriormente 20 pueden producirse por impresión 3D u otro proceso de fabricación adecuado, tal como moldeo por inyección, ablación con láser, formación de vacío, mecanizado, etc.
- La impresión 3D, también conocida como prototipado rápido o fabricación aditiva, es una tecnología relativamente nueva, que usa un modelo digital, normalmente creado por algún tipo de paquete de diseño asistido por ordenador (CAD) o un escáner 3D, para crear un objeto tridimensional. La impresora 3D lee los datos del dibujo CAD y coloca capas sucesivas de material para construir un objeto físico a partir de una serie de secciones transversales. Hay una gran cantidad de procesos de impresión 3D diferentes, que incluyen (pero sin limitarse a) estereolitografía (SLA), sinterización selectiva por láser (SLS), fusión selectiva por láser (SLM), fabricación de objetos laminados (LOM), modelado por deposición fundida (FDM), curado en tierra sólida (SGC), sinterización directa de metal por láser

(DMLS), fusión por haz de electrones (EBM) y técnicas de impresión por chorro de tinta.

Los métodos de impresión 3D pueden usarse para fabricar los elementos de formación de marcas de agua 20 a partir de una diversidad de materiales. Los ejemplos incluyen uno o más materiales poliméricos, uno o más metales o una combinación de metales y polímeros, por ejemplo, con un metal incorporado en una matriz polimérica. El material o los materiales seleccionados para los elementos de formación de marcas de agua 20 necesitan ser lo suficientemente duraderos como para soportar la presión creada entre el molde de cilindro y el rodillo couch y la percusión continua del mismo. La selección de el o los materiales también dependerá del proceso de impresión 3D usado.

A continuación se ofrecen algunos ejemplos de materiales poliméricos adecuados, aunque esta lista no es exhaustiva:

para la fabricación por deposición fundida (FDM):

- acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)
- polifenilsulfona (PPS, PPSU o PPSF)
- ácido poliláctico (PLA)
- poliamida (PA)
- policarbonato (PC)
- mezclas de materiales, por ejemplo PC-ABS

para la sinterización selectiva por láser (SLS):

- nailon, en particular PA12
- PA12 con fibra de vidrio

para procesos de tipo inyección de tinta o "fotojet" (resinas de curado por UV):

- acrílico
- ABS simulado
- polipropileno (PP) simulado
- calidades similares al caucho
- calidades dentales
- calidades biocompatibles.

A continuación se ofrecen algunos ejemplos de metales adecuados, aunque esta lista no es exhaustiva:

para la sinterización selectiva por láser (SLS) o la fusión selectiva por láser (SLM) de polvos metálicos:

- titanio, puro y aleaciones.
- aceros, incluidos los aceros inoxidables
- aleaciones de níquel-cromo
- aluminio puro y aleaciones
- aleaciones de cromo-cobalto
- cobre y aleaciones de cobre.

Ventajosamente, los elementos de formación de marcas de agua 20 que comprenden más de un material diferente pueden formarse usando un solo dispositivo, tal como una impresora 3D, ya que algunas impresoras 3D comerciales, por ejemplo, el modelo Objet 350 Connex de Stratasys, pueden imprimir múltiples materiales. Esto permite que tanto los productos de múltiples colores como las estructuras compuestas, por ejemplo, polímeros rígidos y similares al caucho combinados, se produzcan en un solo proceso.

Una ventaja significativa del uso de un proceso de impresión 3D para formar el o los elementos de formación de marcas de agua 20 es que el tiempo necesario para fabricar una cubierta de molde de cilindro y, por lo tanto, el coste, se reducen significativamente en comparación con el proceso tradicional, ya que la ilustración se usa directamente para formar los elementos de formación de marcas de agua 20. Ya no es necesario producir troqueles de estampación en relieve, que, a continuación, deben usarse para estampar en relieve la cubierta de molde de cilindro. El uso de un proceso controlado por ordenador para formar cada elemento de formación de marcas de agua individual 20 hace posible personalizar cada marca de agua individual, por ejemplo, para páginas de pasaporte o números de serie de billetes únicos.

Una ventaja adicional de la impresión 3D es que hace que sea considerablemente más fácil adaptarse a la contracción. La banda de papel se contrae a medida que pasa por las diversas etapas del proceso de fabricación de papel. El grado de contracción en el borde de la banda de papel es mayor que en el centro y puede variar de acuerdo con la máquina específica, la humedad, el tipo de velocidad de procesamiento del material usado. Para

obtener una anchura de documento acabado uniforme, la anchura real del documento en la cubierta de molde de cilindro durante la fabricación tiene que variar para compensar la contracción. El diseño de cualquier marca de agua también debe permitir la contracción. El uso de la impresión 3D significa que los elementos de formación de marcas de agua 20 pueden ajustarse fácilmente, dependiendo de dónde se localicen en la anchura de la cubierta de molde de cilindro.

Otra ventaja de la impresión 3D es que muchos de los métodos descritos anteriormente pueden usarse para formar los elementos de formación de marcas de agua 20 directamente sobre la tela metálica 10 de la cubierta de molde de cilindro sin necesidad de fijaciones adicionales 45.

Como alternativa, uno o más elementos de formación de marcas de agua 20 pueden formarse sobre una sección de malla de alambre que, posteriormente, se une a la tela metálica 10, por ejemplo, a la tela superficial 11, de la cubierta de molde de cilindro con unas fijaciones adecuadas 45.

También hay disponibles bolígrafos 3D, tales como 3Doodler (TM) o Lixpen (TM). Estos pueden usarse para unir los elementos de formación de marcas de agua 20 a la tela metálica 10 dibujando bucles a partir de un elemento de formación de marcas de agua impreso en 3D 20 alrededor de los alambres de la tela superficial 11 y de vuelta al elemento de formación de marcas de agua 20. Dichos bolígrafos 3D también pueden usarse con los elementos de formación de marcas de agua 20 que se hayan fabricado mediante un método distinto a la impresión 3D.

Como otra alternativa, los elementos de formación de marcas de agua 20 pueden unirse a un revestimiento o manguito perforado, que se ajusta sobre una tela metálica tradicional 10.

Otra ventaja de la impresión 3D es que proporciona flexibilidad. Por ejemplo, la cubierta de molde resultante puede haber unido a la misma una serie de elementos de formación de marcas de agua discretos 20 a intervalos regulares, estando cada elemento de formación de marcas de agua 20 diseñado para producir una sola marca de agua. Los elementos de formación de marcas de agua 20 pueden estar todos diseñados para producir la misma marca de agua, o marcas de agua diferentes.

Como se ha descrito anteriormente, pueden producirse simultáneamente una serie de bandas en una máquina de fabricación de papel de molde de cilindro. Las bandas se cortan para formar una serie de hojas intermedias más pequeñas, y las hojas intermedias se cortan para formar una serie de documentos más pequeños (normalmente después de la impresión). Cada elemento de formación de marcas de agua 20 puede ser del mismo tamaño que un solo documento (véase la figura 18) y estar diseñado para producir todas las marcas de agua (y agujeros o aberturas) requeridas para un solo documento. Esto puede incluir varias marcas de agua diferentes 52a, 52b, 52c, 52d. Estas marcas de agua 52a, 52b, 52c, 52d pueden ser, entre otras, marcas de agua pictóricas, marcas de agua de refuerzo de esquinas, pistas de hilos de seguridad y/o marcas de agua alfanuméricas de estilo de electrotipo. Pueden unirse suficientes elementos de formación de marcas de agua idénticos 20 a la tela metálica 10 adyacentes unos a otros (para formar una sección de hoja teselada como se muestra en la figura 19) para producir una hoja intermedia que, cuando se corta, formará una serie de documentos más pequeños idénticos, todos con la misma combinación de marcas de agua 52a, 52b, 52c, 52d. Esto puede repetirse alrededor de la circunferencia de la cubierta de molde, de manera que al menos una de las bandas de papel pueda dividirse para formar hojas intermedias idénticas y, a continuación, documentos idénticos.

El uso de los elementos de formación de marcas de agua mencionados anteriormente 20 en la fabricación de papel es especialmente ventajoso cuando cada uno está diseñado para producir múltiples marcas de agua 52a, 52b, 52c, 52d. Durante el proceso de fabricación de papel, el papel se contrae a una velocidad desigual a través de la banda. Por lo tanto, con el fin de garantizar que las marcas de agua 52a, 52b, 52c, 52d en el documento acabado se coloquen correctamente, la posición de los elementos de la superficie de formación de marcas de agua 21 que producen las marcas de agua individuales 52a, 52b, 52c, 52d puede variar dependiendo de en qué lugar de la banda se forme la marca de agua. El uso de la impresión 3D simplifica este proceso.

La figura 21 proporciona una clara ilustración de una sección de una superficie de formación de marcas de agua 21 de un elemento de formación de marcas de agua 20, parte del cual tiene un perfil contorneado. En este ejemplo, una marca de agua (en forma de un pájaro del cual se muestra una sección del ala del pájaro) tiene elementos elevados y hundidos. Esto produce una marca de agua similar a la de una marca de agua de molde de cilindro de la técnica anterior. Otra marca de agua se forma a partir de las áreas sólidas 21 en forma de los números "0", que se elevan por encima del resto de la superficie de formación de marcas de agua 21. Esto produce una marca de agua similar a la de una marca de agua electrotípica de la técnica anterior.

También es posible usar diferentes conjuntos de elementos de formación de marcas de agua 20 para formar diferentes hojas o bandas, lo que significa que puede producirse simultáneamente más de un tipo de documento en un solo molde de cilindro.

Como alternativa, en lugar de hacer en forma de teselas un serie de elementos de formación de marcas de agua idénticos individuales 20 para permitir que se produzca una hoja intermedia, puede hacerse un único elemento de

- formación de marcas de agua 20, que esté diseñado para producir todas las marcas de agua requeridas 52a, 52b, 52c, 52d para múltiples documentos (véase la figura 20). Además, el elemento de formación de marcas de agua 20 puede usarse para proporcionar unas marcas de guía de cortadora/punzadora 52e, que se usan para ayudar en el corte preciso de las bandas/hojas. También pueden incluirse márgenes entre las áreas que formarán un documento individual, que pueden usarse como puntos de fijación. Se requieren puntos de fijación para unir los diferentes conjuntos de elementos de formación de marcas de agua 20 usados para formar diferentes bandas juntas o en la cubierta de molde de cilindro. Estos se cortarán cuando el papel se divida en las hojas intermedias individuales y, a continuación, en los documentos.
- 10 Como una alternativa adicional, toda la tela superficial 11 de una cubierta de molde de cilindro puede ser un elemento de formación de marcas de agua 20 formado por impresión 3D. Además, las capas de respaldo 12, 14 también pueden imprimirse en 3D. Cuando el o los elementos de formación de marcas de agua 20 reemplazan la tela metálica 10 (cubierta de molde de cilindro), se forma un manguito que se ajusta sobre el propio molde de cilindro. El manguito puede comprender una sola hoja o una pluralidad de hojas más pequeñas unidas entre sí. Algunos métodos adecuados para unir las hojas entre sí son los siguientes:
- 15 figura 29: puede usarse una junta de bisagra para unir de extremo a extremo las hojas individuales para permitir el movimiento hacia delante y hacia atrás de las hojas;
- 20 figura 30: puede usarse una junta de espiga para unir el cuerpo principal del elemento de formación de marcas de agua 20 a la tela superficial 11; la superficie de drenaje 25 puede tener espigas que se encajan en el alambre de la tela superficial 11;
- figura 31: puede usarse una junta de bloqueo de clip para unir dos extremos de hojas adyacentes encajándolas de extremo a extremo, lo que permite un bloqueo hermético de las hojas en la junta;
- 25 figura 32: puede usarse una junta de casquillo, que es similar a una junta de rótula, en la que un extremo cuadrado de una hoja se encaja en una ranura cuadrada y se bloquea en su lugar;
- figura 33: puede usarse una junta de solape en la que dos hojas se unen de extremo a extremo; la fijación de la junta se completa añadiendo un clip para fijar las dos hojas entre sí para evitar que se salga una hoja.
- 30 En un proceso tradicional que usa un molde de cilindro estampado en relieve, la presencia de muchas estampaciones en relieve puede hacer que sea difícil mantener firme la cubierta de molde mientras se estampa en relieve la tela metálica 10. El uso de elementos de formación de marcas de agua 20 supera esta desventaja ya que se forman por separado.
- 35 Ventajosamente, los elementos de formación de marcas de agua 20 se producen con el fin de no tener los nudillos asociados con la malla de alambre tejida de la tela superficial. Esto elimina la interferencia de la imagen de marca de agua por la imagen de los nudillos de alambre que se produce inevitablemente en el papel.
- Pueden surgir otros problemas de fabricación cuando una marca de agua se combina con otra característica de seguridad, tal como las marcas de agua de refuerzo de esquinas formadas tradicionalmente como se describe en el documento EP-A-1468142 o los hilos de seguridad. En estos casos, es importante el orden o las etapas en la fabricación de la tela metálica. Por ejemplo, puede ser necesario realizar cualquiera de las estampaciones en relieve requeridas para estas otras características de seguridad antes de que se forme cualquiera de las áreas recortadas 15 (por ejemplo, mediante corte por láser) para evitar que se produzca la distorsión de la malla de alambre que puede afectar a los elementos de formación de marcas de agua 20. A continuación, los elementos de formación de marcas de agua 20 pueden insertarse en los rebajes 43 o a través de las áreas recortadas 15 según se requiera.
- 45 El papel marcado al agua producido de este modo es adecuado para muchas aplicaciones, incluyendo el papel usado en billetes de banco, pasaportes, certificados, tiques, y muchas más aplicaciones. Es especialmente conveniente para producir papel para pasaportes, que tienen un diseño complejo y requieren diferentes marcas de agua en cada página.
- 50

REIVINDICACIONES

1. Un elemento de formación de marcas de agua (20) para formar al menos una marca de agua en un papel, teniendo dicho elemento de formación de marcas de agua (20) un cuerpo integrado que comprende una superficie de formación de marcas de agua (21), que tiene una o más zonas de formación de marcas de agua, y una superficie de drenaje (25), teniendo dicho elemento de formación de marcas de agua (20) una pluralidad de canales de drenaje que se extienden desde unas aberturas de superficie delanteras en la superficie de formación de marcas de agua (21) hasta la superficie de drenaje (25), **caracterizado por que** cada abertura de superficie delantera en la superficie de formación de marcas de agua tiene un reborde redondeado (26).
2. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el reborde tiene un radio de curvatura que se encuentra en el intervalo de 0,05 mm a 0,25 mm, y preferentemente en el intervalo de 0,1 mm a 0,15 mm.
3. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, formándose dicho elemento de formación de marcas de agua a partir de una pluralidad de capas (30, 31, 32, 33), estando cada capa provista de unas aberturas de drenaje, superponiéndose las aberturas de drenaje en cada capa al menos parcialmente con las aberturas de drenaje en cualquiera de las capas adyacentes para formar dichos canales de drenaje.
4. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con la reivindicación 3, en el que cada capa se forma a partir de una pluralidad de subcapas.
5. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que las capas y/o subcapas se fusionan entre sí para formar el cuerpo integrado.
6. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de formación de marcas de agua se forma por impresión 3D.
7. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de formación de marcas de agua se forma a partir de un material polimérico o una pluralidad de diferentes materiales poliméricos.
8. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el elemento de formación de marcas de agua se forma a partir de un material metálico o una pluralidad de diferentes materiales metálicos.
9. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el área de sección transversal mínima de la abertura de superficie delantera y de cualquier sección de los canales de drenaje es de 0,01 mm².
10. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, en el que la forma de las aberturas de drenaje en diferentes capas es diferente.
11. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 10, en el que una cualquiera de las capas puede tener aberturas de drenaje, no siendo todas sus áreas y/o formas de sección transversal las mismas.
12. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el área de sección transversal total de las aberturas de superficie delanteras se encuentra en el intervalo del 1 % al 40 % del área de superficie total del elemento de formación de marcas de agua, preferentemente del 15 % al 30 % y más preferentemente del 15 % al 25 %.
13. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, en el que las capas son planas, o las capas no son planas.
14. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie de formación de marcas de agua está contorneada en la una o más zonas de formación de marcas de agua para proporcionar una variación tonal en el papel formado en las mismas.
15. Un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se varía la forma, el tamaño, el espaciamiento y/o la distribución de las aberturas de superficie de drenaje dentro de la una o más zonas de formación de marcas de agua para proporcionar una variación tonal en el papel formado en las mismas.
16. Una cubierta de molde de cilindro para fabricar un papel que tiene al menos una marca de agua, que comprende

al menos una capa foraminosa y al menos un elemento de formación de marcas de agua de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores unido a la misma.

- 5 17. Una cubierta de molde de cilindro de acuerdo con la reivindicación 16, en la que el elemento de formación de marcas de agua está localizado en un rebaje formado en la al menos una capa foraminosa.
18. Una cubierta de molde de cilindro de acuerdo con la reivindicación 16, en la que el elemento de formación de marcas de agua está localizado en una porción recortada formada en la al menos una capa foraminosa.
- 10 19. Una cubierta de molde de cilindro de acuerdo con la reivindicación 17 o la reivindicación 18, en la que el elemento de formación de marcas de agua está localizado en un rebaje formado en la al menos una capa foraminosa y una porción recortada formada en otra capa foraminosa.
- 15 20. Un método para fabricar la cubierta de molde de cilindro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, donde el uno o más elementos de formación de marcas de agua se forman por un proceso de impresión 3D.
- 20 21. Un método para fabricar la cubierta de molde de cilindro de acuerdo con la reivindicación 20, en el que el uno o más elementos de formación de marcas de agua se forman y, posteriormente, se unen a la al menos una capa foraminosa.
22. Un método para fabricar la cubierta de molde de cilindro de acuerdo con la reivindicación 20, donde el uno o más elementos de formación de marcas de agua se forman directamente en la al menos una capa foraminosa.
- 25 23. Un método para fabricar papel marcado al agua, que comprende la etapa de depositar fibras sobre la cubierta de molde de cilindro de una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19.

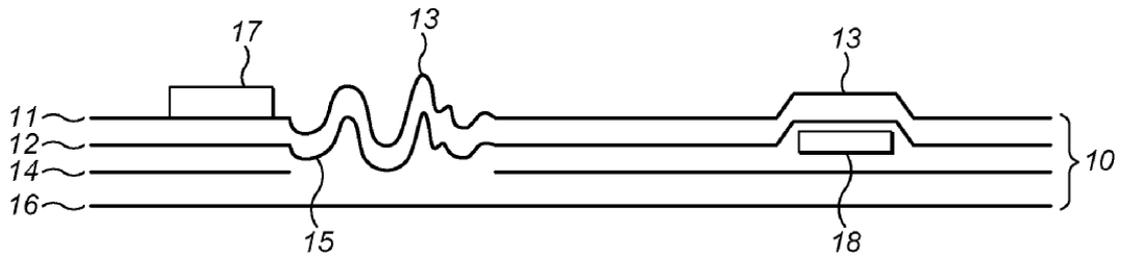


FIG. 1

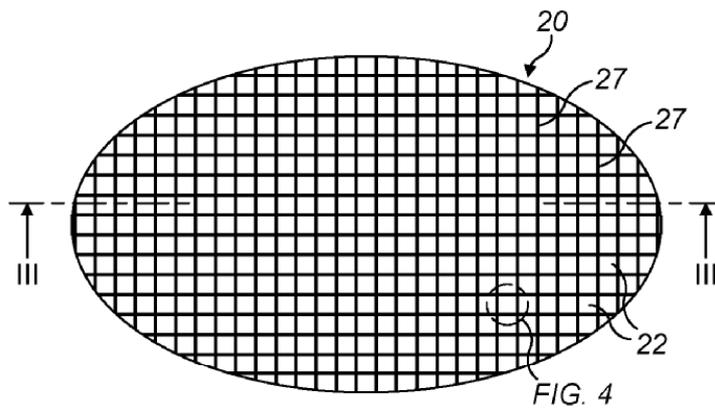


FIG. 2a

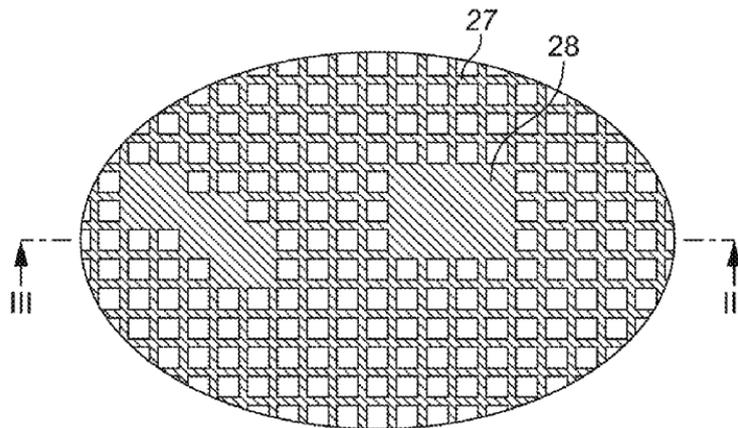


FIG. 2b

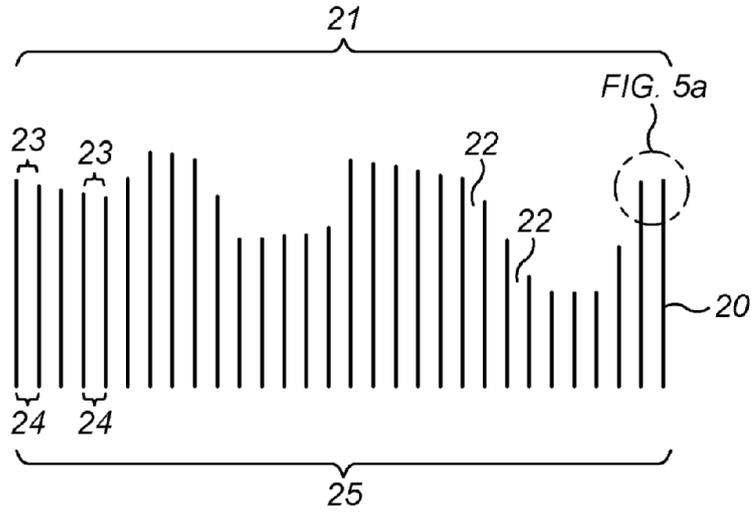


FIG. 3a

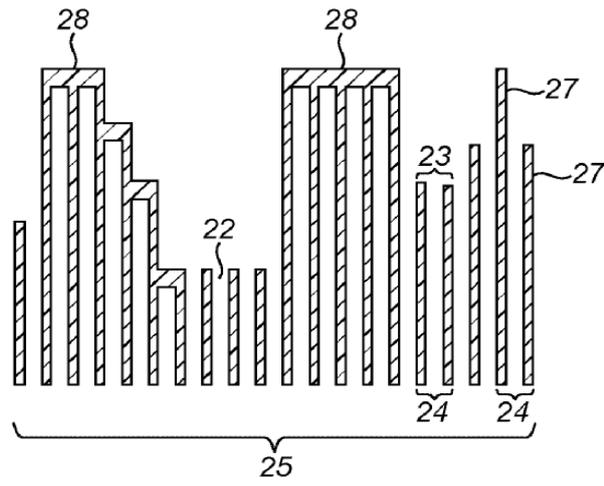


FIG. 3b

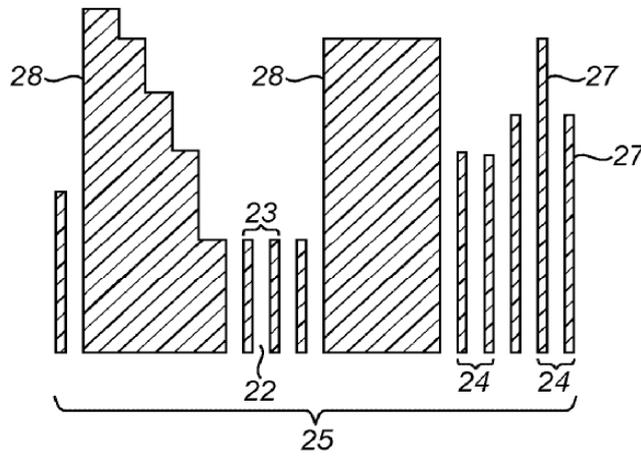


FIG. 3c

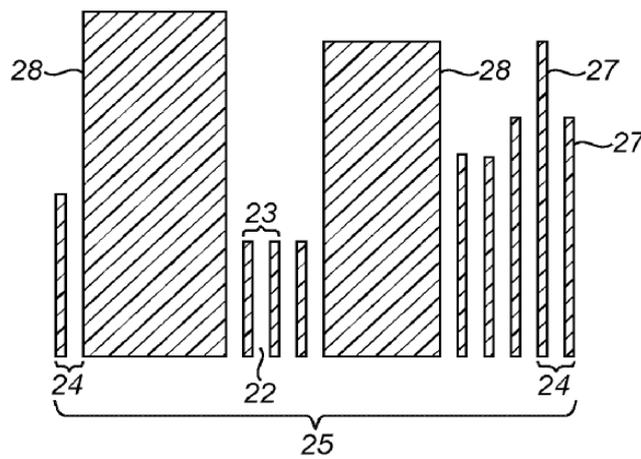


FIG. 3d

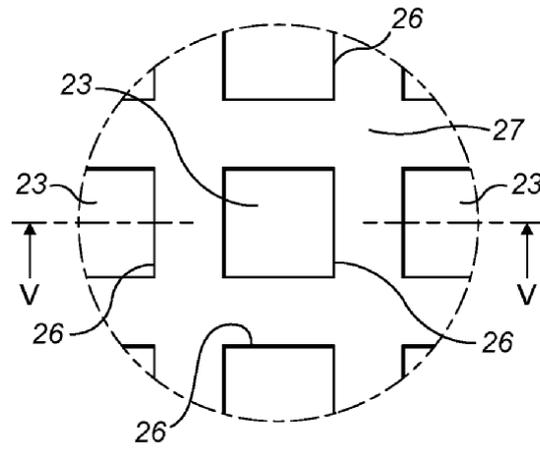


FIG. 4

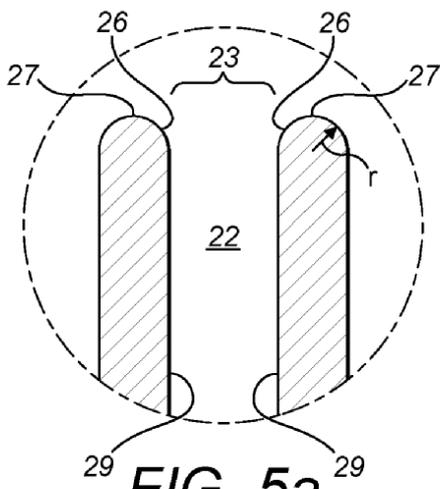


FIG. 5a

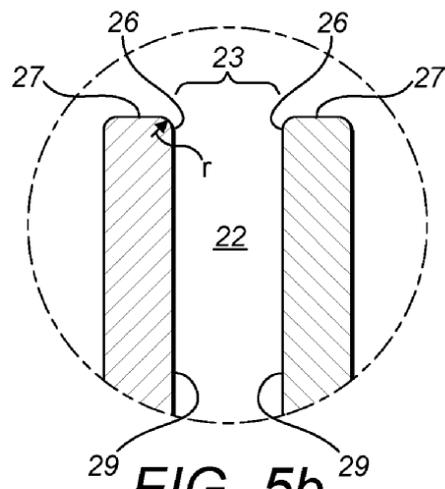


FIG. 5b

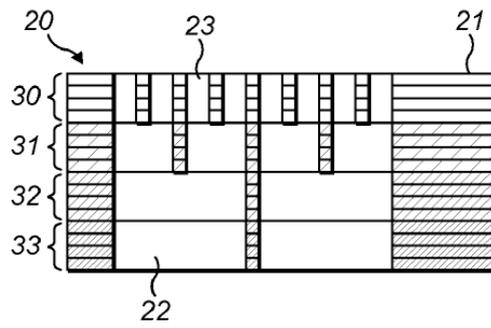


FIG. 6a

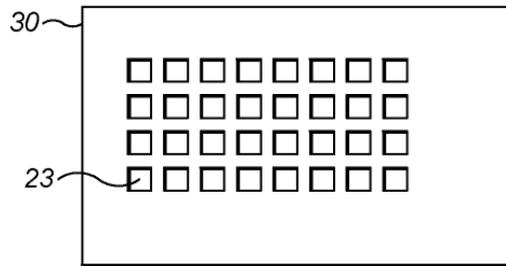


FIG. 6b

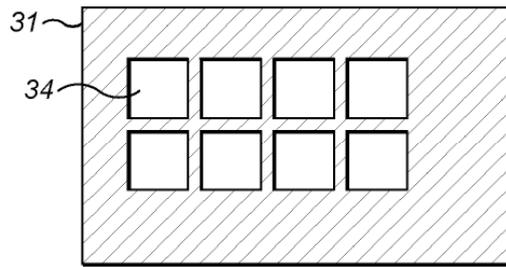


FIG. 6c

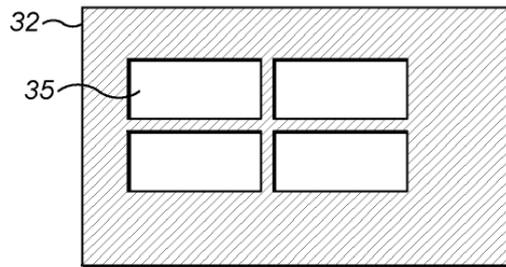


FIG. 6d

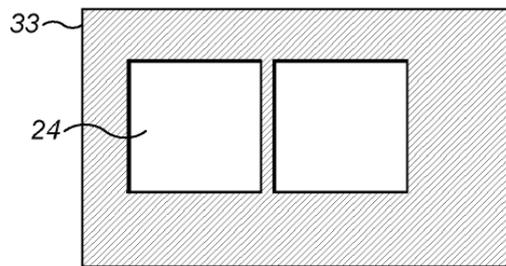
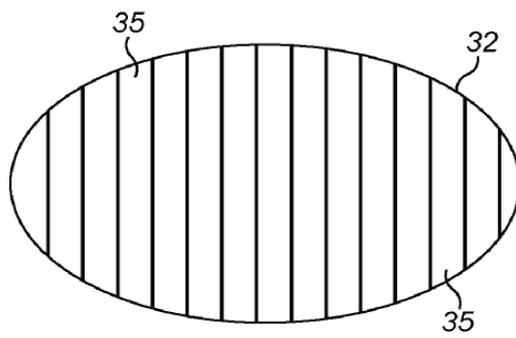
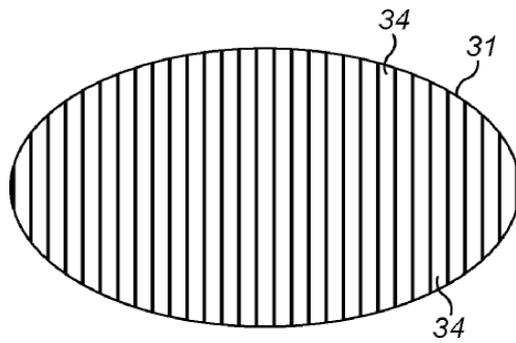
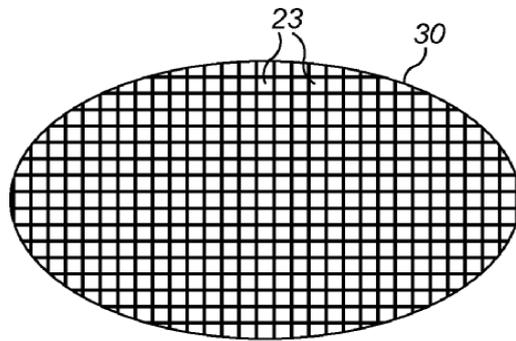
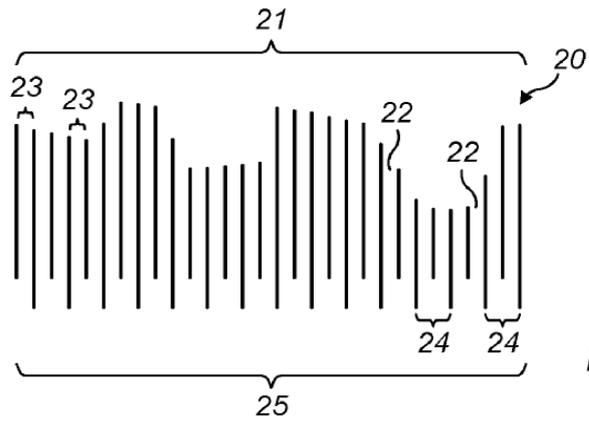


FIG. 6e



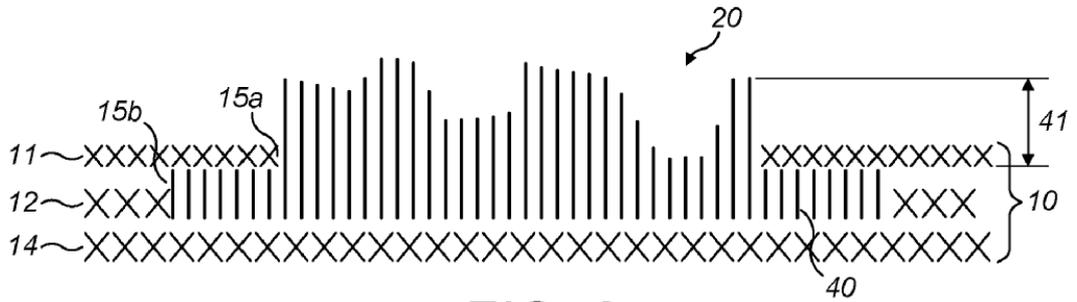


FIG. 8

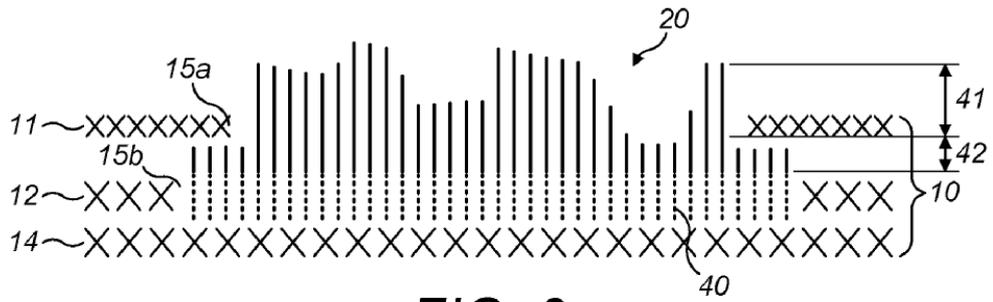


FIG. 9

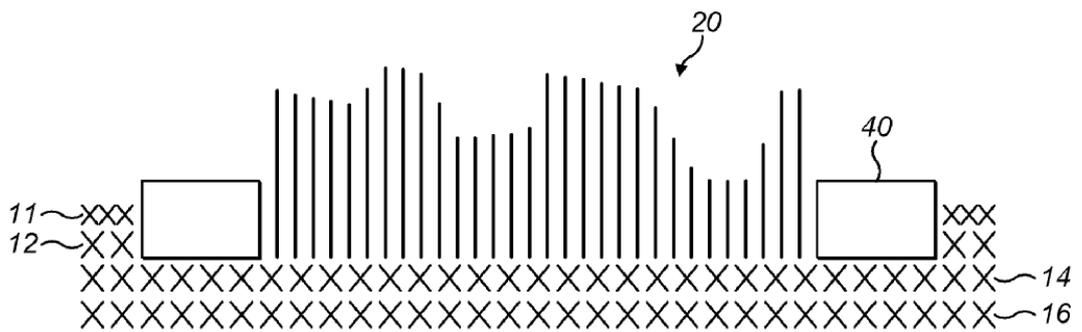


FIG. 10

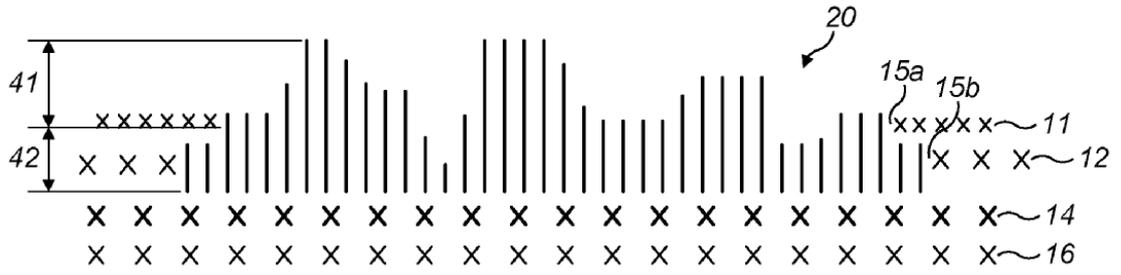


FIG. 11

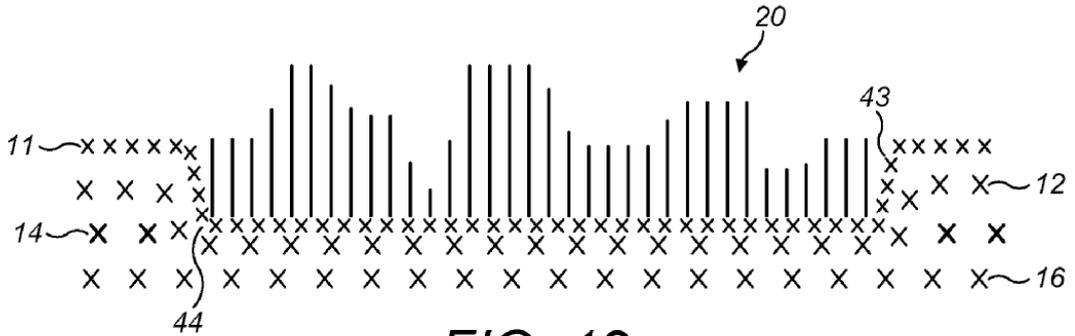


FIG. 12



FIG. 13

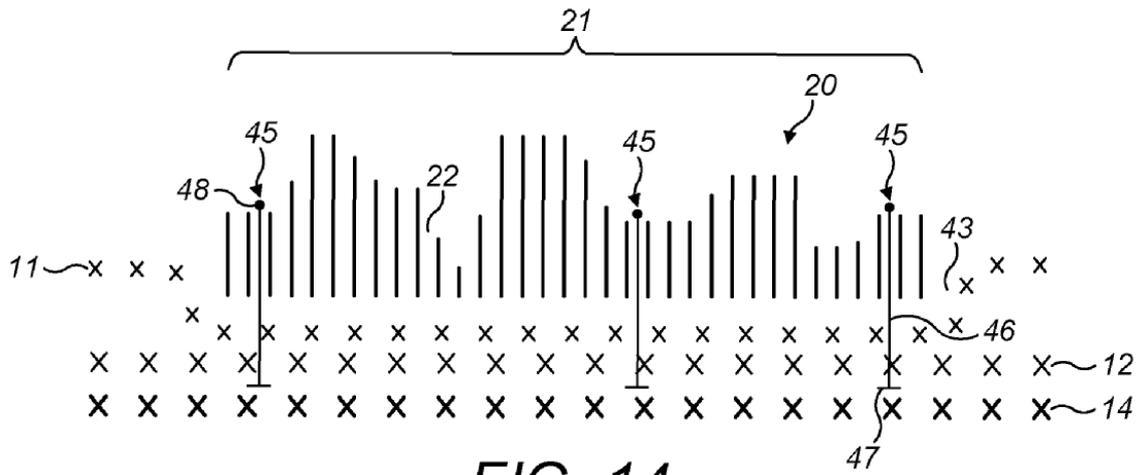


FIG. 14

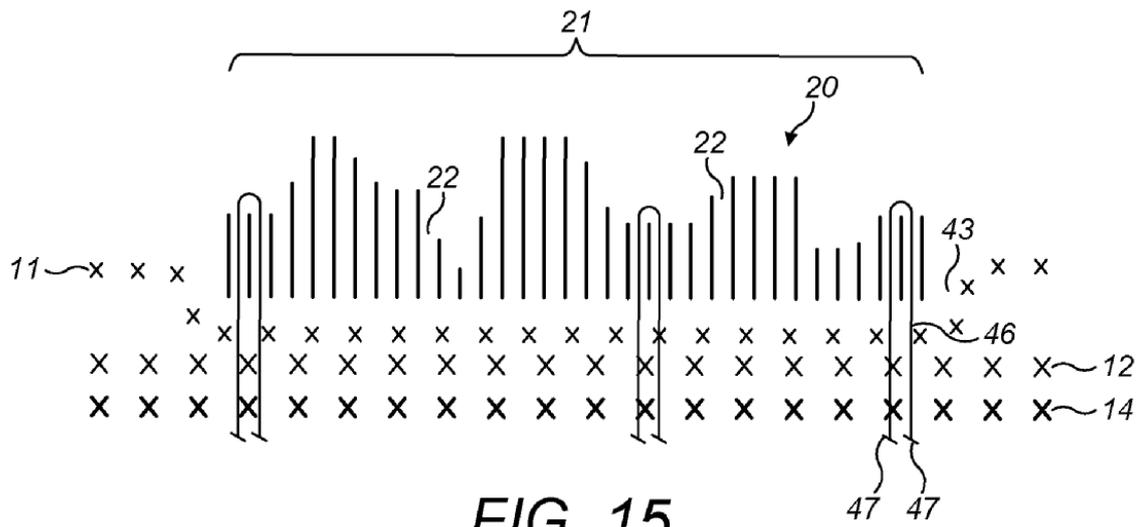


FIG. 15

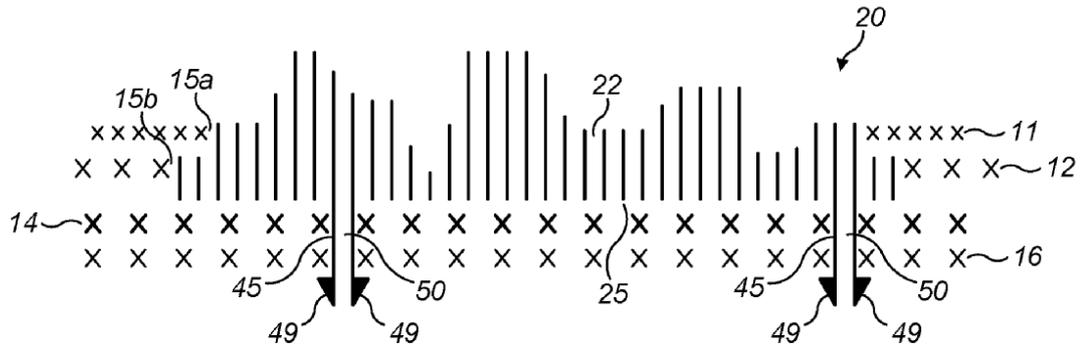


FIG. 16

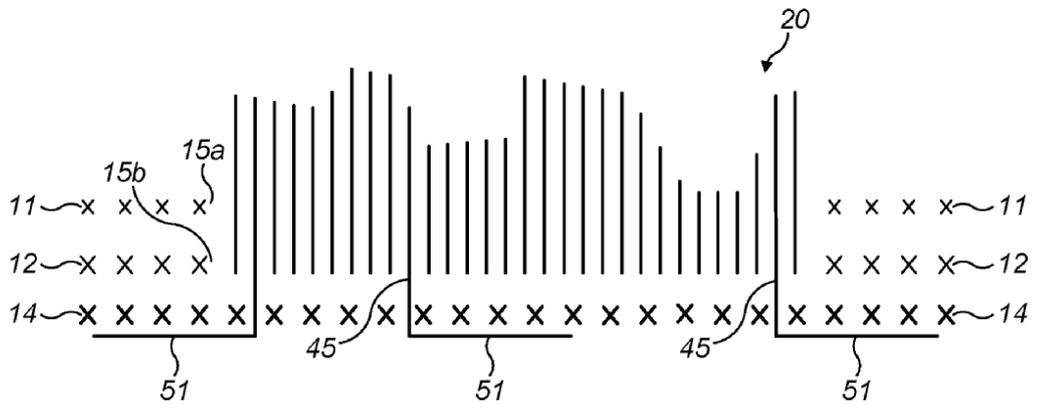


FIG. 17

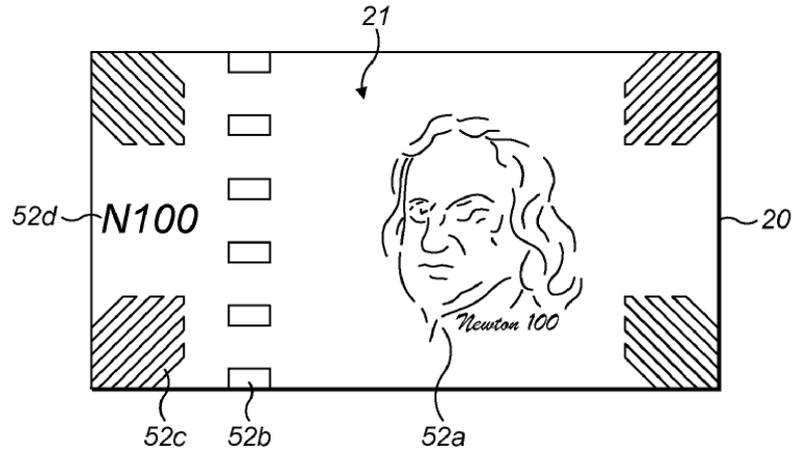


FIG. 18

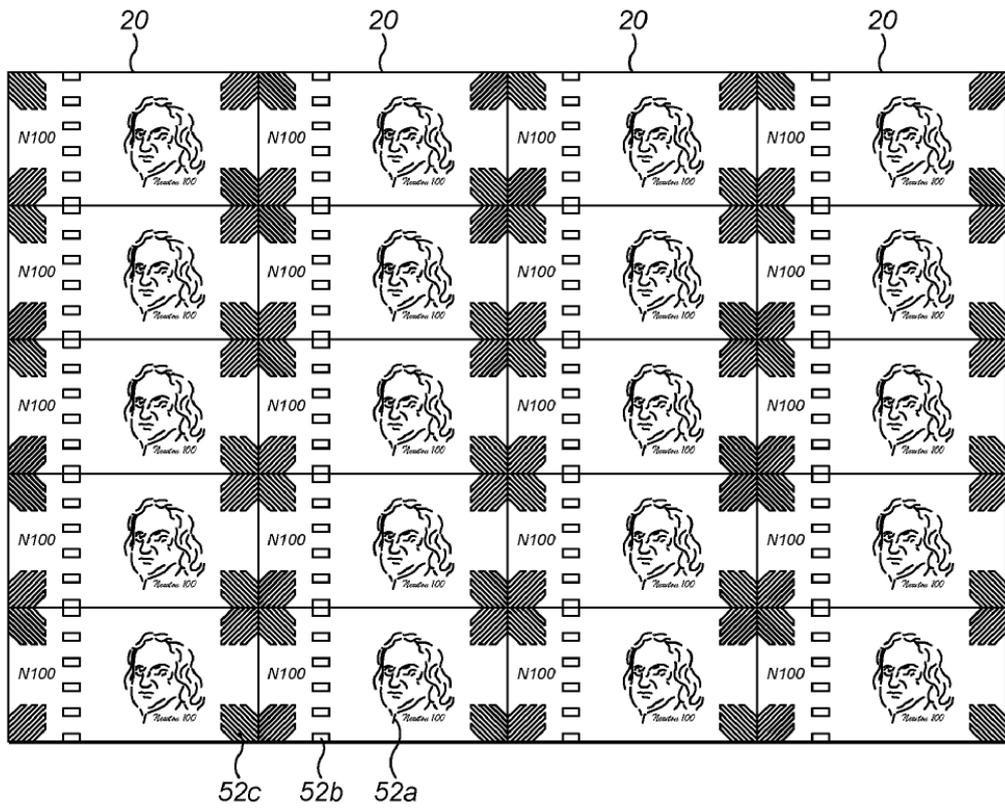


FIG. 19

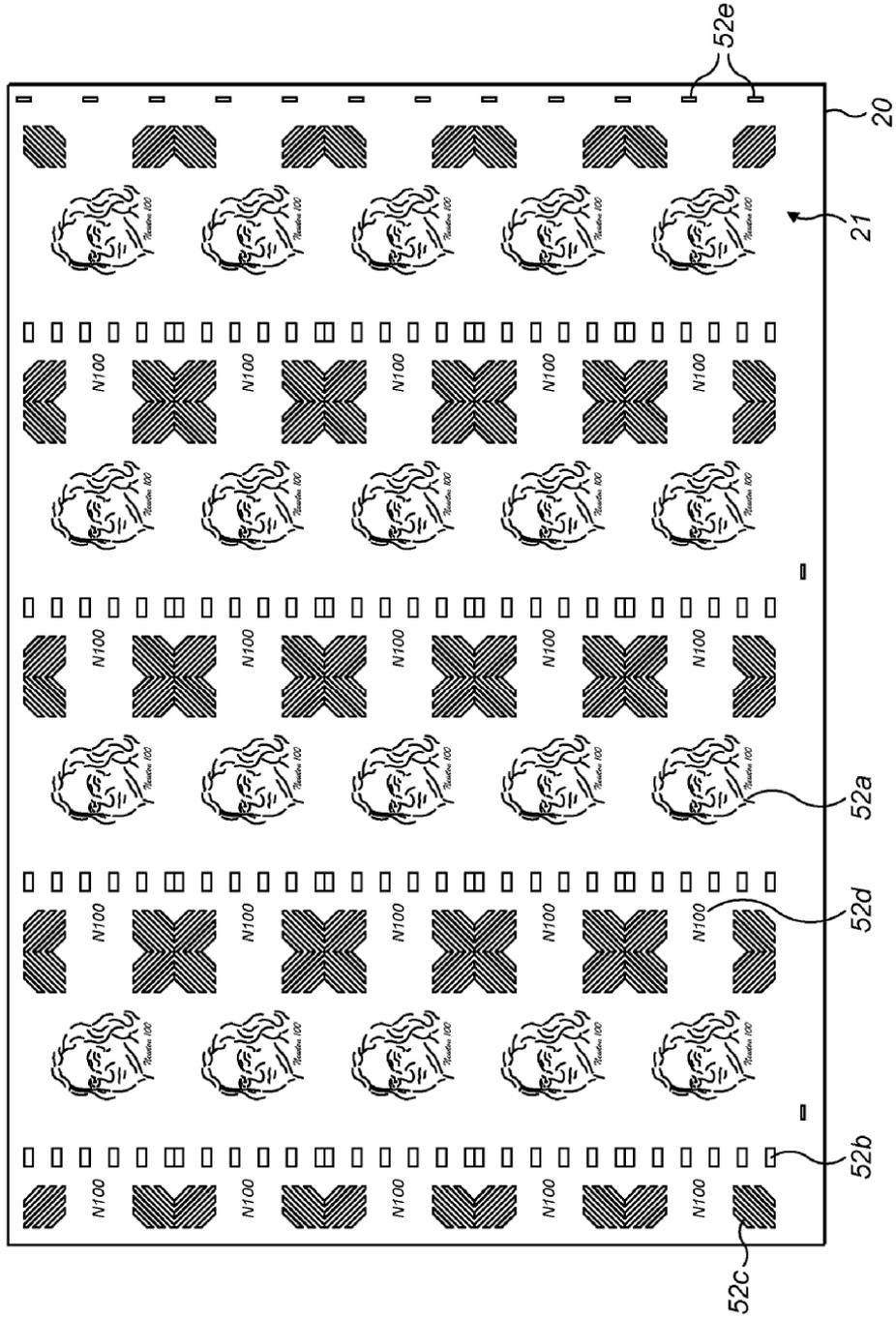


FIG. 20

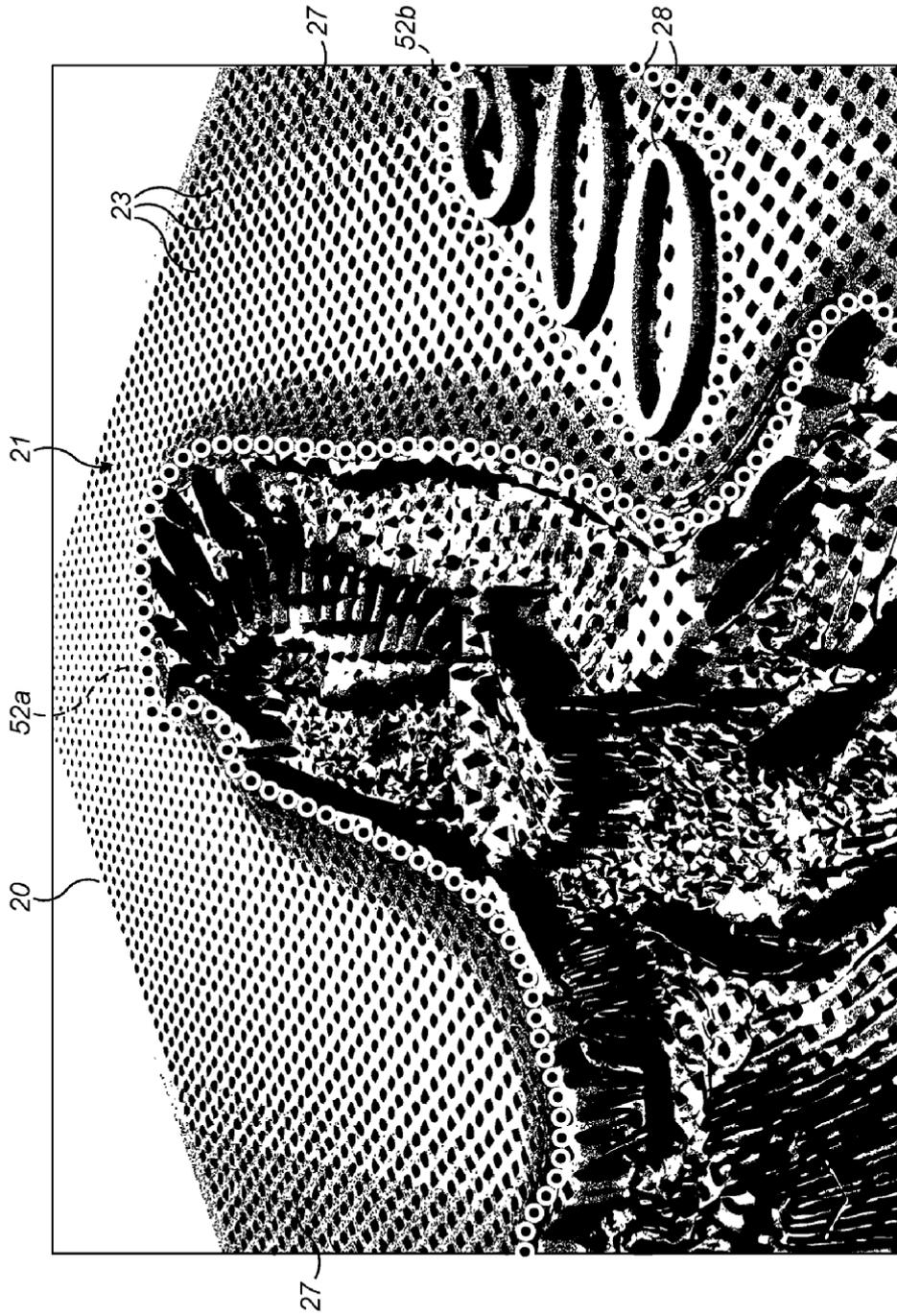


FIG. 21

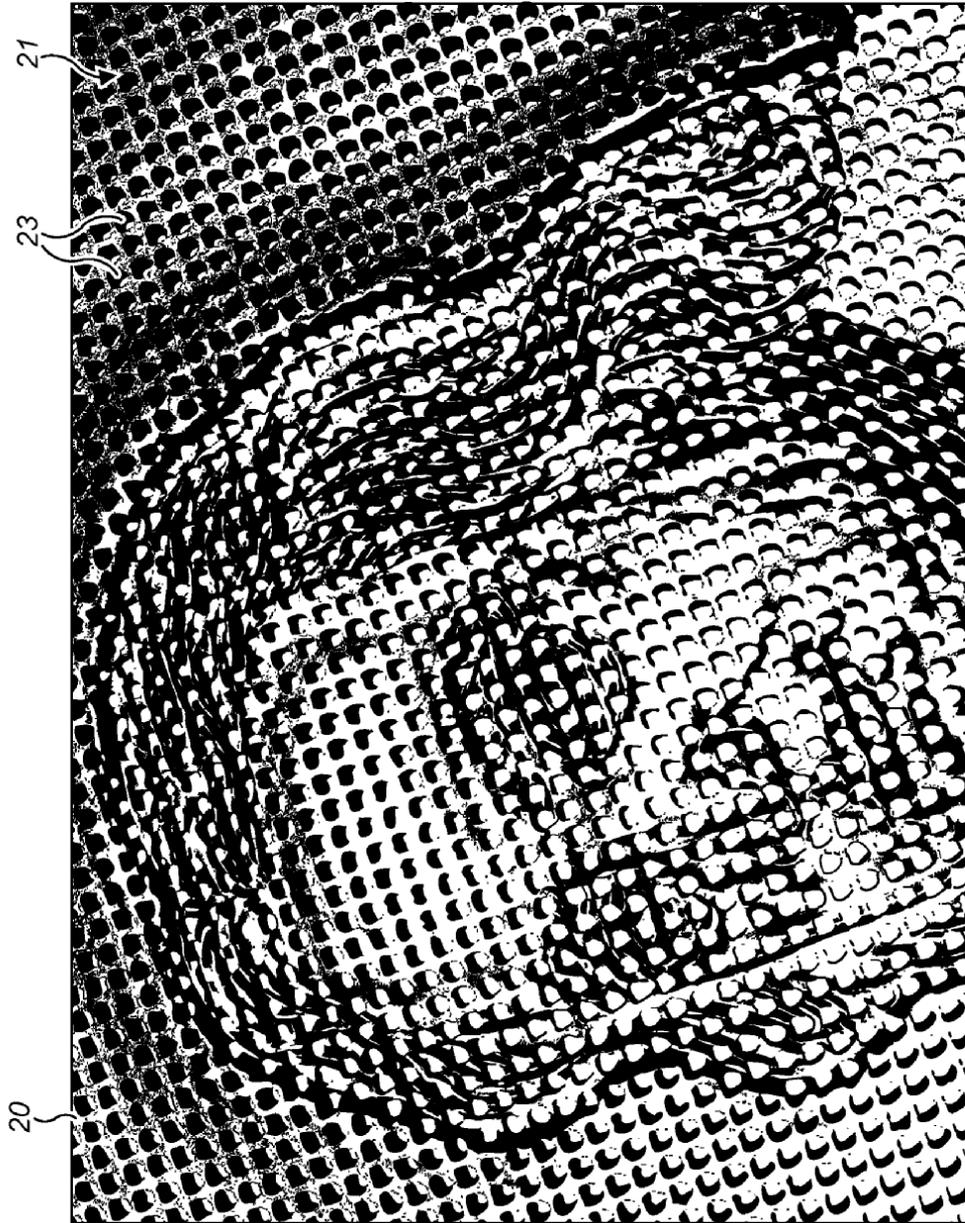


FIG. 22

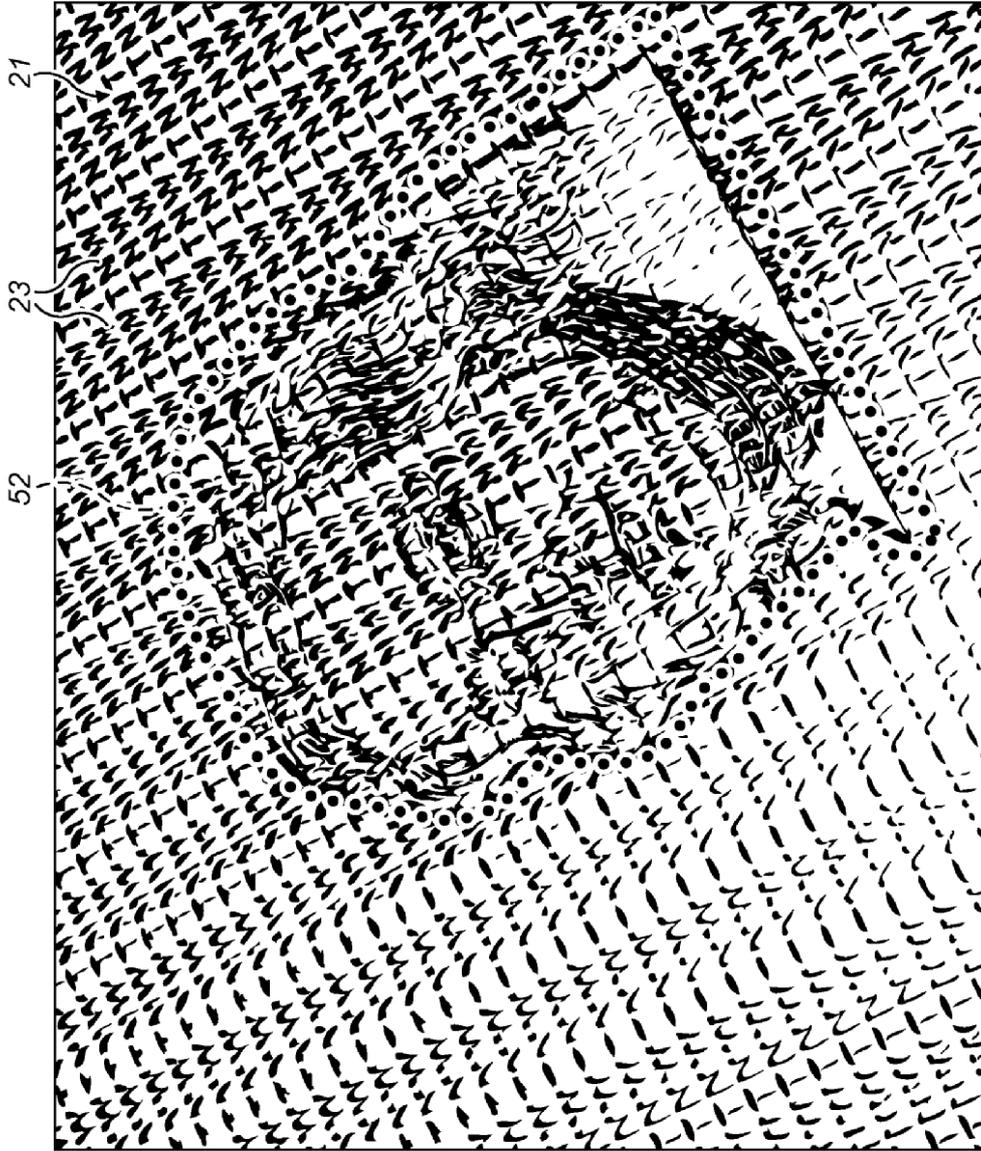


FIG. 23



FIG. 24

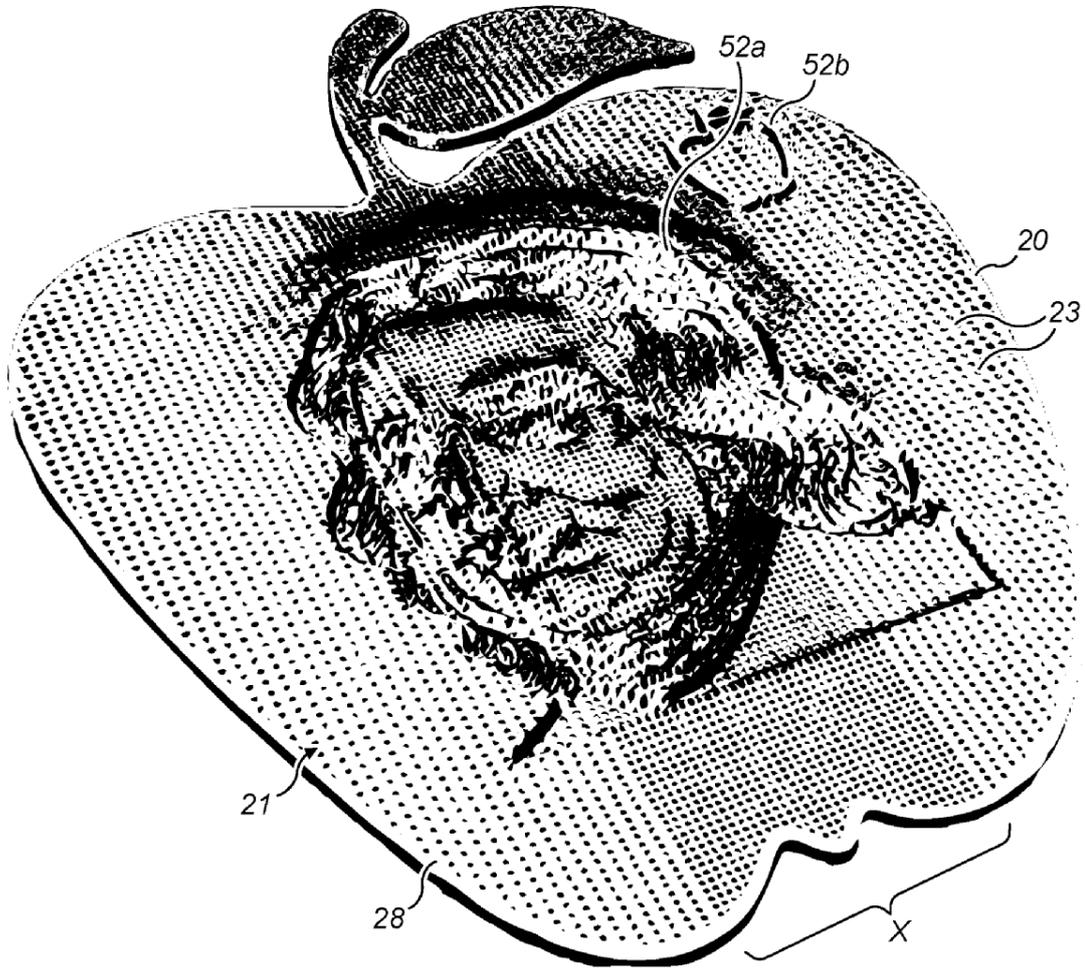


FIG. 25

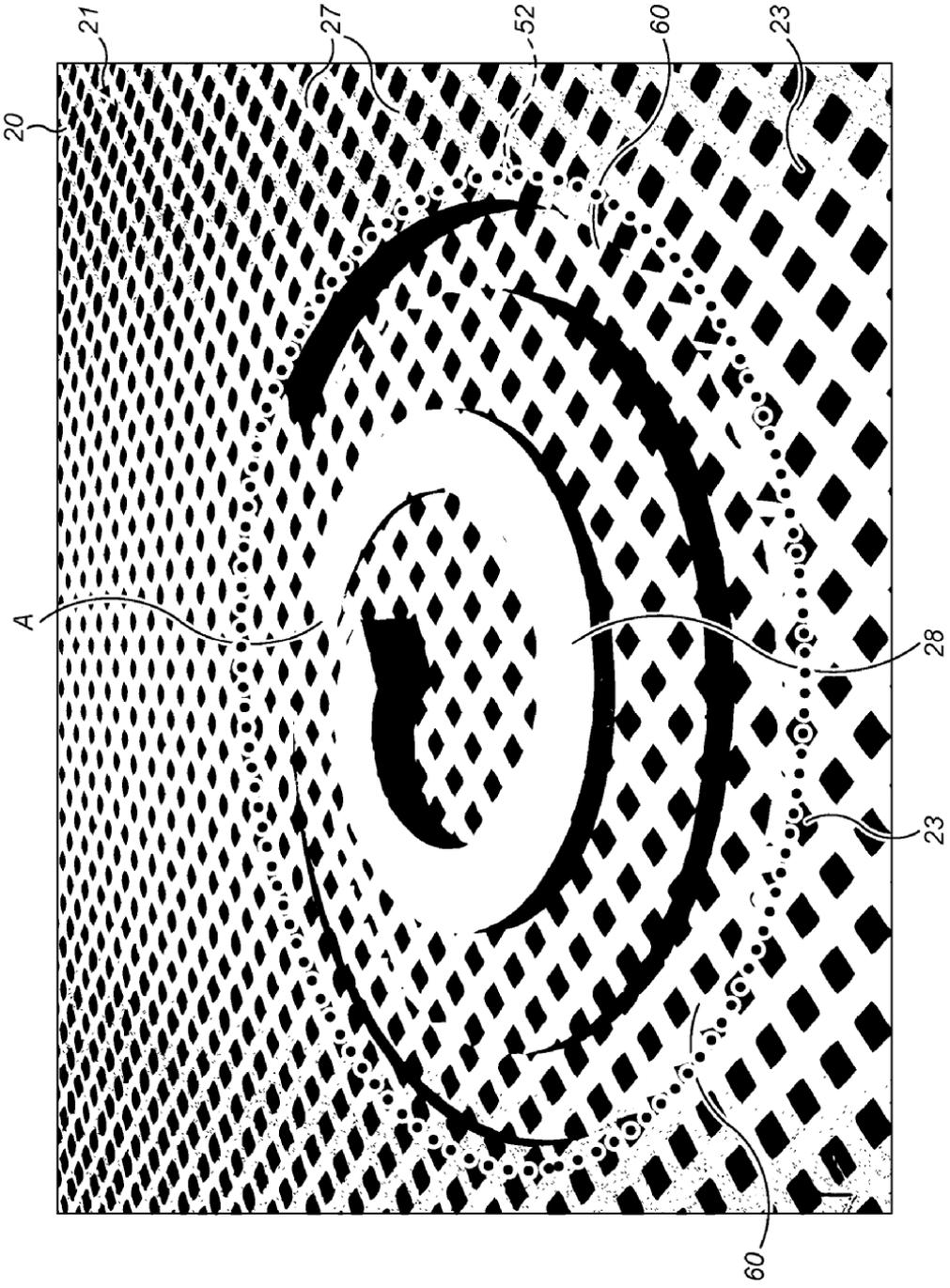


FIG. 26

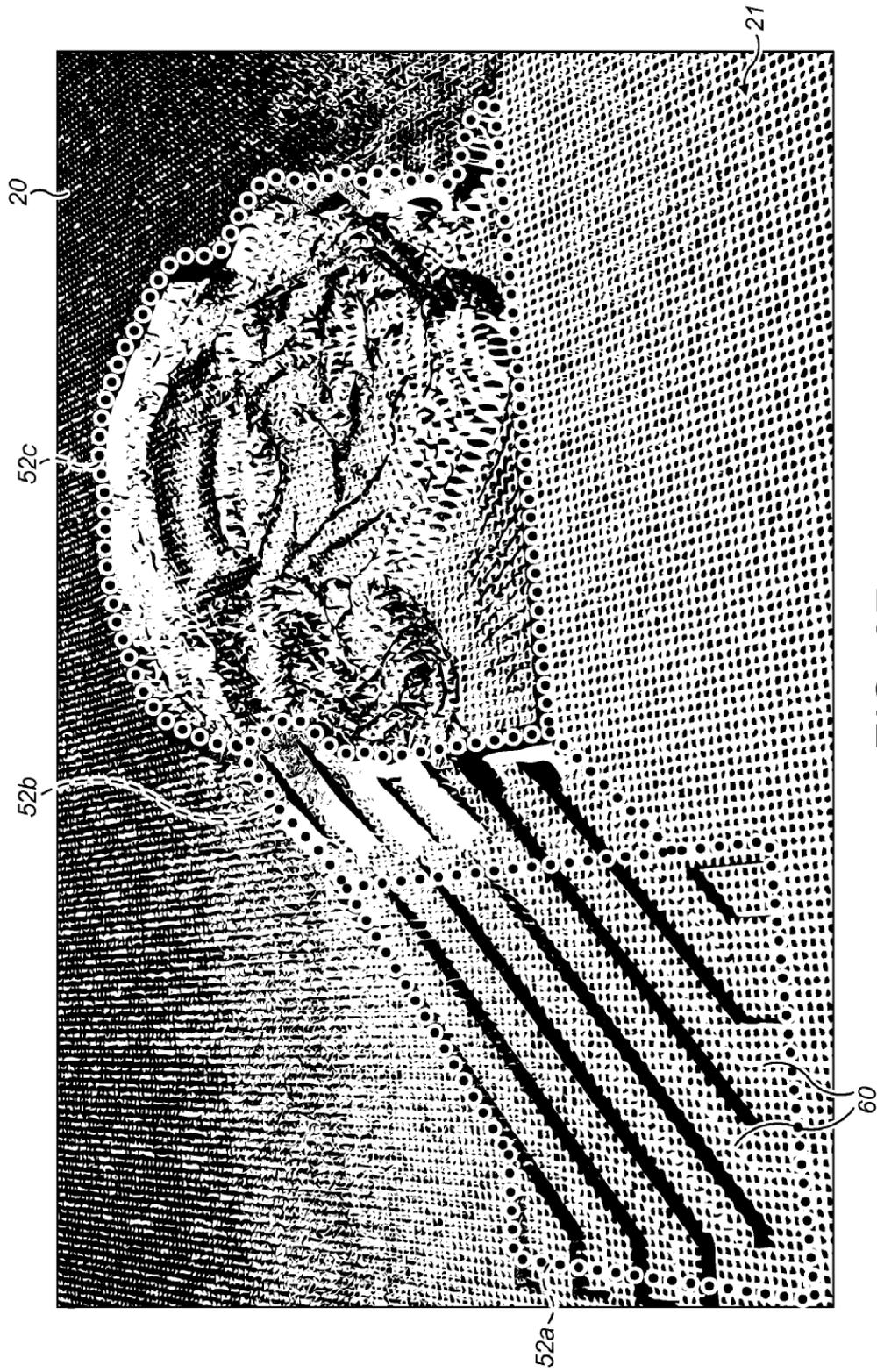


FIG. 27

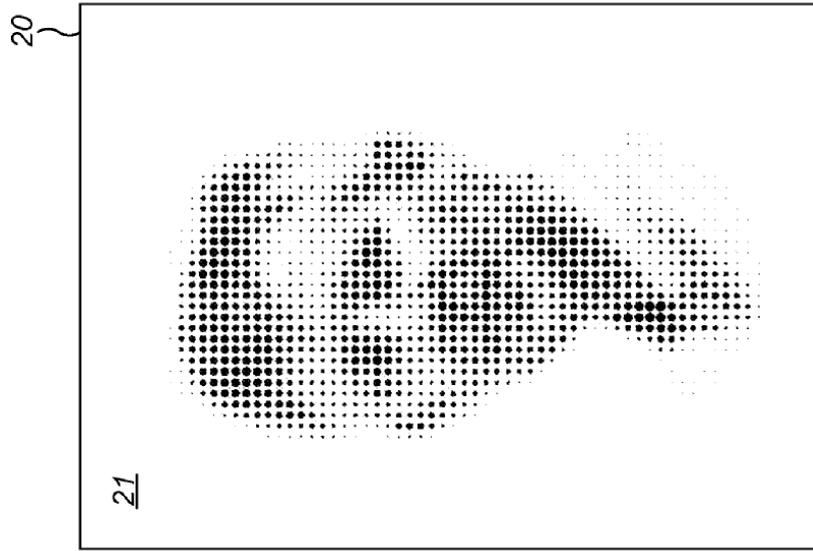


FIG. 28b

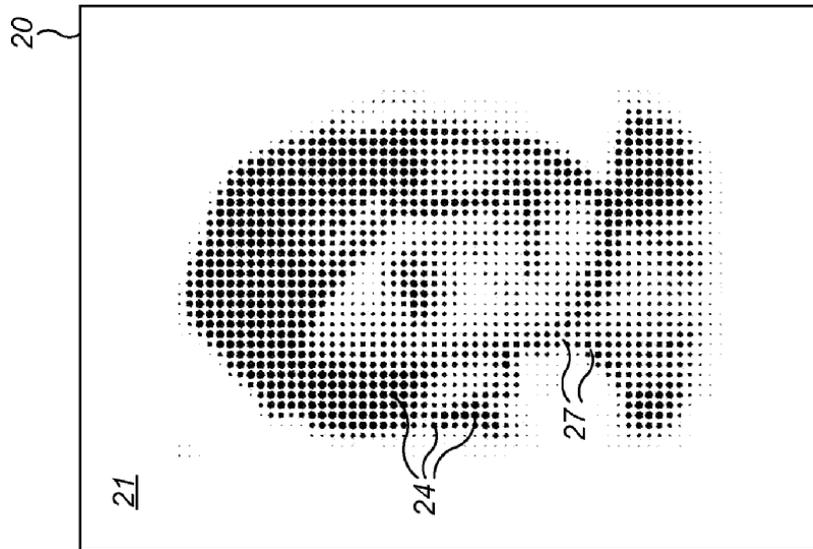


FIG. 28a

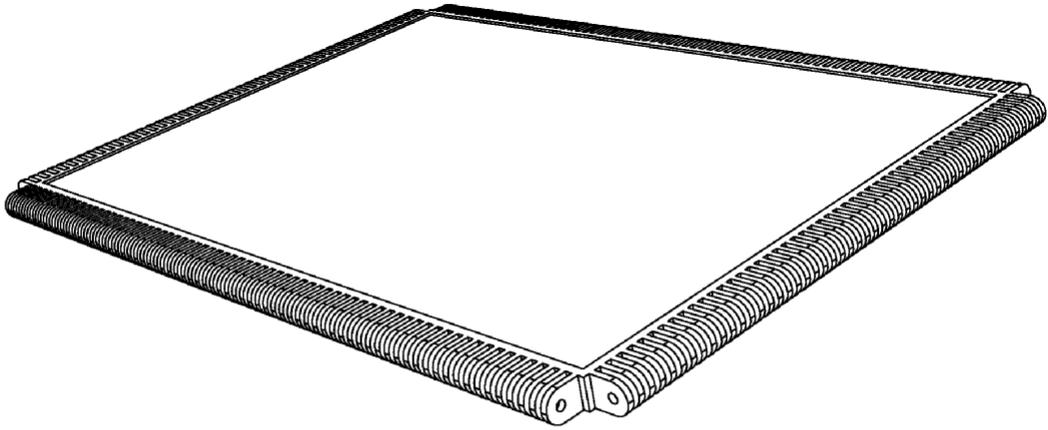


FIG. 29

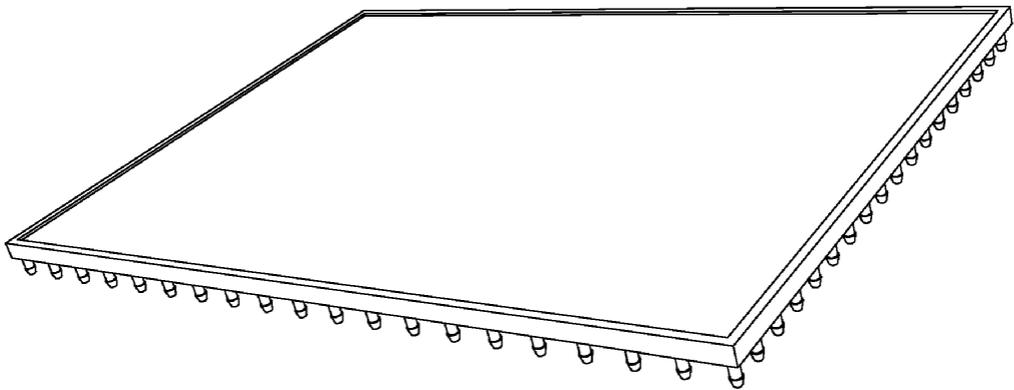


FIG. 30

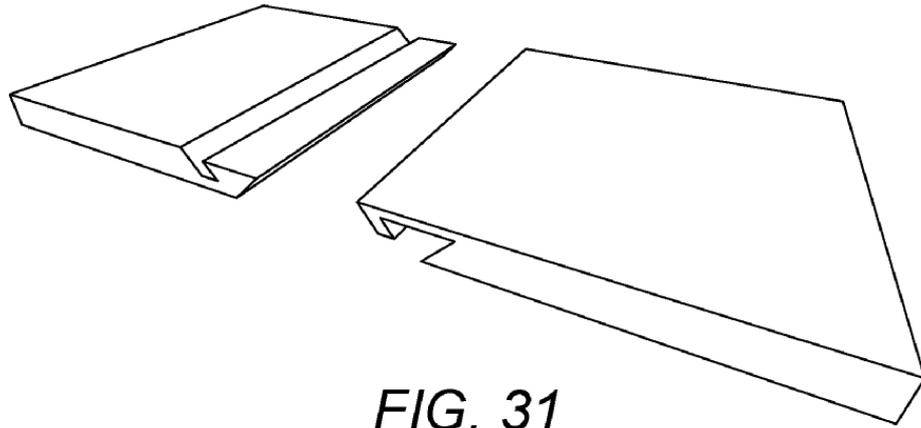


FIG. 31

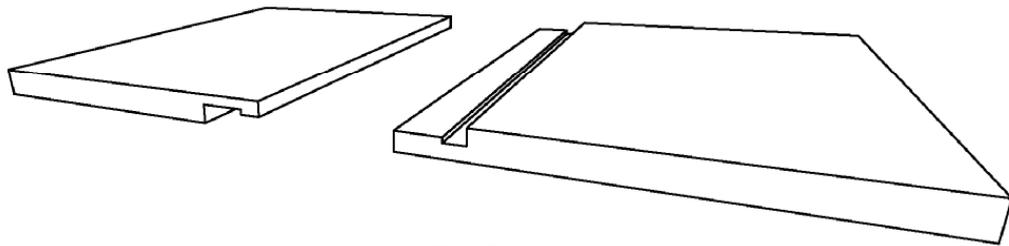


FIG. 32

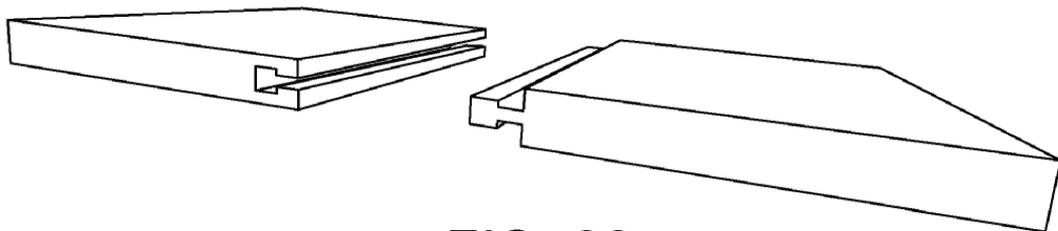


FIG. 33