

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 879 687**

51 Int. Cl.:

G03F 7/20 (2006.01)

G01B 11/00 (2006.01)

G01N 21/55 (2014.01)

G03F 7/09 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.02.2011 PCT/US2011/024463**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.09.2011 WO11106171**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2011 E 11747858 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.05.2021 EP 2539667**

54 Título: **Planchas de impresión flexográfica**

30 Prioridad:

26.02.2010 US 660451

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

22.11.2021

73 Titular/es:

**MACDERMID GRAPHICS SOLUTIONS, LLC
(100.0%)**

**245 Freight Street
Waterbury, CT 06702, US**

72 Inventor/es:

**RECCHIA, DAVID, A. y
GOTSICK, TIMOTHY**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 879 687 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

Planchas de impresión flexográfica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a un método para preparar un elemento de impresión flexográfica de imágenes en relieve que tiene una estructura en relieve mejorada sobre el mismo, incluyendo dicha estructura en relieve mejorada una pluralidad de puntos en relieve que se configuran para una impresión óptima.

10 Antecedentes de la invención

La flexografía es un método de impresión que se utiliza comúnmente para tiradas de alto volumen. La flexografía se emplea para imprimir sobre una diversidad de sustratos, tales como papel, materia prima de cartón, cartón corrugado, películas, hojas y laminados. Los periódicos y las bolsas de supermercado son ejemplos destacados. Las superficies gruesas y las películas estirables solo pueden imprimirse de forma económica mediante flexografía. Las planchas de impresión flexográfica son planchas en relieve con elementos de imagen elevados por encima de áreas abiertas. En general, la plancha es algo blanda y lo suficientemente flexible como para poder envolverse alrededor de un cilindro de impresión, y lo suficientemente duradera como para imprimir más de un millón de copias. Tales planchas ofrecen una serie de ventajas al impresor, basadas principalmente en su durabilidad y en la facilidad con la que pueden fabricarse.

El cartón corrugado incluye, generalmente, un medio de corrugado que es, típicamente, una capa de cartón plegado o de múltiples ranuras, denominado "canal", adyacente a un papel plano o capa similar al papel denominada "revestimiento". Una construcción de cartón corrugado típica comprende una capa de canal intercalada entre dos capas de revestimiento. Otras realizaciones pueden incluir múltiples capas de canal y/o revestimiento. La entrecapa acanalada proporciona rigidez estructural al cartón corrugado. Dado que el cartón corrugado se usa como envasado y se forma en cajas y recipientes, la capa de revestimiento que forma una superficie exterior del cartón corrugado se imprime, frecuentemente, con información de identificación para el envase. La capa de revestimiento exterior tiene, frecuentemente, ligeras hendiduras debido al soporte irregular de la capa de canales subyacente.

Un problema que puede surgir cuando se imprime sobre sustratos de cartón ondulado es la ocurrencia de un efecto de impresión denominado "acanalado" (y que también se conoce como "banda" o "rayado" o "lavado"). El acanalado puede ocurrir cuando se imprime el revestimiento en la superficie exterior del cartón corrugado, después de montar el cartón corrugado. El efecto de acanalado es visible como regiones de impresión oscura, es decir, bandas de mayor densidad, alternadas con regiones de impresión brillantes, es decir, bandas de densidad más brillantes que corresponden a la estructura de canales subyacente del cartón corrugado. La impresión más oscura se produce donde las porciones más altas de la estructura de capa interior plegada soportan la superficie de impresión del revestimiento. El efecto de acanalado puede ser evidente en áreas de una imagen impresa que tiene tonos o valores de tinte donde las áreas entinadas representan una fracción del área total, así como en áreas de la imagen impresa donde la cobertura de tinta es más completa. Típicamente, este efecto de acanalado es más pronunciado cuando se imprime con un elemento de impresión flexográfica producido mediante el uso de un proceso de flujo de trabajo digital. Además, aumentar la presión de impresión no elimina el rayado, y el aumento de la presión puede causar daños al sustrato de cartón corrugado. Por lo tanto, se necesitan otros métodos para reducir el rayado o acanalado cuando se imprime sobre sustratos de cartón corrugado.

Una plancha de impresión flexográfica típica, tal como la suministrada por su fabricante, es un artículo multicapa que consta, por orden, de una capa de respaldo o soporte; una o más capas fotocurables no expuestas; opcionalmente, una capa protectora o película de deslizamiento; y con frecuencia, una lámina de cubierta protectora.

La lámina de soporte o capa de respaldo proporciona soporte a la plancha. La lámina de soporte, o capa de respaldo, puede formarse a partir de un material transparente u opaco, tal como papel, película de celulosa, plástico o metal. Los materiales preferidos incluyen láminas fabricadas a partir de materiales poliméricos sintéticos, tales como poliésteres, poliestireno, poliolefinas, poliamidas y similares. Generalmente, la capa de soporte más ampliamente utilizada es una película flexible de tereftalato de polietileno. La lámina de soporte puede comprender, opcionalmente, una capa adhesiva para una unión más segura a la(s) capa(s) fotocurable(s). Opcionalmente, puede proporcionarse, además, una capa antihalación entre la capa de soporte y la una o más capas fotocurables. La capa antihalación se usa para minimizar la halación causada por la dispersión de luz UV dentro de las áreas sin imagen de la capa de resina fotocurable.

La(s) capa(s) fotocurable(s) puede(n) incluir cualquiera de los fotopolímeros, monómeros, iniciadores, diluyentes reactivos o no reactivos, cargas y tintes conocidos. El término "fotocurable" se refiere a una composición que experimenta polimerización, reticulación o cualquier otra reacción de curado o endurecimiento en respuesta a la radiación actínica, con el resultado de que las partes no expuestas del material pueden separarse y retirarse de forma selectiva de las partes expuestas (curadas) para formar un patrón en relieve o tridimensional de material curado. Los materiales fotocurables preferidos incluyen un compuesto elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado que tiene al menos un grupo etileno terminal, y un fotoiniciador. Se describen materiales fotocurables

ilustrativos en las solicitudes de patente europea n.º 0 456 336 A2 y 0 640 878 A1 de Goss, y col., la patente británica n.º 1.366.769, la patente US-5.223.375 de Berrier y col., la patente US-3.867.153 de MacLahan, la patente US-4.264.705 de Allen, las patentes US-4.323.636, 4.323.637, 4.369.246 y 4.423.135, todas ellas de Chen y col., la patente US-3.265.765 de Holden y col., la patente US-4.320.188 de Heinz y col., la patente US-4.427.759 de Gruetzmacher y col., la patente US-4.622.088 de Min, y la patente US-5.135.827 de Bohm, y col. Puede utilizarse más de una capa fotocurable.

Los materiales fotocurables de forma general se reticulan (curan) y endurecen mediante polimerización por radicales en al menos alguna región de longitud de onda actínica. Como se usa en la presente descripción, la radiación actínica es una radiación capaz de llevar a cabo un cambio químico en un resto expuesto en los materiales de la capa fotocurable. La radiación actínica incluye, por ejemplo, luz amplificada (por ejemplo, láser) y no amplificada, especialmente en las regiones de longitud de onda UV y violeta. Una fuente comúnmente usada de radiación actínica es una lámpara de arco de mercurio, aunque otras fuentes son conocidas generalmente por los expertos en la técnica.

La película de deslizamiento es una capa delgada, que protege el fotopolímero del polvo y aumenta su facilidad de manipulación. En un proceso convencional de fabricación de planchas ("analógico"), la película deslizante es transparente a la luz UV. En este proceso, la impresora desprende la lámina de cubierta de la preforma de plancha de impresión, y coloca un negativo en la parte superior de la capa de película deslizante. La plancha y el negativo se someten, a continuación, a exposición por inundación con luz UV a través del negativo. Las áreas expuestas a la luz se curan, o endurecen, y las áreas no expuestas se retiran (se revelan) para crear la imagen en relieve sobre la plancha de impresión. En lugar de una película deslizante, también puede usarse una capa mate para mejorar la facilidad de manejo de la plancha. La capa mate comprende, típicamente, partículas finas (sílice o similar) suspendidas en una solución aglomerante acuosa. La capa mate se reviste sobre la capa fotopolimérica y, después, se deja secar al aire. Después, se coloca un negativo sobre la capa mate para la exposición posterior a la inundación con UV de la capa fotocurable.

En un proceso de fabricación de planchas "digital" o "directo a plancha", un láser es guiado por una imagen almacenada en un archivo de datos electrónicos y se utiliza para crear un negativo *in situ* en una capa de enmascaramiento digital (es decir, que se puede erosionar con láser), que es, de forma general, una película de deslizamiento que ha sido modificada para incluir un material opaco a la radiación. Las partes de la capa que se pueden erosionar con láser se erosionan mediante la exposición de la capa de enmascaramiento a radiación láser a una longitud de onda y potencia seleccionadas del láser. Ejemplos de capas que se pueden erosionar con láser se describen, por ejemplo, en la patente US-5.925.500 de Yang y col. y las patentes US-5.262.275 y 6.238.837 de Fan.

Después de la toma de imágenes, el elemento de impresión fotosensible se revela para eliminar las partes no polimerizadas de la capa de material fotocurable, revelando la imagen en relieve reticulada en el elemento de impresión fotosensible curado. Métodos típicos de revelado incluyen lavado con diversos disolventes o agua, a menudo con un cepillo. Otras posibilidades de desarrollo incluyen el uso de una cuchilla de aire o calor más un secador. La superficie resultante tiene un patrón en relieve que reproduce la imagen que se imprimirá y que, por lo general, incluye áreas sólidas y áreas con patrón que comprenden una pluralidad de puntos en relieve. Tras el revelado de la imagen en relieve, el elemento de impresión de imágenes en relieve puede montarse en una prensa e iniciarse la impresión.

La forma de los puntos y la profundidad del relieve, entre otros factores, afectan a la calidad de la imagen impresa. Resulta muy difícil imprimir elementos gráficos pequeños, tales como puntos finos, líneas e incluso texto utilizando planchas de impresión flexográfica mientras se mantiene abierto el texto invertido y las sombras. En las áreas más claras de la imagen (comúnmente denominadas zonas de máxima iluminación), la densidad de la imagen está representada por el área total de puntos en una representación en pantalla de tono medio de una imagen de tono continuo. Para una exploración de Amplitud Modulada (AM), esto implica contraer una pluralidad de puntos de medio tono ubicados en una cuadrícula periódica fija a un tamaño muy pequeño, estando la densidad de la zona de máxima iluminación representada por el área de los puntos. Para una exploración de Frecuencia Modulada (FM), el tamaño de los puntos de medio tono se mantiene, generalmente, en algún valor fijo y el número de puntos situados de forma aleatoria o pseudoaleatoria representa la densidad de la imagen. En ambos casos, es necesario imprimir tamaños de punto muy pequeños para representar adecuadamente las áreas de máxima iluminación.

Mantener puntos pequeños sobre las planchas flexográficas puede ser muy difícil debido a la naturaleza del proceso de fabricación de planchas. En los procesos de fabricación de planchas digitales que utilizan una capa de máscara opaca a UV, la combinación de la máscara y la exposición a UV produce puntos de relieve que tienen una forma generalmente cónica. Los más pequeños de estos puntos son propensos a su eliminación durante el procesamiento, lo que significa que no se transfiere tinta a estas áreas durante la impresión (el punto no se "mantiene" sobre la plancha y/o en la prensa). De forma alternativa, si el punto sobrevive al procesamiento, estos son susceptibles a daños en la prensa. Por ejemplo, los puntos pequeños a menudo se doblan y/o rompen parcialmente durante la impresión, haciendo que se transfiera un exceso de tinta o que no se transfiera tinta.

Además, las composiciones de resinas fotocurables se curan, típicamente, a través de polimerización por radicales, cuando se exponen a radiación actínica. Sin embargo, la reacción de curado puede inhibirse por el oxígeno molecular, que se disuelve, típicamente, en las composiciones de resina, debido a que el oxígeno funciona como un depurador de radicales. Por lo tanto, se prefiere que el oxígeno disuelto se elimine de la composición de resina antes de la exposición a la imagen, de manera que la composición de resina fotocurable pueda curarse más rápida y uniformemente.

La eliminación del oxígeno disuelto se puede lograr, por ejemplo, colocando la placa de resina fotosensible en una atmósfera de gas inerte, tal como gas dióxido de carbono o gas nitrógeno, antes de la exposición para desplazar el oxígeno disuelto. Un inconveniente señalado de este método es que es incómodo y laborioso y requiere un espacio amplio para el aparato.

Otro enfoque que se ha utilizado implica someter las planchas a una exposición preliminar (es decir, "exposición de choque") de radiación actínica. Durante la exposición de choque, se utiliza una dosis de "preexposición" de baja intensidad de radiación actínica para sensibilizar la resina antes de someter la plancha a la dosis de exposición principal de mayor intensidad de radiación actínica. La exposición de choque se aplica a toda el área de la plancha y es una exposición de dosis breve y baja de la plancha que reduce la concentración de oxígeno, lo que inhibe la fotopolimerización de la plancha (u otro elemento de impresión) y ayuda a conservar las características finas (es decir, puntos de máxima iluminación, líneas finas, puntos aislados, etc.) sobre la plancha terminada. Sin embargo, la etapa de presensibilización también puede hacer que los tonos de sombra se rellenen, reduciendo de este modo el intervalo de tonos de los medios tonos en la imagen.

La exposición de choque requiere condiciones específicas que se limitan solamente a inactivar el oxígeno disuelto, tales como tiempo de exposición, intensidad de luz irradiada y similar. Además, si la capa de resina fotosensible tiene un espesor mayor que 0,1 mm, la luz débil de la dosis de exposición de choque de baja intensidad no alcanza suficientemente ciertas porciones de la capa de resina fotosensible (es decir, el lado de la capa fotosensible que está más cerca de la capa de sustrato y más lejos de la fuente de radiación actínica), en el cual la eliminación del oxígeno disuelto es insuficiente. En la exposición principal posterior, estas porciones no se curarán lo suficiente debido al oxígeno restante. En un intento de solucionar este problema, se ha propuesto una exposición preliminar selectiva, como se describe, por ejemplo, en la publicación de patente US 2009/0043138 de Roberts y col. Otros esfuerzos han involucrado formulaciones especiales en plancha solas o en combinación con la exposición de choque.

Por ejemplo, la patente n.º 5.330.882 de Kawaguchi sugiere el uso de un tinte separado que se añade a la resina para absorber radiación actínica a longitudes de onda al menos 100 nm eliminadas de las longitudes de onda absorbidas por el fotoiniciador principal. Esto permite una optimización separada de las cantidades de iniciador para los iniciadores de choque y principal. Desafortunadamente, estos colorantes son iniciadores débiles y requieren tiempos de exposición de choque prolongados. Además, estos tintes sensibilizan la resina a la luz ambiente regular, por lo que se requiere una luz amarilla poco conveniente en el entorno de trabajo. Finalmente, el enfoque descrito por Kawaguchi emplea fuentes de tipo banda ancha convencionales de luz de radiación actínica para la exposición de choque, y de esta manera tiende, además, a dejar cantidades significativas de oxígeno en las capas inferiores de la resina.

En la patente US 4.540.649 de Sakurai se describe una composición fotopolimerizable que contiene por lo menos un polímero soluble en agua, un iniciador de fotopolimerización y un producto de reacción de condensación de N-metilol acrilamida, N-metilol metacrilamida, N-alquinoximetil acrilamida o N-alquinoximetil metacrilamida y un derivado de melamina. Según los inventores, la composición elimina la necesidad de acondicionamiento previo a la exposición y produce una plancha química y térmicamente estable.

El documento WO2011/041046, documento en virtud de Art.54(3) EPC y el documento WO2008/153850 describen un método para fabricar un elemento de impresión de imágenes en relieve.

Sin embargo, todos estos métodos aún son deficientes en la producción de un elemento de impresión de imágenes en relieve que tiene una estructura de puntos superior, especialmente cuando se diseña para imprimir sustratos de cartón corrugado.

Por lo tanto, existe la necesidad de un proceso mejorado para preparar elementos de impresión de imágenes en relieve con una estructura en relieve mejorada similar o mejor que la estructura en relieve de un proceso de flujo de trabajo analógico típico para imprimir sobre sustratos de cartón corrugado.

También existe la necesidad de un elemento de impresión de imágenes en relieve mejorado que comprenda una estructura en relieve mejorada que incluya puntos de impresión configurados para un rendimiento de impresión superior sobre varios sustratos.

Resumen de la invención

Es un objetivo de la presente invención proporcionar una plancha de impresión de imágenes en relieve que produzca un buen resultado cuando se imprime sobre sustratos de cartón corrugado.

5 Otro objetivo de la presente invención es producir una plancha de impresión de imágenes en relieve que reduzca el acanalado de impresión cuando se imprime sobre sustratos de cartón corrugado.

10 Otro objetivo de la presente invención es crear un elemento de impresión de imágenes en relieve que comprenda puntos de impresión que tengan una estructura de puntos superior en términos de superficie de impresión, definición de borde, ángulo lateral, profundidad y altura de punto.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar una forma y estructura de puntos en el elemento de impresión que sea altamente resistente al acanalado de impresión.

15 Es aún otro objeto de la presente invención controlar la rugosidad de la superficie de impresión del elemento de impresión de imágenes en relieve.

Para ello, la presente invención se refiere a un elemento de impresión de imágenes en relieve flexográfico, según se indica en la reivindicación 1. Realizaciones del mismo se describen en las reivindicaciones dependientes 2-5.

20 Breve descripción de las figuras

Para una comprensión más completa de la invención, se hace referencia a la siguiente descripción tomada en relación con las figuras adjuntas, en las que:

25 La figura 1 representa un elemento de impresión con una pluralidad de puntos que demuestran la estructura única de puntos/laterales de la invención en comparación con los puntos de un elemento de impresión expuesto sin el beneficio de esta invención.

30 La figura 2 representa una representación esquemática de cuatro mediciones de formas de puntos relacionadas con la creación de un punto óptimo para impresión flexográfica.

La figura 3 representa bordes redondeados en un punto con un 5 % de flexo en los que toda la superficie del punto es redondeada.

35 La figura 4 representa un diagrama para aumentar el tamaño del parche de contacto con impresión sobre un punto con una parte superior no plana.

40 La figura 5 representa una representación matemática del aumento del tamaño del parche de contacto de un punto no plano con impresión aumentada. La línea superior representa el índice de aumento sin el efecto de la compresión masiva, mientras que la línea inferior incluye un factor de corrección para la compresión masiva.

La figura 6 representa la medición del ángulo lateral de punto θ .

45 La figura 7 representa ángulos laterales de punto para un 20 % de puntos hechos mediante diferentes técnicas de formación de imágenes junto con sus respectivos relieves de punto.

La figura 8 representa un punto con dos ángulos laterales.

50 La figura 9 representa ejemplos de puntos compuestos de ángulo lateral creados mediante un método que no se reivindica comparado con puntos compuestos de ángulo lateral creados mediante un proceso de formación de imágenes por escritura directa.

55 La figura 10 representa los ángulos laterales y la profundidad de relieve entre los puntos de ángulo lateral compuestos.

La figura 11 representa definiciones de imágenes en relieve.

60 La figura 12 representa un intervalo de niveles de reducción de puntos con sus respectivos ángulos laterales de puntos.

La figura 13 representa bordes de puntos redondeados sobre un punto de 20 % hecho mediante formación de imágenes digitales estándar de una plancha flexo.

65 La figura 14 representa bordes de puntos bien definidos en puntos de 20 %.

La figura 15 describe un medio para caracterizar la planitud de la superficie de impresión de un punto, donde p es la distancia a través de la parte superior del punto, r_t es el radio de curvatura a través de la superficie del punto.

La figura 16 representa un punto flexográfico y su borde, donde p es la distancia a través de la parte superior del punto. Esto se utiliza en la caracterización de la nitidez de borde $r_e:p$, donde r_e es el radio de curvatura en la intersección del lateral y la parte superior del punto.

La figura 17 representa cálculos de medición de cuerda para la parte superior de un punto flexo de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Los inventores de la presente invención han descubierto que la forma y la estructura de un punto de impresión tiene un profundo impacto sobre la forma en que imprime. Al conocer esto, se puede manipular la forma resultante de los puntos de impresión para optimizar la impresión mediante el uso de los métodos de impresión descritos en la presente descripción. La figura 1 representa un elemento de impresión con una pluralidad de puntos que demuestran la estructura única de puntos/laterales de la invención en comparación con los puntos de un elemento de impresión expuesto sin el beneficio de esta invención.

Más particularmente, los inventores de la presente invención han descubierto que un conjunto particular de características geométricas define una forma de punto flexo que produce un rendimiento superior de impresión, como se muestra en la figura 2. Los parámetros geométricos que caracterizan el punto óptimo de impresión flexográfica, especialmente en la impresión de flexografía digital, incluyen:

- (1) planitud de la superficie de puntos;
- (2) ángulo lateral del punto;
- (3) profundidad del relieve entre los puntos; y
- (4) la nitidez del borde en el punto donde la parte superior del punto pasa al lateral del punto.

Sin embargo, la forma de punto que se muestra en la figura 2 no es necesariamente la forma de punto más óptima, dependiendo del sustrato que se imprime, entre otros factores.

En primer lugar, se descubrió que la planitud de la superficie de puntos es un factor que contribuye al rendimiento de la impresión. Las planchas flexo de formación de imágenes mediante procesos de formación de imágenes digitales típicos tienden a crear puntos con partes superiores redondeadas, como se observa, por ejemplo, en la figura 3, en la que se muestra un 5 % del punto. Este fenómeno bien conocido es causado por la inhibición del oxígeno de la fotopolimerización y tiende a afectar más a los puntos más pequeños que a los más grandes, como se describió anteriormente con mayor detalle. Se prefiere una superficie plana de puntos en todo el intervalo tonal. Las que más se prefieren son las superficies planas de puntos, incluso en puntos en el intervalo de reflexión (es decir, 0-10 % de tono). Esto se representa en la figura 4, que muestra un diagrama de tamaño creciente del parche de contacto con varios niveles de impresión sobre un punto de impresión que tiene una parte superior no plana. Además, la figura 5 muestra una representación matemática del aumento del tamaño del parche de contacto del punto no plano con impresión aumentada. La línea superior muestra el índice de aumento sin el efecto de la compresión masiva, y la línea inferior incluye un factor de corrección para compresión masiva.

La planitud de la parte superior de un punto puede medirse como el radio de curvatura a través de la superficie superior del punto, r_t , como se muestra en la figura 15. Preferentemente, la parte superior del punto tiene una planitud donde el radio de curvatura de la parte superior del punto es mayor que el espesor de la capa de fotopolímero, más preferiblemente dos veces el espesor de la capa de fotopolímero y con máxima preferencia más de tres veces el espesor total de la capa de fotopolímero.

Por lo tanto, se puede ver que la superficie de punto redondeada no es ideal desde una perspectiva de impresión, debido a que el tamaño del parche de contacto entre la superficie de impresión y el punto varía de forma exponencial con la fuerza de estampado. Por el contrario, una superficie plana de puntos debe tener el mismo tamaño de parche de contacto dentro de un intervalo razonable de impresión y, por lo tanto, se prefiere, especialmente para puntos en el intervalo de reflexión (0-10 % de tono).

Un segundo parámetro es el ángulo lateral del punto, el cual se descubrió que es un buen indicador del rendimiento de impresión. El lateral del punto se define como se muestra en la figura 6 como el ángulo θ formado por la parte superior y el lado del punto. En el extremo, una columna vertical tendría un ángulo lateral de 90°, pero en la práctica la mayoría de los puntos flexo tienen un ángulo que es considerablemente menor, frecuentemente más cercano a 45° que a 90°.

El ángulo lateral puede variar dependiendo también del tamaño de los puntos. Los puntos pequeños, por ejemplo, en el intervalo de 1-15 %, pueden tener ángulos laterales grandes, mientras que los puntos más grandes, por ejemplo, mayores que aproximadamente 15 %, los puntos pueden exhibir ángulos laterales más pequeños. Es deseable que todos los puntos tengan el ángulo lateral más grande posible.

La figura 7 representa ángulos laterales de punto para un 20 % de puntos realizados mediante diferentes técnicas de formación de imágenes. En las planchas flexo elaboradas mediante procesos de formación de imágenes analógicos, los ángulos laterales de punto frecuentemente están cerca de 45°, como se observa en la Muestra 2 de la figura 7. Los procesos digitales de formación de imágenes para planchas flexo aumentan este ángulo, especialmente para puntos más pequeños, dentro del intervalo más preferido mayor que aproximadamente 50°, pero este ángulo no se confiere en puntos más grandes como se observa en la Muestra 14 de la figura 7 y viene con el efecto secundario indeseable de las partes superiores o bordes de puntos redondeados. Por el contrario, a través del uso del proceso de tecnología de formación de imágenes descrito en el presente documento, los ángulos laterales de punto de las planchas flexo digitales pueden mejorarse hasta más de aproximadamente 50°, incluso para puntos grandes tales como el punto del 20 % mostrado en la Muestra 13 de la figura 7, que representa puntos que fueron producidos de acuerdo con el proceso descrito en el presente documento.

Existen dos restricciones geométricas competitivas en el ángulo lateral - estabilidad del punto y sensibilidad de impresión. Un ángulo lateral grande minimiza la sensibilidad de impresión y da la ventana operativa más ancha en la prensa, pero a expensas de la estabilidad del punto y la durabilidad. En contraposición, un ángulo lateral menor mejora la estabilidad del punto, pero hace que el punto sea más sensible a la impresión en la prensa. En la práctica actual, la mayoría de los puntos se forman de tal manera que tienen un ángulo que representa un compromiso entre estas dos necesidades.

Un punto ideal eliminaría la necesidad de comprometer estos dos requerimientos al separar las secciones de los puntos que realizan las dos funciones (impresión y refuerzo de puntos) y proporcionar a cada punto un ángulo lateral que es especialmente adecuado para su propósito. Dicho punto tendría dos ángulos cuando se observa desde el lado que se representa en la figura 8. El ángulo más cercano a la superficie de impresión, θ_1 , tendría un ángulo grande para minimizar la sensibilidad de impresión, mientras que el ángulo más cercano a la base del punto, θ_2 , sería más pequeño para conferir el mayor refuerzo físico de la estructura del punto y la mayor estabilidad. Sin embargo, las formas de puntos de este tipo no se obtienen fácilmente mediante fotopolímeros flexográficos digitales o analógicos convencionales y técnicas de formación de imágenes, debido a que la forma de puntos se determina en gran medida mediante la técnica de formación de imágenes usada.

Las técnicas de formación de imágenes, tales como el proceso descrito en el presente documento, han podido crear estos puntos compuestos de ángulos laterales, tal como se muestra en la figura 9. Las dos figuras a la izquierda de la figura 9 representan puntos producidos en un proceso que no se usa en la presente invención, mientras que la figura a la derecha representa puntos producidos en un proceso de formación de imágenes por escritura directa. Los puntos compuestos de ángulo lateral de la presente invención tienen ángulos laterales muy altos más cercanos a la parte superior del punto (la superficie de impresión), pero son estructuralmente sólidos debido a la base ancha y al ángulo lateral mucho más bajo cerca de la base del punto, donde se une al "suelo" de la plancha, como se observa en la figura 10. Se ha demostrado que este punto compuesto de ángulo lateral no solo imprime muy bien a niveles óptimos de impresión, sino que también exhibe una resistencia extraordinaria a la ganancia de impresión a niveles más altos de impresión.

Se prefiere un ángulo lateral de punto $> 50^\circ$ en todo el intervalo de tonos. Se prefiere un ángulo lateral de punto de $> 70^\circ$ o mayor. Un punto de acuerdo con la presente invención tiene un lateral de "ángulo compuesto" con θ_1 (el ángulo más cercano a la parte superior del punto) de $> 70^\circ$ o más y θ_2 (el ángulo más cercano a la fijación del suelo del punto) menor que 45° . Como se utiliza en el presente documento, ángulo lateral del punto significa el ángulo formado por la intersección de una línea horizontal tangencial a la parte superior del punto y una línea que representa la pared lateral de punto adyacente como se muestra en la figura 6. Como se utiliza en el presente documento, θ_1 se refiere al ángulo formado por la intersección de una línea horizontal tangencial a la parte superior del punto y una línea que representa la porción de la pared lateral adyacente más cercana a la parte superior del punto, como se muestra en la figura 8. Como se utiliza en el presente documento, θ_2 significa el ángulo formado por una línea horizontal y una línea que representa la pared lateral del punto en el punto más cercano a la base del punto, como se muestra en la figura 8.

Un tercer parámetro es el relieve de la plancha, que se expresa como la distancia entre el suelo de la plancha y la parte superior de una superficie de relieve sólida, tal como se muestra en la figura 11. Por ejemplo, una plancha gruesa de 3,18 mm (0,125 pulgadas) se fabrica, típicamente, para tener un relieve de 1,0 mm (0,040 pulgadas). Sin embargo, el relieve de la plancha es, típicamente, mucho más grande que el relieve entre los puntos en los parches de tono (es decir, el "relieve de puntos"), que es el resultado de la separación estrecha de los puntos en las áreas tonales. El bajo relieve entre puntos en áreas tonales significa que los puntos están estructuralmente bien soportados, pero pueden causar problemas durante la impresión a medida que la tinta se acumula sobre la plancha y eventualmente llena las áreas entre puntos, causando puentes de puntos o impresión sucia.

Los inventores han descubierto que el relieve de puntos más profundo puede reducir significativamente este problema, lo que conduce a ciclos de impresión más largos con menos interferencia del operador, una capacidad que se denomina, frecuentemente, “impresión más limpia”. El relieve del punto está, en cierta medida, vinculado con el ángulo lateral del punto, como se muestra en la figura 12, lo que demuestra cambios en la reducción de puntos con el ángulo lateral del punto. Las cuatro muestras se toman de planchas que tienen un espesor total de 3,18 mm (0,125 pulgadas) y un relieve para planchas de 1,0 mm (0,040 pulgadas) de espesor. Como se observa en la figura 12, los puntos hechos mediante procesos estándar de formación de imágenes analógicos y digitales (Muestras 2 y 14, respectivamente) tienen, frecuentemente, relieves de punto que son menos del 10 % del relieve de plancha en general. Por el contrario, los procesos mejorados de formación de imágenes pueden producir relieves de puntos que son mayores que el 9 % (Muestra 13) o, con mayor preferencia, mayores que el 13 % del relieve de plancha (Muestra 12).

Una cuarta característica que distingue un punto óptimo para la impresión flexo es la presencia de un límite bien definido entre la parte superior plana de los puntos y el lateral. Debido al efecto de la inhibición del oxígeno, los puntos hechos mediante el uso de procesos de formación de imágenes de fotopolímeros de flexo digital estándar tienden a exhibir bordes de puntos redondeados. Para los puntos por encima del 20 %, el centro del punto permanece plano, pero los bordes muestran un perfil profundamente redondeado como se observa en la figura 13, que muestra los bordes de los puntos redondeados en un punto del 20 % hecho por formación digital de imágenes de la plancha flexográfica.

Por lo general, se prefiere que los bordes de los puntos sean puntiagudos y definidos, como se muestra en la figura 14. Estos bordes de punto bien definidos separan mejor la parte de “impresión” de la parte de “soporte” del punto, permitiendo un área de contacto más consistente entre el punto y sustrato durante la impresión.

La nitidez de borde puede definirse como la relación de r_e , el radio de curvatura (en la intersección del lateral y la parte superior del punto) respecto a p , el ancho de la superficie superior o de impresión del punto, como se muestra en la Figura 16. En un punto con punta verdaderamente redonda, es difícil definir la superficie exacta de impresión porque no existe realmente un borde en el sentido que se entiende habitualmente, y la relación de $r_e:p$ puede aproximarse al 50 %. En cambio, un punto con bordes nítidos tendría un valor muy bajo de r_e , y $r_e:p$ se aproximaría a cero. En la práctica, se prefiere una $r_e:p$ inferior al 5 %, con máxima preferencia una $r_e:p$ inferior al 2 %. La Figura 16 representa un punto flexográfico y su borde, donde p es la distancia a través de la parte superior del punto y demuestra la caracterización de la nitidez del borde, $r_e:p$, donde r_e es el radio de curvatura en la intersección del lateral y la parte superior del punto.

Finalmente, la figura 17 representa aún otro medio para medir la planicidad de un punto flexo que no se reivindica. (AB) es el diámetro de la parte superior del punto, (EF) es el radio de un círculo con cuerda (AB) y (CD) es la altura del segmento de un círculo con radio EF cortado transversalmente por la cuerda (AB). La Tabla 1 representa datos para varios puntos en % en 59 líneas por centímetro (150 líneas por pulgada (LPI)) y la Tabla 2 representa los datos para varios puntos en % en 33 líneas por centímetro (85 lpi).

Tabla 1. Cálculos de medición de cuerda (mils) en 59 líneas por centímetro (150 lpi)

EF	Punto %	AB	CD	CD/AB
67	1	0,75	0,001049	0,1 %
67	2	1	0,001866	0,2 %
67	7	2	0,007463	0,4 %
67	17	3	0,016793	0,6 %
67	45	5	0,046658	0,9 %
67	84	7	0,091488	1,3 %
67	95	8	0,119510	1,5 %

Tabla 2. Cálculos de medición de cuerda (mils) en 33 líneas por centímetro (85 lpi)

EF	Punto %	AB	CD	CD/AB
250	1	1,33	0,000884	0,1 %
250	2	1,88	0,001767	0,1 %
250	7	3,51	0,006160	0,2 %
250	15	5,14	0,013210	0,3 %
250	45	8,91	0,039700	0,4 %
250	85	12,42	0,077140	0,6 %
250	95	14,09	0,099284	0,7 %

Además, para reducir el acanalado de impresión cuando se imprime sobre sustratos de cartón ondulado y para producir la estructura de puntos preferida descrita en la presente descripción, los inventores de la presente invención han descubierto que es necesario (1) eliminar aire de la etapa de exposición; y, preferentemente, (2) alterar el tipo, la potencia y el ángulo de incidencia de iluminación.

El uso de estos métodos juntos produce una forma de punto que es muy resistente al acanalado de impresión y muestra una flexibilidad de impresión excepcional en la prensa (es decir, resistencia a los cambios en la ganancia de impresión cuando se aplica más presión a la plancha durante la impresión).

Los inventores de la presente invención han descubierto que un factor clave para cambiar beneficiosamente la forma de los puntos de impresión formados sobre un elemento de impresión para una impresión en relieve óptima en un método que no se reivindica es eliminar o limitar la difusión de aire en la capa fotocurable durante la exposición a radiación actínica. Los inventores han descubierto que la difusión de aire en la capa fotocurable puede limitarse mediante:

(1) laminar una membrana de barrera encima de la plancha flexo para cubrir la máscara *in situ* y cualquier porción no cubierta de la capa fotocurable. La membrana puede aplicarse más beneficiosamente después de la erosión con láser usada para crear la máscara *in situ*, pero antes de la exposición a radiación actínica. Los inventores de la presente invención también han descubierto que esta lámina puede utilizarse para impartir una textura definida a la superficie de impresión de la plancha, que es una capacidad adicional y beneficio de este método.

(2) revestir la máscara *in situ* y cualquier capa fotopolimérica no cubierta con una capa líquida, preferentemente, un aceite; en el que la membrana de barrera y/o la capa líquida tienen un coeficiente de difusión de oxígeno menor que $6,9 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$, preferentemente, menor que $6,9 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y, con la máxima preferencia, menor que $6,9 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$.

La alteración del tipo, la potencia y el ángulo de incidencia de iluminación puede ser útil, además, en este sentido y puede lograrse mediante múltiples métodos. Por ejemplo, la alteración del tipo, la potencia y el ángulo de incidencia de iluminación puede lograrse mediante el uso de una rejilla colimadora por encima de la plancha durante la etapa de exposición. El uso de una rejilla colimadora para planchas analógicas se describe con respecto a las planchas de impresión analógicas en la patente US-6.245.487 de Randall. Como alternativa, se puede usar una luz puntual, u otra fuente de luz semicoherente. Estas fuentes de luz son capaces de alterar el espectro, la concentración de energía y el ángulo incidente a grados variables, dependiendo de la fuente de luz y del diseño de la unidad de exposición. Ejemplos de estas fuentes de luz puntual incluyen una unidad de exposición OVAC de Olec Corporation y una unidad de exposición eXact de Cortron Corporation. Finalmente, puede usarse una fuente de luz completamente coherente (por ejemplo, láser) para la exposición. Ejemplos de fuentes de luz láser incluyen diodos láser U.V. utilizados en dispositivos tales como el generador de imágenes Luescher Xpose y el generador de imágenes Heidelberg Prosetter. Otras fuentes de luz que pueden alterar el tipo, la potencia y el ángulo incidente de iluminación también pueden usarse en la práctica de la invención.

En otro aspecto que no se reivindica, se proporciona un método para fabricar un elemento de impresión de imágenes en relieve a partir de una preforma de impresión fotosensible, comprendiendo dicha preforma de impresión fotosensible una capa de máscara que se puede erosionar con láser dispuesta sobre por lo menos una capa fotocurable, comprendiendo el método las etapas de:

- a) erosionar selectivamente con láser la capa de máscara que se puede erosionar con láser para crear una máscara *in situ* y descubrir porciones de la capa fotocurable;
- b) exponer la preforma de impresión erosionada con láser a al menos una fuente de radiación actínica a través de la máscara *in situ* para reticular y curar selectivamente las porciones de la capa fotocurable, en donde la difusión de aire hacia la al menos una capa fotocurable se limita durante la etapa de exposición mediante un método seleccionado de al menos uno de:
 - i) laminar una membrana de barrera a la máscara *in situ* y cualquier porción no cubierta de la capa fotocurable antes de la etapa de exposición; y
 - ii) recubrir la máscara *in situ* y cualquier porción no cubierta de la capa fotocurable con una capa de líquido, preferentemente un aceite, antes de la etapa de exposición.

Una amplia variedad de materiales puede servir como capa de barrera de membrana. Tres cualidades que los inventores han identificado en la producción de capas de barrera eficaces incluyen transparencia óptica, espesor bajo e inhibición del transporte de oxígeno. La inhibición del transporte de oxígeno se mide en términos de un coeficiente de difusión de oxígeno bajo. Como se mencionó, el coeficiente de difusión de oxígeno de la membrana (o la capa de líquido) debe ser menor que $6,9 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$, preferentemente, menor que $6,9 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ y, con la máxima preferencia, menor que $6,9 \times 10^{-11} \text{ m}^2/\text{s}$.

Ejemplos de materiales que son adecuados para usar como capa de membrana de barrera incluyen aquellos materiales que se usan convencionalmente como una capa desprendible en elementos de impresión flexográfica, tales como

poliamidas, alcohol polivinílico, hidroxialquilcelulosa, polivinilpirrolidona, copolímeros de etileno y acetato de vinilo, interpolímeros anfotéricos, acetato butirato de celulosa, alquil celulosa, butrín, cauchos cíclicos, y combinaciones de uno o más de los anteriores. Además, las películas tales como polipropileno, polietileno, cloruro de polivinilo, poliéster y películas transparentes similares también pueden servir como películas de barrera. Preferentemente, la capa de membrana de barrera comprende una película de polipropileno o una película de tereftalato de polietileno. Una membrana de barrera particularmente preferida es una membrana de lámina receptora Fuji® Final Proof disponible por parte de Fuji Films.

La membrana de barrera debe ser lo más delgada posible, consistente con las necesidades estructurales de gestión de la película y la combinación película/plancha fotopolimérica. Se prefieren los espesores de membrana de barrera entre 1 y 100 μm (micrómetros), con el espesor de entre 1 y 20 μm (micrómetros) como el de máxima preferencia.

La membrana de barrera necesita tener una transparencia óptica suficiente, de manera que la membrana no absorberá o desviará negativamente la radiación actínica usada para exponer la preforma de impresión fotosensible. Como tal, es preferible que la membrana de barrera tenga una transparencia óptica de al menos 50 %, con la máxima preferencia al menos 75 %.

La membrana de barrera necesita ser suficientemente impermeable a la difusión del oxígeno, de manera que pueda limitar eficazmente la difusión del oxígeno en la capa fotocurable durante la exposición a radiación actínica. Los inventores de la presente invención han determinado que los materiales de membrana de barrera mencionados anteriormente en los espesores mencionados anteriormente limitarán sustancialmente la difusión de oxígeno en la capa fotocurable cuando se usan como se describe en la presente descripción.

Además de limitar la difusión de oxígeno hacia la capa fotocurable, la membrana de barrera puede usarse para impartir o imprimir una textura deseada a las superficies de impresión del elemento de impresión o para controlar la rugosidad superficial de las superficies de impresión del elemento de impresión hasta un nivel deseado. En un aspecto que no se reivindica, la membrana de barrera comprende un acabado mate y la textura del acabado mate se puede transferir a la superficie de la plancha para proporcionar una rugosidad superficial deseada en la superficie de la plancha de impresión. Por ejemplo, en un aspecto que no se reivindica, el acabado mate proporciona una rugosidad de superficie promedio que es entre 700 y 800 nm. En este caso, la membrana de barrera comprende una película de polipropileno con una capa fotopolimérica curada sobre la misma y la capa fotopolimérica curada tiene un patrón topográfico definido sobre la misma. La textura o rugosidad de la superficie de la membrana de barrera se imprimirá en la superficie de la capa de fotopolímero (fotocurable) durante la etapa de laminación. Generalmente, la rugosidad de la superficie en este sentido puede medirse con el uso de un perfilómetro óptico Veeco, modelo Wyko NT 3300 (Veeco Instruments, Plainville, NY).

En otro aspecto que no se reivindica, la membrana de barrera comprende una película de nanotecnología lisa con una rugosidad menor que 100 nm. En este aspecto que no se reivindica, la rugosidad superficial promedio de la plancha de impresión se puede controlar a menos de 100 nm.

La capa de barrera se puede laminar a la superficie de la plancha de impresión por medio del uso de presión y/o calor en un proceso de laminación típico.

En otro aspecto que no se reivindica, la plancha de impresión se puede cubrir con una capa de líquido, preferentemente, una capa de aceite, antes de la etapa de exposición, y el aceite se puede aclarar o teñir. El líquido o aceite en la presente descripción sirve como otra forma de una membrana de barrera. Al igual que con la membrana de barrera sólida, es importante que el líquido usado sea ópticamente transparente a la radiación actínica usada para exponer la capa fotocurable. La transparencia óptica de la capa líquida de preferencia es al menos 50 %, con la máxima preferencia al menos 75 %. La capa líquida debe ser capaz, además, de inhibir sustancialmente la difusión de oxígeno hacia la capa fotocurable con un coeficiente de difusión de oxígeno como se mencionó anteriormente. El líquido también debe ser lo suficientemente viscoso como para permanecer en el lugar durante el procesamiento. Los inventores de la presente invención han determinado que una capa líquida de 1 μm a 100 μm de espesor que comprende cualquiera de los siguientes aceites, a modo de ejemplo y no de limitación, cumplirá con los criterios anteriores: aceites de hidrocarburo parafínicos o nafténicos, aceites de silicona y aceites a base de vegetales. El líquido debe dispersarse sobre la superficie del elemento de impresión después de crear la máscara *in situ*, pero antes de exponer la preforma de impresión a radiación actínica.

Después de exponer la preforma de impresión fotosensible a radiación actínica como se describe en la presente descripción, se desarrolla la preforma de impresión para revelar la imagen en relieve en la misma. El desarrollo puede lograrse mediante diversos métodos, que incluyen desarrollo de agua, desarrollo de solventes y desarrollo térmico, a modo de ejemplo y no de limitación.

Finalmente, el elemento de impresión de imágenes en relieve se monta sobre un cilindro de impresión de una prensa de impresión y comienza la impresión.

Por lo tanto, puede observarse que el método para fabricar el elemento de impresión de imágenes en relieve descrito en la presente descripción produce un elemento de impresión de imágenes en relieve que tiene un patrón

en relieve que comprende puntos en relieve a imprimir que están configurados para un rendimiento óptimo de impresión. Además, a través del proceso de producción de planchas descrito en la presente descripción, es posible manipular y optimizar ciertas características geométricas de los puntos en relieve en la imagen en relieve resultante.

REIVINDICACIONES

1. Un elemento de impresión flexográfica de imágenes en relieve que comprende al menos una capa fotopolimérica sobre una capa de soporte, en donde al menos una capa fotopolimérica comprende una capa curada de suelo en la misma y en donde la capa curada de suelo establece una profundidad total del relieve de plancha;
5 en donde la al menos una capa fotopolimérica comprende una pluralidad de puntos en relieve, en donde la pluralidad de puntos comprende las siguientes características: el ángulo lateral del punto es tal que θ_1 es mayor que 70° y θ_2 es menor que 45° ; y
10 los relieves de puntos del elemento de impresión son mayores que el 9 % del relieve total de la plancha.
2. El elemento de impresión flexográfica de imágenes en relieve según la reivindicación 1, en donde el ángulo lateral del punto es tal que el ángulo lateral general es mayor que 50° .
- 15 3. El elemento de impresión flexográfica de imágenes en relieve según la reivindicación 2, en donde el ángulo lateral del punto es tal que el ángulo lateral general es mayor que 70° .
4. El elemento de impresión flexográfica de imágenes en relieve según la reivindicación 1, en donde la relación de $r_e:p$ es menor que el 2 %.
- 20 5. El elemento de impresión flexográfica de imágenes en relieve según la reivindicación 1, en donde el relieve del punto del elemento de impresión es mayor que el 12 % del relieve total de la plancha.

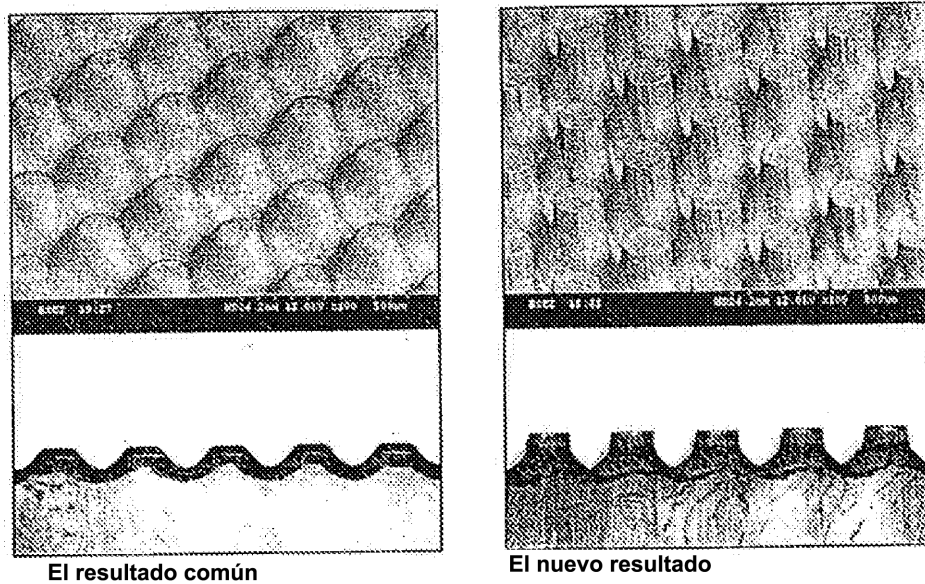


FIGURA 1

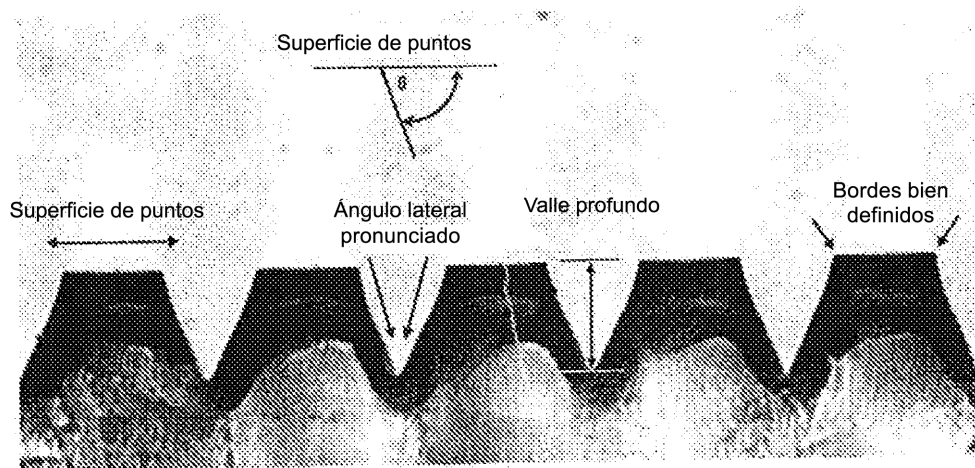


FIGURA 2

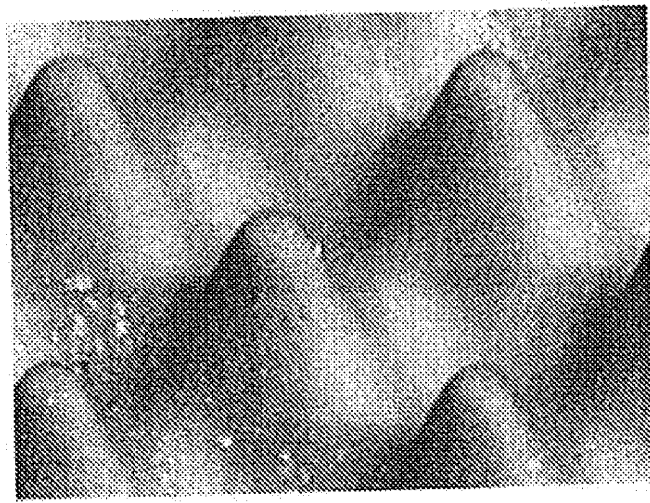


FIGURA 3

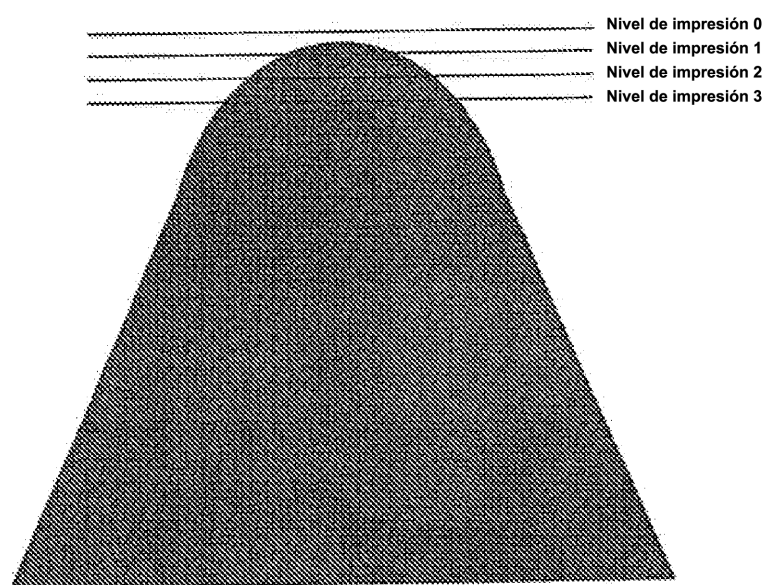


FIGURA 4

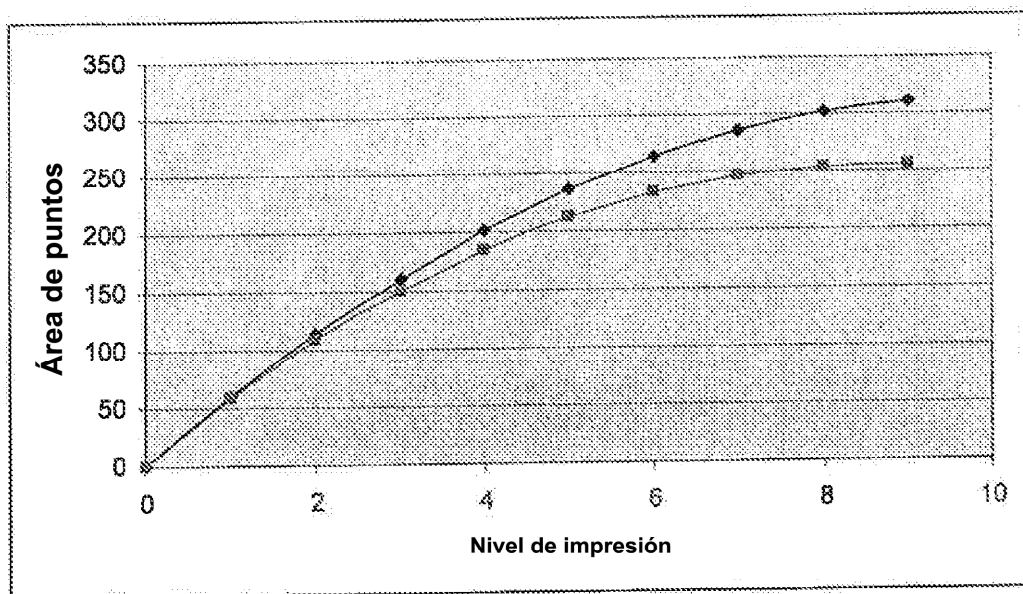


FIGURA 5

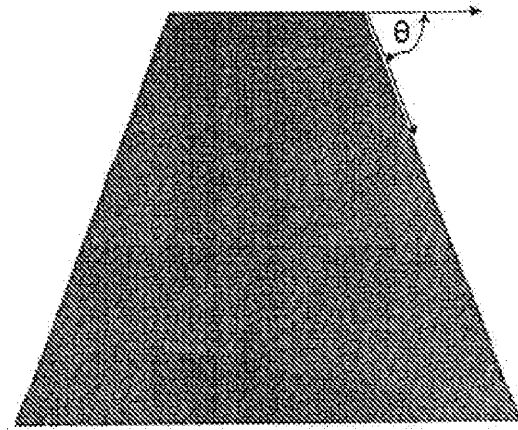


FIGURA 6

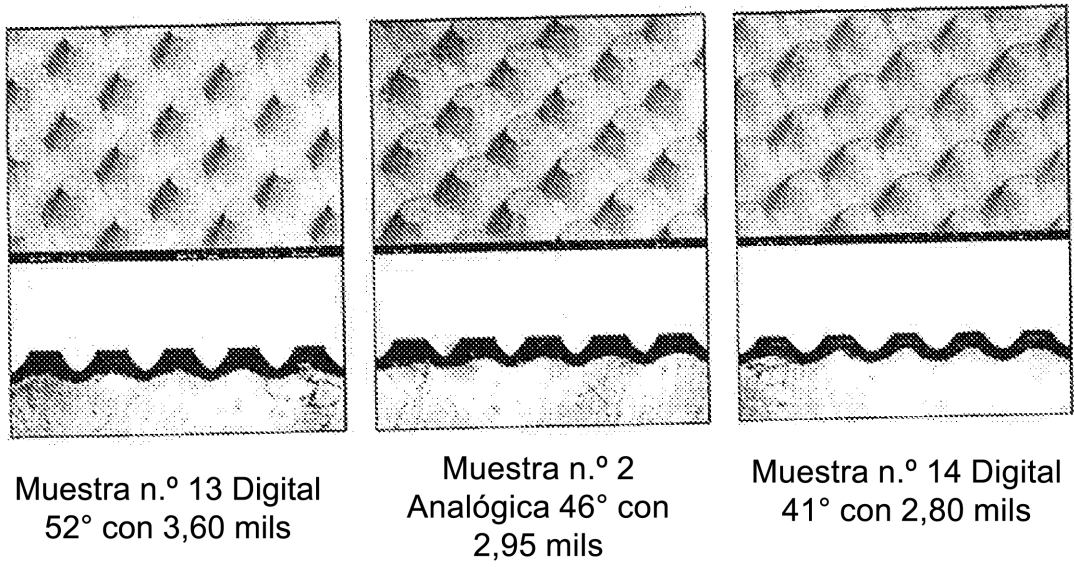


FIGURA 7

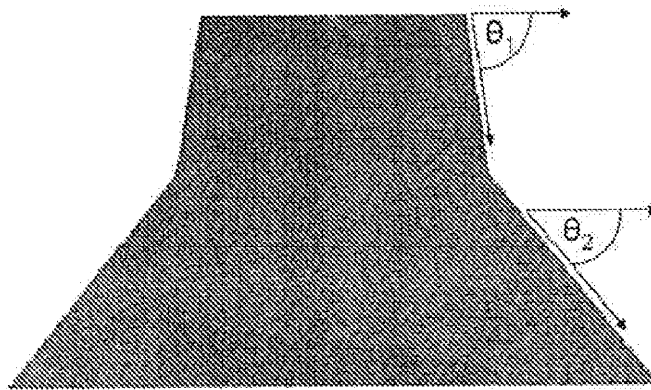


FIGURA 8

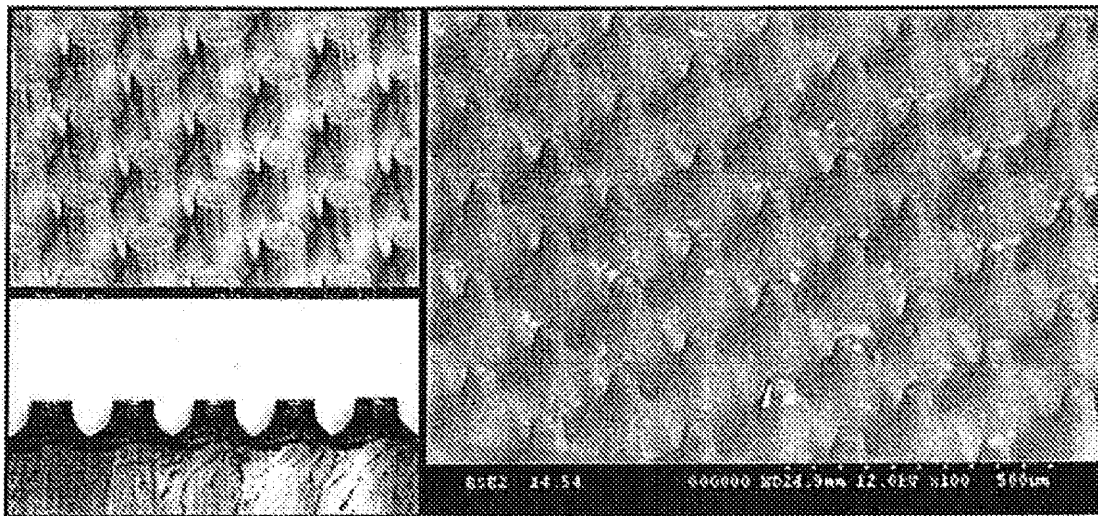
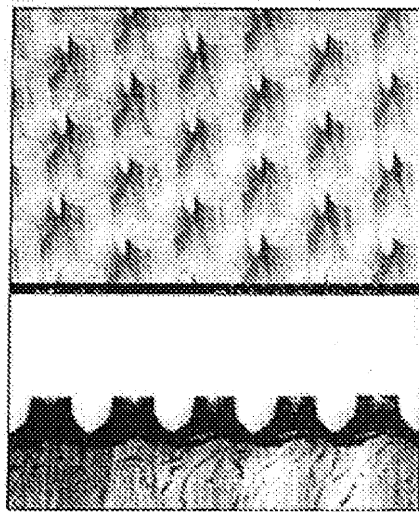


FIGURA 9



Muestra n.º 12 Digital
79° con 5,75 mils

FIGURA 10

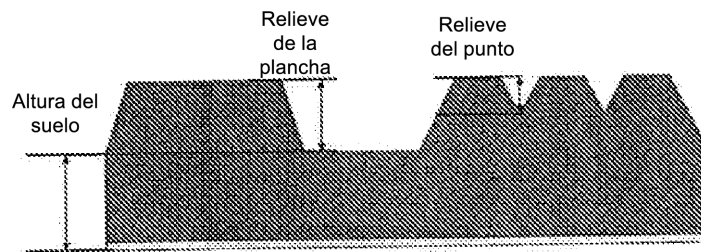


FIGURA 11

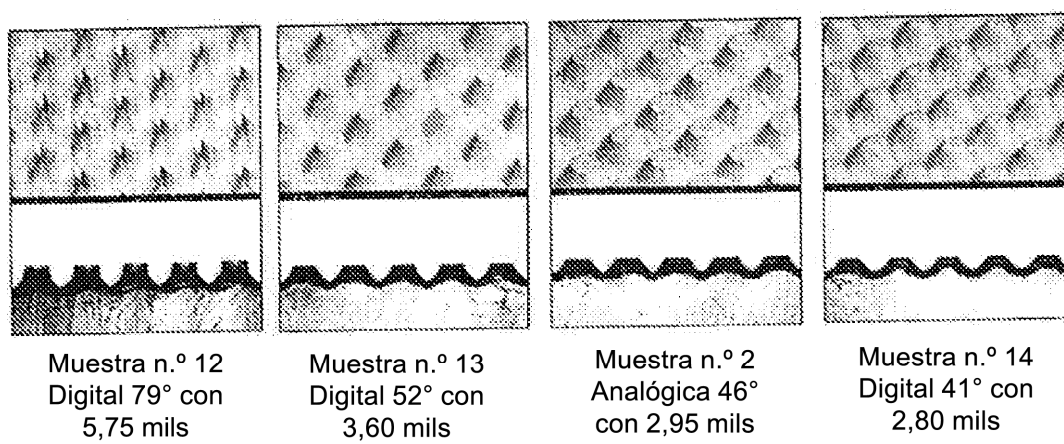


FIGURA 12



FIGURA 13

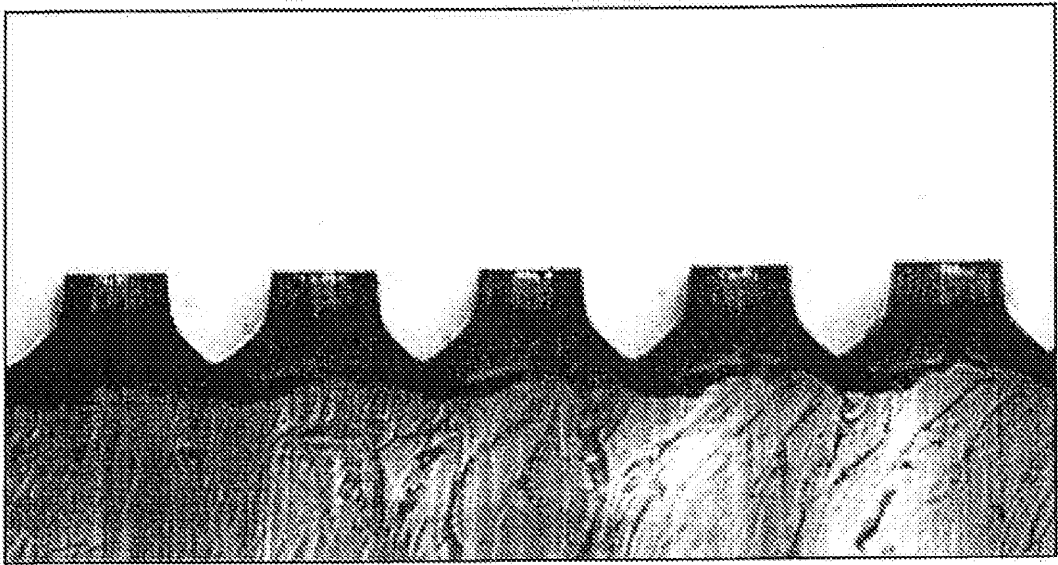


FIGURA 14

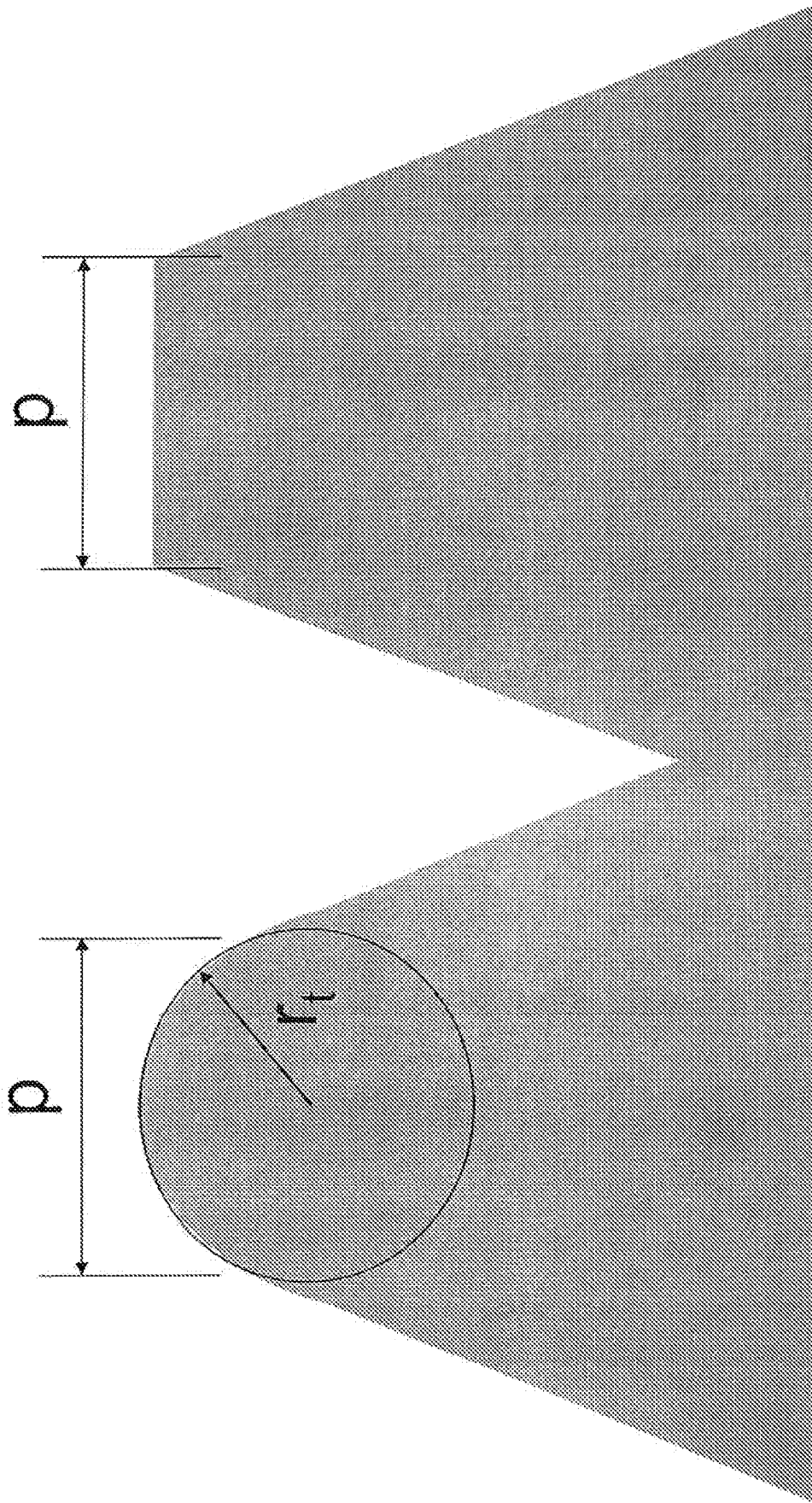


FIGURA 15

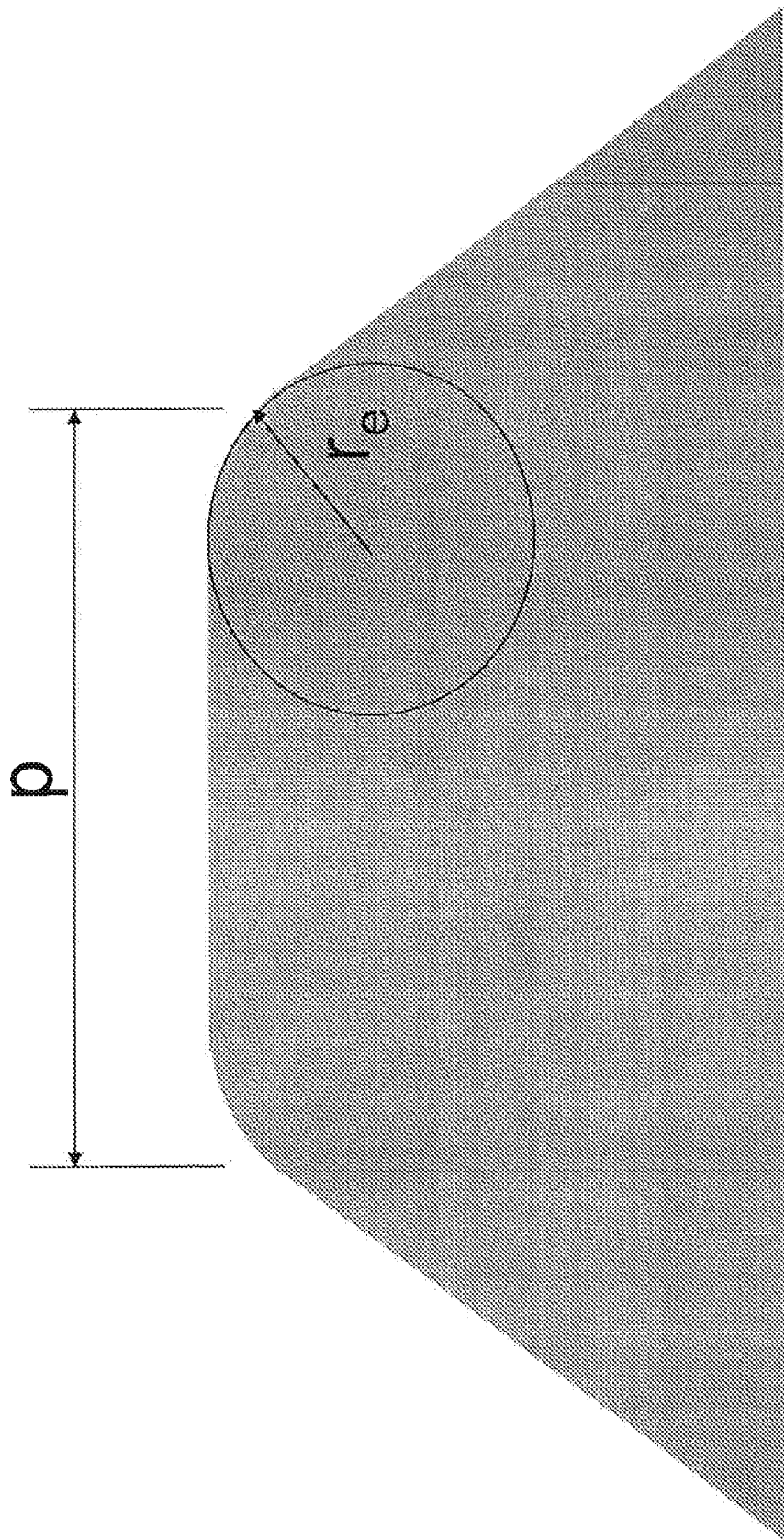
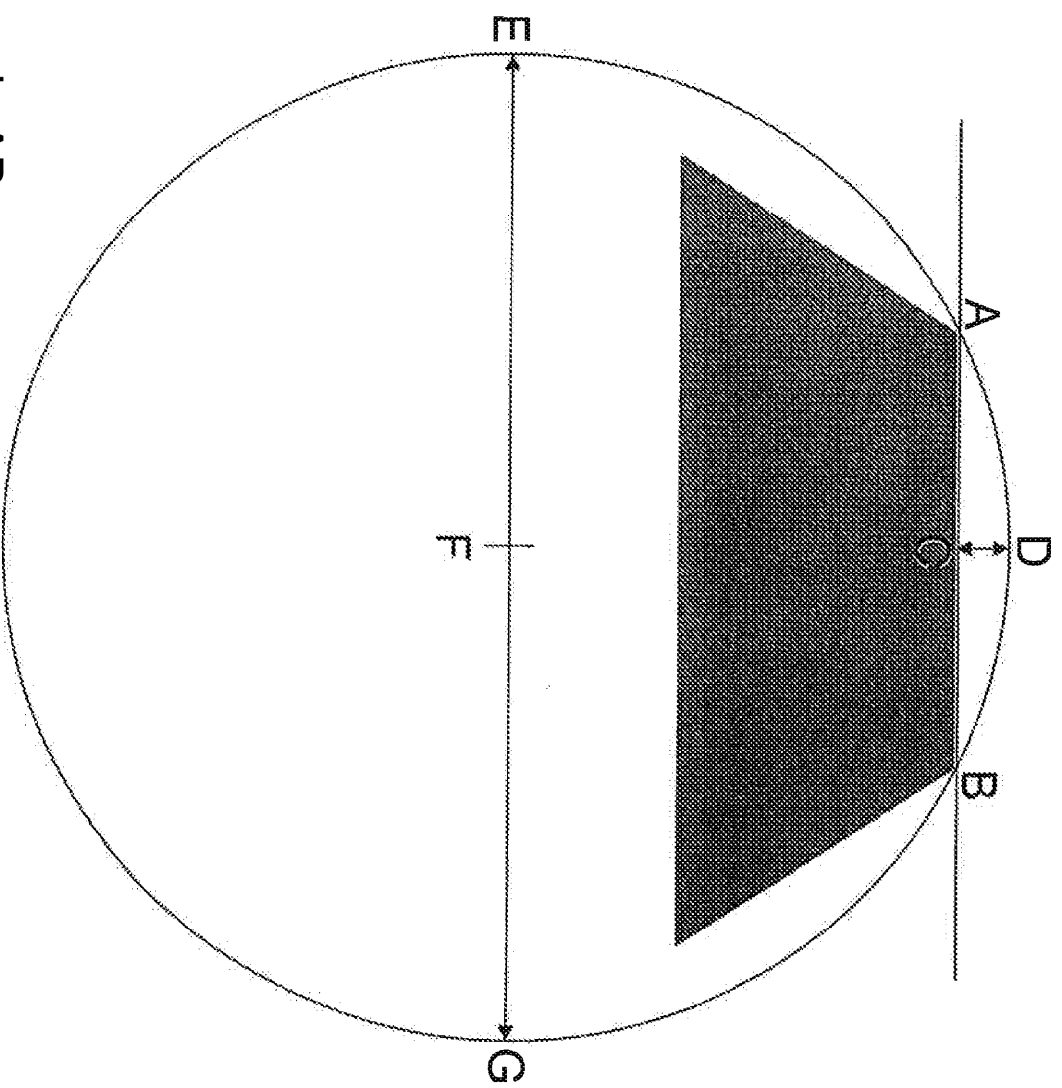


FIGURA 16

FIGURA 17



AB = diámetro de punto
 EF = radio de un círculo con cuerda AB
 CD = altura del segmento de un círculo con radio EF cortado transversalmente por la cuerda AB