

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 493**

51 Int. Cl.:

**B41C 1/18** (2006.01)

**G03F 7/027** (2006.01)

**B41C 1/05** (2006.01)

**B41N 1/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2005 E 05711796 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2013 EP 1719017**

54 Título: **Elementos de fotopolímero con formación de imagen digital sin procesamiento usando microesferas**

30 Prioridad:

**30.01.2004 US 768799**

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

**19.02.2014**

73 Titular/es:

**MACDERMID PRINTING SOLUTIONS, LLC  
(100.0%)  
245 FREIGHT STREET  
WATERBURY, CONNECTICUT 06702, US**

72 Inventor/es:

**KANGA, RUSTOM S.**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 443 493 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

Elementos de fotopolímero con formación de imagen digital sin procesamiento usando microesferas

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a composiciones elastoméricas fotosensibles usadas para preparar elementos de impresión de fotopolímero con formación de imagen digital, tales como planchas de impresión y mantillas de impresión, sin necesidad de ninguna etapa de proceso intermedia.

10

**Antecedentes de la invención**

La flexografía es un método de impresión que se usa habitualmente para imprimir grandes volúmenes. La flexografía se emplea para imprimir sobre una diversidad de sustratos tales como papel, cartón, cartón ondulado, películas, láminas y laminados. Los periódicos y bolsas de supermercado son ejemplos destacables. Las superficies ásperas y películas estiradas pueden imprimirse económicamente solo mediante flexografía. Las planchas de impresión flexográficas son planchas de relieve con elementos de imagen elevados por encima de áreas abiertas. Tales planchas ofrecen un número de ventajas al impresor basándose principalmente en su durabilidad y facilidad con la que pueden fabricarse.

15

20

Aunque los elementos de impresión de fotopolímero típicamente se usan en una forma de lámina "plana" hay aplicaciones particulares y ventajas de usar el elemento de impresión en una forma cilíndrica continua como una mantilla de fotopolímero redonda continua (CITR). Las mantillas de fotopolímero CITR añaden los beneficios de formación de imagen digital, registro preciso, montaje rápido y no levantamiento de la plancha durante el proceso de impresión flexográfica. Las mantillas de CITR tienen aplicaciones en la impresión flexográfica de diseños continuos tales como en papel pintado, decoración y papel para envolver regalos y otros diseños continuos tales como mantelerías, etc. De esta manera, las mantillas CITR posibilitan que la impresión flexográfica sea más competitiva que el grabado o la impresión por transferencia respecto a la calidad de impresión.

25

30

Una plancha de impresión flexográfica típica tal cual la suministra el fabricante es un artículo multicapa fabricado, en orden, por una capa de respaldo o soporte, una o más capas fotocurables no expuestas, una capa protectora o película de deslizamiento y una lámina de cubierta. Una mantilla de fotopolímero CITR típica generalmente comprende un soporte de mantilla (capa de soporte) y al menos una capa fotocurable no expuesta encima de la capa de soporte.

35

La capa de respaldo proporciona soporte al elemento de impresión. Típicamente es una película o lámina de plástico de aproximadamente 127  $\mu\text{m}$  (5 mils) de espesor, y puede ser transparente u opaca. Las películas de poliéster, tales como una película de polietilentereftalato, pueden usarse adecuadamente como el respaldo. En el caso de usar mantillas de impresión, pueden usarse también metales tales como níquel y acero o materiales compuestos de polímero/fibra como la capa de respaldo.

40

Cuando solo está presente una única capa fotocurable, puede tener un espesor de 0,0635 a aproximadamente 0,6985 cm (aproximadamente 25 a aproximadamente 275 mils), y puede formularse a partir de cualquiera de una amplia variedad de fotopolímeros conocidos, iniciadores, diluyentes, reactivos etc. En algunos elementos de impresión, hay una segunda capa fotocurable (denominada "sobrerrecubrimiento" o capa de "impresión") encima de esta primera capa base de material fotocurable. Esta segunda capa normalmente tiene una composición similar a la de la primera capa pero generalmente es mucho más fina, siendo del orden de menos de aproximadamente 254  $\mu\text{m}$  (10 mils) de espesor. La película de deslizamiento es una lámina fina (de aproximadamente 2,54 a 25,4  $\mu\text{m}$  (0,1-1,0 mils) que es transparente a la luz UV y que protege el fotopolímero del polvo y aumenta su facilidad de manipulación. La lámina de cubierta es una capa protectora pesada típicamente de poliéster, plástico o papel.

50

Los métodos típicos de la técnica anterior para preparar planchas de impresión flexográficas pueden encontrarse por ejemplo en las Patentes de Estados Unidos N° 4.045.231, 5.223.375 y 5.925.500. Los métodos típicos de la técnica anterior para fabricar mantillas de impresión pueden encontrarse, por ejemplo, en las Patentes de Estados Unidos N° 4.871.650, 5.798.019, 5.916.403 y 6.424.327.

55

Es altamente deseable en la industria de la impresión con prensa flexográfica eliminar la necesidad de procesar químicamente los elementos de impresión al revelar las imágenes de relieve para ir de la plancha a la prensa más rápidamente. Un intento anterior para reducir los disolventes y el secado inherentemente largo que se requiere para que un disolvente se revele era la plancha de impresión flexográfica de revelado acuoso como se muestra en las Patentes de Estados Unidos N° 4.177.074, 4.517.279, 5.364.741 y 6.017.679. Sin embargo, el uso de agua para revelar el relieve es aún una etapa de "procesamiento". Además, las planchas de impresión que pueden revelarse mediante agua tienen desventajas inherentes tales como un rendimiento de impresión limitado y generación de agua residual.

60

65

Las planchas de transferencia de masa térmica tales como DuPont Cyrel® FAST™, están ganando popularidad debido a que están libres de productos químicos. En el caso del enfoque FAST™, el proceso térmico de retirar las áreas sin imagen no curadas del fotopolímero se realiza después de la reticulación de las áreas con imagen de la plancha. Este enfoque se demuestra en la Patente de Estados Unidos N° 6.171.758 y en las Patentes N° WO 0118604 y WO 0188615. Puesto que el fotopolímero es "denso" retirar las áreas sin imagen no curadas supone una cantidad de tiempo sustancial para conseguirlo. Los clientes deben invertir también en un procesador térmico patentado especial y adicional.

Los sistemas de grabado por láser de Fulflex y BASF (denominado LEP) también están libres de procesamiento. Un ejemplo de esta tecnología se encuentra en la Patente N° EP 0 982 124 A2. En el enfoque de BASF y ZED/Fulflex, el fotopolímero/caucho se cura o reticula antes de la etapa de grabado. Una vez más, debido a la alta densidad de estos materiales, la etapa de grabado térmico es larga y tediosa. Adicionalmente, es difícil conseguir una alta resolución. Por tanto, la desventaja de las planchas de grabado de la técnica anterior es una combinación de una resolución y capacidad de producción limitadas.

Grabar directamente un elemento de impresión en relieve con un láser es un concepto altamente deseable. Sin embargo, los láseres de grabado de CO<sub>2</sub> carecen de resolución del haz y provocan anomalías debido a la disipación de calor. La resolución de tales sistemas está limitada a bastante por debajo de 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)) en una base práctica. Los láseres de infrarrojo (IR) tales como los láseres Nd-YAG tienen una resolución extremadamente alta y se controlan con precisión. Sin embargo, estos láseres carecen de la potencia y reactividad necesarias para grabar fotopolímeros convencionales y pueden ser demasiado lentos debido a las limitaciones de transferencia de masa en sistemas de fotopolímero o caucho "curado" denso.

Las mantillas de fotopolímero continuas con formación de imagen digital añaden los beneficios de la formación de imagen digital, registro preciso, montaje rápido y sin levantamiento de la plancha durante el proceso de impresión flexo. Además, la impresión de mantilla digital con CITR permite ahorrar dinero a los convertidores en una base de coste total cuando se compara con planchas flexográficas planas debido a la eliminación del montaje de la plancha además de ganancias significativas de eficiencia una vez está sobre la prensa. Adicionalmente, tales elementos de impresión continuos pueden ser muy adecuados para el montaje sobre soportes de plancha con exposición al láser.

Los productos de mantilla de fotopolímero CTR con rendimiento limitado han estado disponibles en el mercado durante muchos años. Los comercios que usan principalmente fotopolímero tradicional y materiales en bruto de mantilla en un proceso de fabricación complejo con largos tiempos de producción actualmente producen estas mantillas. La formación de una mantilla de fotopolímero continua "sin costuras" se ha conseguido tradicionalmente mediante un proceso denominado "Seamex". El proceso Seamex implica envolver una capa de elementos de lámina plana denominada "goma de mantilla" (por ejemplo KOR® SG suministrado por MacDermid Printing Solutions), a una mantilla de níquel que tiene un revestimiento de imprimador activado por calor para unirse con el material de manera que los extremos de la plancha se unen entre sí. Todo el conjunto se coloca en un horno para curar y enlazar la capa de fotopolímero al revestimiento de imprimación y fundir los extremos de la capa entre sí. La capa de fotopolímero en la mantilla se rectifica al espesor necesario y después se recubre por pulverización o se recubre mediante anillo con una capa sensible a IR. El proceso de envoltura, curado, fusión, rectificado y pulverización de la capa de fotopolímero a la mantilla puede tardar en conseguirse de aproximadamente de 1,5 a 2 días. La mantilla cilíndrica después se somete a formación de imagen en los soportes de plancha típicos y la imagen se ajusta por exposición a luz UV y se procesa para lavar las áreas no expuestas de la capa sobre el cilindro, formando la superficie con relieve para impresión. Estos procesos para unir los bordes de una plancha en una forma cilíndrica se han divulgado por ejemplo en la Patente de Estados Unidos N° No. 4.758.500, Patente de Gran Bretaña N° GB 1.579.817, Patente Alemana N° DE 28 44 426 y Patente Europea N° EP 0 280 103.

Un problema con los métodos anteriores de unir los bordes para formar un cilindro continuo es que en ocasiones la costura de unión es visible e interrumpe la imagen impresa. Además, puede ocurrir degradación de la imagen debido a una exposición repetida a calor, en primer lugar en la extrusión y después durante el proceso de "curado con calor". Sería deseable tener una opción de mantilla continua con formación de imagen digital sin procesamiento en el mercado, que tuviera las ventajas de formación de imágenes digital sin procesamiento descritas anteriormente que pueda utilizarse con las mantillas de fotopolímero de CTR.

Una solución a los problemas vistos en la técnica en las planchas de impresión y las mantillas de impresión de la técnica anterior puede radicar en el uso de un elastómero termoplástico curable que contiene microburbujas para formar un elemento de impresión "sin procesamiento". Preferentemente, el elastómero puede curarse por radiación y la fuente de radiación se selecciona entre luces UV y fuentes de haz de electrones (EB). El inventor ha descubierto sorprendentemente que el curado por EB puede ser mejor que el curado por UV para esta aplicación por las razones analizadas con más detalle más adelante. El uso de curado por EB se conoce bien en la técnica y se pone de manifiesto por las enseñanzas en la Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 2003/0054153 AI, y los documentos EP A 84-18 0107608, EP A 86-25 0184598, EP B1 00852596, EP B 02-19 0726290 y en la Patente de Estados Unidos N° 6.124.370.

La composición curable es esencialmente una espuma no curada elastomérica fotocurable que está cargada con un material que absorbe la luz a una longitud de onda seleccionada. En una realización preferida, este material es un colorante (o pigmento) que es tanto absorbente de IR como transmisor de UV. A medida que el láser IR golpea el material que absorbe la luz a una longitud de onda seleccionada (es decir, un colorante), este convierte la energía IR en calor, provocando el "colapso por láser" de las microburbujas o microesferas. Debido a que el material elastomérico fotocurable consiste en células de espuma tienen un tamaño solo de micrómetros, puede ocurrir un proceso de erosión en profundidad mucho más rápidamente usando una energía mucho menor que la requerida en el sistema de transferencia de masa verdadera, tal como erosión con máscara o grabado de polímero. Además, la menor densidad y las correspondientes menores energías térmicas implicadas en este proceso actúan para evitar la conductancia de energía térmica a las células adyacentes, limitado de esta manera el daño térmico y teniendo el potencial de una mayor resolución que el grabado por láser tradicional. Después de que todas las áreas sin impresión (relieve) se hayan colapsado por láser, puede haber una etapa de proceso adicional para colapsar por láser la capa de obturación para formar una superficie de impresión más densa. Esta superficie de impresión más densa puede crearse también mediante una exposición con láser "de choque" simultáneamente a la exposición regular. Una exposición "de choque" o "instantánea" se refiere a una exposición rápida, generalmente de menos de aproximadamente 1 microsegundo. El fotopolímero después se expone a inundación, preferentemente usando curado por UV o EB para reticular la imagen formada para las propiedades físicas potenciadas. Finalmente, el proceso puede contener una etapa convencional para hacerlo anti-adherente.

La ventaja de este enfoque de "baja densidad" es que puede utilizarse en cualquiera de los soportes de plancha convencionales en la industria, solo con un cambio en el software que se usa para controlar la densidad de energía; no es necesaria una gran inversión en hardware. La desventaja de la formación de imágenes por UV a través de una "espuma" se obvia porque la formación de imágenes se realiza por interacción del láser IR con las microesferas. El curado se usa simplemente para ajustar la imagen en su sitio. Adicionalmente, se evita la etapa de proceso de lavado y, de esta manera, tiene la ventaja de flujo de trabajo de ir de la plancha a la prensa mucho más rápidamente que en los elementos de impresión flexográficos convencionales, mientras que al mismo tiempo reduce la generación de residuos sólidos.

La Patente de Estados Unidos N° 6.159.659 y la Patente de Estados Unidos N° 6.090.529, ambas de Gelbart, divulgan métodos para crear directamente una imagen elevada sobre una superficie de impresión flexográfica. Estas patentes divulgan la erosión con láser de una capa intermedia que comprende un elastómero y una alta concentración de microglobos de plástico o vidrio, para formar áreas rebajadas sobre la superficie. Además, estas patentes divulgan el control de la intensidad de un rayo láser y el tiempo de permanencia del rayo láser en cada punto, de manera que la potencia que se aplicará a cada parte de la superficie es suficiente para provocar una fusión localizada de la capa intermedia. El tiempo de permanencia es suficientemente largo tal como para producir un flujo viscoso del material fundido, mientras que la intensidad del láser es insuficiente para provocar una erosión completa de la capa intermedia. En un ejemplo, la plancha de impresión se forma a partir de una espuma de poliuretano negra de células cerradas, donde la espuma tiene una densidad de aproximadamente el 10 % la del poliuretano sólido. La Patente de Estados Unidos N° 6.159.659 divulga adicionalmente que cuando la plancha se "corta" o erosiona con un láser a la longitud de onda operativa, la acción de corte está autolimitada debido a la insensibilidad del soporte a la longitud de onda operativa, que evita el daño al respaldo.

La presente invención comprende una composición de elastómero fotosensible colapsable que comprende un elastómero curable, un material que absorbe la luz láser a una longitud de onda seleccionada y microesferas usadas para crear elementos de impresión con relieve de formación de imagen digital. En contraste, la patente 6.090.529 y la patente 6.159.659 no divulgan un elastómero fotosensible y no divulgan reticulación de la composición de la imagen formada para potenciar las propiedades físicas del elemento de impresión. Además, la patente 6.090.529 y la patente 6.159.659 no divulgan cómo se comporta la capa intermedia de espuma como una plancha de impresión. Las patentes divulgan un pigmento/colorante que está basado en carbono, que no es adecuado para su uso en la presente invención porque interferiría con los aspectos fotocurables de la invención.

La presente invención describe también una materia prima reticulable que se cura después de la formación de imágenes con láser para añadir la resistencia física necesaria para la durabilidad durante la vida de la prensa. La presente invención aboga por el uso de microesferas, para producir una fidelidad de imagen y consistencia excelentes. Como se explica con más detalle más adelante, la elección de las microesferas y el material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada son elementos clave para el éxito de esta invención.

El nuevo concepto de la presente invención aborda la necesidad en el mercado de eliminar la necesidad del procesamiento químico de los elementos de impresión, usando un elemento de impresión de fotopolímero de densidad muy baja que se impregna con microburbujas sensible a infrarrojos (IR) que se colapsan cuando se irradian con un láser. Posteriormente, el fotopolímero puede curarse para reticular el material para potenciar sus propiedades físicas.

El documento US-A-2003/0180636 divulga una plancha de impresión de imagen digital sin procesamiento usando microesferas. El documento EP-A-0766142 divulga un elemento para fabricar una mantilla de impresión de relieve sin costuras.

**Sumario de la invención**

5 Un objeto de la presente invención es proporcionar un elemento de impresión que comprende una composición de elastómero curable colapsable que comprende un elastómero curable, un material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada y microesferas.

10 Otro aspecto de la invención es proporcionar un procedimiento de fabricación de un elemento de impresión para formación de imagen por láser usando un material reticulable colapsable que comprende microesferas, para disminuir la densidad final de la formulación de fotopolímero y proporcionar un procedimiento que no requiere el uso de ninguna etapa de proceso intermedia.

Los objetos de la invención pueden conseguirse proporcionando elementos de impresión de relieve para formación de imagen digital y métodos de fabricación de elementos de impresión de relieve para formación de imagen digital.

15 La presente invención proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1 y un método de acuerdo con la reivindicación 5 de fabricación de una plancha o elemento de impresión de relieve con formación de imagen digital; y un método de acuerdo con la reivindicación 2, un método de acuerdo con la reivindicación 3 y un método de acuerdo con la reivindicación 4 de fabricación de una mantilla de impresión con formación de imagen por láser. Las características preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

20 Un método de este tipo de fabricación de una plancha de impresión con relieve con formación de imagen digital comprende las etapas de:

- 25 a) proporcionar una capa curable colapsable que comprende (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe la luz a una longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas, entre una lámina de cubierta y una lámina de respaldo para formar una plancha de impresión;
- b) exponer la capa curable colapsable a través de la lámina de respaldo para establecer una capa de suelo;
- c) retirar la lámina de cubierta de la plancha de impresión;
- 30 d) usar un láser para colapsar y fundir porciones de la capa curable colapsable para formar una imagen en relieve sobre la plancha de impresión; y
- e) curar la capa curable colapsable por exposición frontal a reticulación y curar la imagen en relieve formada usando radiación por haz de electrones.

35 En una realización, la plancha de impresión comprende adicionalmente una capa de obturación que comprende una capa fina de elastómero curable no colapsable situada entre la capa curable colapsable y la capa de cubierta de la plancha de impresión.

Otro método de fabricación de una mantilla de impresión con relieve con formación de imagen digital comprende las etapas de:

- 40 a) proporcionar una primera capa curable colapsable que comprende (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe la luz láser a una longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas, sobre una capa de soporte o respaldo;
- b) curar completamente la primera capa colapsable para establecer una capa de suelo;
- 45 c) proporcionar una segunda capa curable por radiación colapsable encima de la capa de suelo curada;
- d) proporcionar una capa de obturación que comprende una capa de elastómero curable no colapsable encima de la segunda capa curable colapsable;
- e) usar un láser para colapsar y fundir porciones del elastómero curable colapsable subyacente para formar una imagen con relieve sobre el elemento de impresión, actuando la capa de obturación no colapsable como la superficie de impresión; y
- 50 f) curar dicha primera y segunda capas de elastómero curable por exposición frontal para reticular dicha imagen en relieve formada usando radiación por haz de electrones.

Otro método de fabricación de una mantilla de impresión con relieve de imagen digital comprende las etapas de:

- 55 a) extruir una composición de elastómero curable colapsable que comprende (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe la luz láser a una longitud de onda seleccionada del láser y (iii) microesferas, sobre un soporte de mantilla transparente;
- b) extruir una capa de obturación que comprende una capa de elastómero curable por radiación no colapsable encima de la capa curable por radiación colapsable;
- 60 c) volver a exponer a través del soporte de mantilla para establecer una capa de suelo;
- d) usar un láser para colapsar y fundir porciones del elastómero curable por radiación colapsable para formar una imagen con relieve sobre la mantilla de impresión; y
- 65 e) curar dicho elastómero curable mediante exposición frontal para reticular dicha imagen con relieve formada usando radiación por haz de electrones.

Si fuera necesario, los elementos de impresión de la invención pueden curarse posteriormente y hacerse anti-adherentes.

5 Las microesferas expandidas y no expandidas pueden utilizarse en las composiciones de elastómero colapsable de la invención. Cuando se usan microesferas no expandidas, estas se expanden posteriormente usando una etapa de horneado.

10 La presente invención proporciona también una plancha de impresión con relieve de formación de imagen digital de acuerdo con la reivindicación 42, una mantilla de impresión de formación de imagen digital de acuerdo con la reivindicación 43 y un elemento de impresión en relieve de formación de imagen digital de acuerdo con la reivindicación 44. Las características preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

15 Las características y ventajas adicionales de la presente invención resultarán evidentes a lo largo de la divulgación descrita a continuación.

### Breve descripción de los dibujos

20 La Figura 1 representa una vista de una realización de una plancha de impresión de formación de imagen digital de la invención.

La Figura 2 representa una vista en sección transversal de una realización de una mantilla de impresión de formación de imagen digital de la invención.

La Figura 3 representa una vista en sección transversal de la misma realización de la mantilla de impresión de formación de imagen digital de la invención a medida que se forma una imagen en relieve sobre la superficie de la mantilla de impresión usando un láser.

25 La Figura 4 representa una vista en sección transversal de la misma realización de la mantilla de impresión de formación de imagen digital de la invención a medida que se somete a curado para reticular la imagen formada.

### Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

30 La presente invención describe métodos de fabricación de elementos de impresión de formación de imagen por láser, incluyendo planchas de impresión y mantillas de impresión sin necesidad de procesamiento químico del elemento de impresión.

#### Construcción de la plancha de impresión

35 La plancha de impresión de la invención generalmente comprende, desde arriba, una capa de cubierta de polietilentereftalato con un recubrimiento liberable o un recubrimiento de película deslizante, una capa de elastómero curable colapsable y un respaldo de polietilentereftalato. Dependiendo de la aplicación, pueden emplearse también otras construcciones de plancha.

40 La composición de elastómero curable colapsable se forma mezclando un elastómero curable, un material que absorbe la luz láser a una longitud de onda seleccionada del láser y microesferas. La composición de elastómero curable colapsable se extruye después entre una lámina de cubierta y una lámina de respaldo para formar una plancha de impresión. La lámina de cubierta puede contener opcionalmente un agente de liberación para facilitar la fácil retirada de la lámina de cubierta para montarla sobre el soporte de plancha.

45 La composición de elastómero curable colapsable se vuelve a exponer a través de la lámina de respaldo para establecer una capa de suelo. Esta "retro-exposición" es una exposición de la plantilla a radiación actínica a través del soporte, y se usa para crear una capa poco profunda de material polimerizado o un "suelo" sobre el lado de soporte de la capa fotopolimerizable. El suelo proporciona una adhesión mejorada entre la capa fotopolimerizable y el soporte y establece la profundidad del relieve de la plancha.

50 La lámina de cubierta se retira después de la plancha de impresión y la plancha de impresión se monta sobre un soporte de plancha. Se transfiere un archivo digital desde un ordenador a una plancha de impresión. Se usa un láser, preferentemente un láser de infrarrojos que opera a una longitud de onda de 830 nm o 1064 nm, para colapsar y fundir el elastómero curable para formar una imagen en relieve sobre la plancha de impresión. El elastómero curable después se expone frontalmente para reticular y curar la imagen formada. En general, la mayoría de planchas de impresión flexográficas se exponen frontalmente de forma uniforme para asegurar que el proceso de fotopolimerización se ha completado y que la plancha permanecerá estable durante la impresión y el almacenamiento.

55 Finalmente, la plancha puede someterse a una etapa opcional para hacerla anti-adherente. La anti-adherencia es un tratamiento post-revelado opcional que puede utilizarse si la superficie aún está pegajosa. La pegajosidad puede eliminarse por cualquier método conocido en la técnica.

65

Después de las etapas de exposición frontal y de anti-adherencia opcionales, la plancha está lista para imprimirla sobre la prensa. La plancha se cura y post-cura para mantener un 1 % de puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)). Las LPI es una medida de frecuencia del filtro en flexografía, donde cuanto mayor es la frecuencia más fina es la impresión. Por tanto, una impresión gruesa tal como sobre cartón ondulado típicamente

5 usa un filtro de líneas de aproximadamente 25,6 líneas por centímetro (65 LPI) y una impresión más fina, tal como sobre etiquetas o rótulos y envases generalmente usa filtros de línea mucho mayores tales como 47,2 líneas por centímetro (120 LPI) y mayores.

La elección de microesferas gobierna el método de fabricación mientras que la elección del material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada gobierna la longitud de onda operativa del soporte de plancha.

10

El método puede incluir una etapa adicional de crear una capa de impresión más densa sobre la superficie de la plancha de impresión flexográfica. Esta capa de impresión más densa puede construirse durante la construcción de la plancha, por ejemplo añadiendo una capa fina de un elastómero curable por UV no colapsable o un "obturador" entre la capa colapsable y la superficie de la plancha. Esta capa no colapsable más densa puede tener una composición similar o la misma que la de la capa colapsable, pero sin la adición de las microesferas. La capa no colapsable puede ser similar también a o igual que las capas de obturación típicas usadas normalmente en las planchas obturadas convencionales, tales como MacDermid's Flexlight® EPIC. Los ejemplos de la capa de obturación se conocen bien en la técnica y pueden encontrarse, por ejemplo, en las Patentes de Estados Unidos N°

15 4.427.759, 4.460.675 y 5.976.765.

Como alternativa, el método puede incluir una etapa de colapsar con láser una capa de obturación de la imagen formada para formar una superficie de impresión más densa. Esta etapa puede ocurrir simultáneamente con la formación de la imagen en relieve por exposición de choque o, como alternativa, puede ocurrir en una etapa diferente inmediatamente después de la formación de la imagen en relieve.

25

La Figura 1 representa diversas fases en la fabricación de la plancha de impresión, que no está de acuerdo con la presente invención, pero que se incluye para ilustrar diversas características que pueden incluirse en la presente invención. La primera fase (1) muestra una plancha de impresión en bruto que comprende una capa de elastómero curable por UV colapsable que contiene un elastómero curable por UV, un colorante IR y microesferas; la segunda fase (2) muestra el láser IR que colapsa las microesferas contenidas en la capa de elastómero curable por UV colapsable para crear una imagen en relieve de la plancha de impresión; y la tercera fase (3) demuestra las etapas de curado y post-curado con UV que refuerzan la plancha de impresión para su uso en la prensa.

30

#### 35 Construcción de la mantilla de impresión

Las mantillas de impresión de la invención generalmente se construyen de la siguiente manera:

- 1) formar al menos una capa curable colapsable sobre un soporte de mantilla;
- 2) formar una capa de obturación de un elastómero curable no colapsable sobre la al menos una capa curable colapsable;
- 3) usar un láser para colapsar y fundir porciones de la capa curable por radiación colapsable para formar una imagen en relieve sobre la mantilla de impresión, actuando la capa de obturación como la superficie de impresión; y
- 4) curar las capas de elastómero por exposición frontal para reticular la imagen con relieve formada.

40 45

La capa de obturación se extruye preferentemente 127-254  $\mu\text{m}$  (5-10 mils) por encima del calibre y se rectifica adicionalmente a un calibre deseado para formar una estructura sin costuras que tiene una superficie de impresión suave. El rectificado se consigue por ejemplo usando una rectificadora con una muela o una lija. En general, el calibre requerido de la capa de obturación es de aproximadamente 50,8-245  $\mu\text{m}$  (2-10 mils).

50

En una realización de la invención, la mantilla de impresión contiene dos capas curables colapsables y la primera capa colapsable se cura completamente a través de la parte superior para establecer una capa de suelo antes de que la segunda capa curable colapsable se forme encima de la capa de suelo formada. La capa de suelo puede funcionar también como una capa "compresible". Si se desea, la segunda capa curable colapsable y la capa de obturación pueden formarse simultáneamente, por ejemplo, por co-extrusión.

55

Después de que la primera capa colapsable se haya curado completamente para establecer una capa de suelo, la capa de suelo resultante se rectifica preferentemente a un calibre deseado. El espesor de la capa del suelo puede variar de aproximadamente 127  $\mu\text{m}$  (5 mils) a aproximadamente 0,340 cm (134 mils) dependiendo de la aplicación de impresión y del sustrato.

60

En otra realización de la invención, la mantilla de impresión contiene solo una capa curable por radiación colapsable y una capa de obturación. En este caso, el soporte de mantilla es transparente y la mantilla de impresión se vuelve a exponer a través del soporte de la mantilla para establecer la capa de suelo. De nuevo, si se desea, la capa curable colapsable y la capa de obturación pueden co-extruirse.

65

De acuerdo con la presente invención, el curado de las capas de elastómero se consigue por curado por radiación, donde la fuente de radiación usada para curar las capas de elastómero son haces de electrones. Si fuera necesario, las mantillas de impresión de la invención pueden curarse posteriormente y hacerse anti-adherentes.

5 Las Figuras 2-4 representan diversas fases en la fabricación de una mantilla de impresión de la presente invención.

La Figura 2 muestra una vista en sección transversal de una mantilla de impresión de formación de imagen por láser en bruto típica de la invención, es decir, antes de que la plancha se someta a formación de imagen por láser. Como se ve en la Figura 2, la mantilla de impresión (1) típicamente se construye de un soporte de mantilla (2), una capa de suelo (3), una capa de relieve colapsable (4) y una capa de obturación curable por radiación no colapsable (5).

El sostén o soporte de la mantilla (2) puede construirse de cualquier material o material compuesto que proporcione la rigidez y estabilidad térmica deseadas. Típicamente, los materiales para la construcción del soporte de mantilla (2) incluyen metales, tales como acero, aluminio y níquel, polímeros y materiales compuestos de polímero/fibra, tales como fibra de carbono o resinas reforzadas con fibra de vidrio. Las películas poliméricas, incluyendo polietilentereftalato (PET) y resinas de poliestireno y polivinilo, pueden usarse también como el soporte de mantilla de la invención.

Encima del soporte de mantilla (2) está la capa de suelo (3), que proporciona soporte a la mantilla de impresión y que se forma a partir de una composición de fotopolímero colapsable o no colapsable. El método de crear la capa de suelo (3) sobre el soporte de mantilla (2) depende de si el soporte de mantilla (2) es transparente u opaco. Si se usa un soporte de mantilla transparente tal como PET la capa de suelo puede crearse por retroexposición a través del soporte de mantilla (2). Si se usa un soporte de mantilla más opaco (2), la capa de suelo se crea por exposición frontal.

Encima de la capa de suelo (3) hay una o más capas de relieve colapsables (4), formadas a partir de una composición de fotopolímero curable por radiación colapsable. La capa de relieve curable colapsable (4) de la invención generalmente comprende (i) un elastómero curable; (ii) un material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada; y (iii) microesferas expandidas o no expandidas (6).

Finalmente, la mantilla de impresión (1) de la invención comprende una capa de obturación curable por radiación no colapsable (5) encima de la capa de relieve colapsable (4) que actúa como la superficie de impresión en la formulación de mantilla final. Esta capa no colapsable más densa puede tener una composición similar o la misma que la capa colapsable, pero sin la adición de microesferas. La capa no colapsable (5) puede ser similar también a o igual que las capas superiores típicas usadas normalmente en las planchas con capa de obturación convencionales, tales como MacDermid's Flexlight<sup>®</sup> EPIC. Los ejemplos de la capa de obturación se conocen bien en la técnica y pueden encontrarse, por ejemplo, en las Patentes de Estados Unidos N° 4.427.759, 4.460.675 y 5.976.765.

La Figura 3 muestra la mantilla de impresión (1) de la invención como si estuviera sometida a un láser IR (8) para colapsar las microesferas (6) contenidas en la capa de elastómero curable por radiación colapsable (4) para crear una imagen en relieve (7) de la mantilla de impresión (1).

La Figura 4 muestra la mantilla de impresión (1) de la invención según se somete a las etapas de curado por radiación y post-curado para endurecer la mantilla de impresión para su uso en la prensa. Como se ha analizado anteriormente, el curado de las capas de elastómero se consigue por curado por radiación usando haces de electrones.

Elastómero curable

50 El elastómero curable de la invención comprende:

- (1) un aglutinante;
- (2) un plastificante;
- (3) un fotoenvase, incluyendo monómeros curables y fotoiniciadores; y
- 55 (4) otros aditivos.

El aglutinante conduce a la estabilidad estructural de la plancha. Los aglutinantes adecuados incluyen copolímeros de estireno-butadieno-estireno, elastómeros termoplásticos, poliuretanos termoplásticos, copolímeros de estireno-isopreno-estireno y poliuretanos. Los aglutinantes preferidos incluyen copolímeros tribloque de estireno-butadieno-estireno y estireno-isopreno-estireno. Kraton<sup>™</sup> D1102, un copolímero de estireno-butadieno-estireno y Kraton<sup>™</sup> D1107, un copolímero de estireno-isopreno-estireno, fabricado por Kraton Polymers son especialmente preferidos.

Debido a que el índice de fluidez de la composición de elastómero es crucial, es imperativo que el aglutinante demuestre índices de fluidez (MFI) razonablemente altos. Los MFI entre aproximadamente 5 g/10 minutos a aproximadamente 20 g/10 minutos (200 °C, 5 kg) son preferidos, y los MFI de aproximadamente 10-11 g/10 minutos son más preferidos. El límite inferior es para facilitar la facilidad de colapso con láser mientras que el límite superior

en el MFI es para la resistencia e integridad de la plancha final.

La función del plastificante es crear un medio en el que el polímero fundido tenga una viscosidad relativamente baja de manera que ocurre un flujo viscoso durante el proceso de colapso con láser. El plastificante debería ser compatible con el aglutinante, disminuir la dureza Shore A o la dureza del durómetro, y disminuir la viscosidad del fundido a temperaturas elevadas, y al mismo tiempo debería ser capaz de interactuar con el aglutinante para que no fuera pegajoso a temperaturas ambiente. Los plastificantes adecuados incluyen poliisopreno oligomérico y polibutadienos. Un ejemplo de un plastificante utilizable en la presente invención es Shellflex™ 6371, un aceite nafténico/parafínico especialmente diseñado para caucho y plásticos, fabricado por Shell Oil. La proporción de plastificante a aglutinantes es crucial para el éxito de la invención. Si se usa demasiado aglutinante en la composición, la viscosidad en estado fundido y la dureza Shore A serán demasiado altas y no pueden utilizarse en la invención. Demasiado plastificante producirá una composición débil.

El fotoenvase comprende monómeros curables y fotoiniciadores típicos. Los monómeros difuncionales y trifuncionales dan buenas densidades de reticulación.

Se ha descubierto que es particularmente ventajoso utilizar curado por haz de electrones (EB) en esta solicitud. El colorante IR usado en esta composición, y mostrado a continuación, absorbe parte de la radiación UV-actínica y por tanto inhibe el curado minucioso. También, las espumas basadas en microesferas mostradas en esta solicitud tienen una mayor propensión a dispersar y diluir la radiación actínica UV requiriendo tiempos más largos para el curado minucioso. Por tanto, las composiciones de espuma tanto altamente pigmentadas como basadas en microesferas de esta solicitud pueden curarse ventajosamente usando radiación por haz de electrones. El curado por EB de las composiciones curables y particularmente de composiciones de espuma se conoce bien en la técnica. Véanse, por ejemplo, la Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 2003/0054153 AI, los documentos EP A 84-18 0107608, EP A 86-25 0184598, EP B1 00852596, EP B 02-19 0726290 y la Patente de Estados Unidos N° 6.124.370.

Algunos ejemplos de monómeros difuncionales y trifuncionales que pueden usarse en la invención incluyen acrilatos tales como triacrilato de trimetilolpropano, diacrilato de hexanodiol (HDDA), diacrilato de 1,3-butilenglicol, diacrilato de dietilenglicol, diacrilato de 1,6-hexanodiol, diacrilato de neopentilglicol, diacrilato de polietilenglicol-200, diacrilato de tetraetilenglicol, diacrilato de trietilenglicol, tetraacrilato de pentaeritritol, diacrilato de tripropilenglicol, diacrilato bisfenol-A etoxilado, triacrilato de trimetilolpropano, tetraacrilato de diimetilolpropano, triacrilato de tris(hidroxietil)isocianurato, hidroxipentaacrilato de dipentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, triacrilato de trimetilolpropano etoxilado, dimetacrilato de trietilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de tetraetilenglicol, dimetacrilato de polietilenglicol-200, dimetacrilato de 1,6-hexanodiol, dimetacrilato de neopentilglicol, dimetacrilato de polietilenglicol-600, dimetacrilato de 1,3-butilenglicol, dimetacrilato de bisfenol-A etoxilado, trimetacrilato de trimetilolpropano (TMPTMA), dimetacrilato de dietilenglicol, diacrilato de 1,4-butanodiol, dimetacrilato de dietilenglicol, tetrametacrilato de pentaeritritol, dimetacrilato de glicerina, dimetacrilato de trimetilolpropano, trimetacrilato de pentaeritritol, dimetacrilato de pentaeritritol, diacrilato de pentaeritritol, uretanometacrilato u oligómeros de acrilato y similares que pueden añadirse a la composición fotopolimerizable para modificar el producto curado. Los monoacrilatos tales como acrilato de ciclohexilo, acrilato de isobornilo, acrilato de laurilo y acrilato de tetrahidrofurfurilo y los metacrilatos correspondientes pueden servir también como el monómero curable por radiación en la invención.

Los fotoiniciadores para la composición de elastómero curable por radiación incluyen los benzoína alquil éteres tales como benzoína metil éter, benzoína etil éter, benzoína isopropil éter y benzoína isobutil éter. Otra clase de fotoiniciadores son las dialcoxiacetofenonas, ejemplificadas por 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona, es decir, Irgacure® 651 (disponible en Ciba-Geigy, Hawthorne, NY); y 2,2-dietoxi-2-fenilacetofenona. Otra clase más de fotoiniciadores son los compuestos de aldehído y cetona carbonilo que tienen al menos un núcleo aromático fijado directamente al grupo carboxilo. Estos fotoiniciadores incluyen, aunque sin limitación, benzofenona, acetofenona, o-metoxibenzofenona, acenaftenoquinona, metil etil cetona, valerofenona, hexanofenona, alfafenilbutirofenona, p-morfolinopropiofenona, dibenzosuberona, 4-morfolinobenzofenona, 4-morfolinodesoxibenzoína, p-disacetilbenceno, 4-aminobenzofenona, 4'-metoxiacetofenona, benzaldehído, alfa-tetralona, 9-acetilfenantreno, 2-acetilfenantreno, 10-tioxantenona, 3-acetilfenantreno, 3-acetilindona, 9-fluorenona, 1-indanona, 1,3,5-triacetilbenceno, tioxanten-9-ona, xanteno-9-ona, 7-H-benz[de]-antraceno-7-ona, 1-naftaldehído, 4,4'-bis(dimetilamino)-benzofenona, fluoreno-9-ona, 1'-acetonaftona, 2'-acetonaftona, 2,3-butanodiona, acetonafteno, benz[a]antraceno 7,12 diona, etc. Las fosfinas tales como trifenilfosfina y tri-*o*-tolilfosfina funcionan también en este documento como fotoiniciadores. Los iniciadores basados en benzofenona son los preferidos. Un ejemplo que está disponible en el mercado es Irgacure® 651.

Para inhibir la reticulación prematura durante el almacenamiento de las composiciones que contienen el prepolímero de esta invención, pueden añadirse inhibidores y estabilizadores de polimerización térmica. Tales estabilizadores se conocen bien en la técnica e incluyen, aunque sin limitación, hidroquinona monobencil éter, metil hidroquinona, amil quinona, amiloxihidroquinona, *n*-butilfenol, fenol, hidroquinona monopropil éter, fenotiazina y nitrobenzeno y mezclas de los mismos. Estos estabilizadores son eficaces para prevenir la reticulación de la composición de copolímero durante la preparación, el procesamiento y el almacenamiento. Se ha descubierto que Irganox® 1010, disponible en Ciba Specialty Chemicals, funciona bien en las composiciones de la presente invención.

Otros aditivos que pueden añadirse al elastómero para potenciar las propiedades de la composición incluyen adyuvantes de extrusión y antioxidantes. Los adyuvantes de extrusión adecuados incluyen estearato de calcio. Los antioxidantes adecuados incluyen fenoles alquilados, bisfenoles alquilados, trimetilhidroquinona polimerizada y dilauril tripropionato pueden añadirse también. Se prefiere especialmente betahidroxi tolueno (BHT).

5 Los absorbedores de luz UV o estabilizadores de luz UV pueden añadirse al elastómero para ajustar la fotovelocidad y, por lo tanto, la libertad de exposición del material elastómero. Numerosos materiales resultarán evidentes para los expertos en la materia. Los ejemplos de clases de estabilizador de luz que pueden utilizarse en las composiciones de la presente invención incluyen hidroxibenzofenonas, 2-hidroxifenil benzotriazoles, aminas con impedimentos y compuestos de níquel orgánicos. Además, pueden usarse también salicilatos, derivados de cinamato, monobenzoatos de resorcinol, oxanilidas y p-hidroxi benzoatos. Se ha descubierto que Tinuvin® 1130, un hidroxifenil benzotriazol sustituido, disponible en Ciba-Geigy Corp., funciona especialmente bien.

15 En general, puede usarse cualquier composición fotocurable conocida en la presente invención.

#### Microesferas

20 La elección de las microesferas es importante para el éxito de la invención. Las microesferas deberían ser estables durante el proceso de fabricación de la mantilla de impresión y aún capaces de colapsar durante la etapa de formación de imagen con láser. Las microesferas deberían ser estables para los disolventes y monómeros normalmente encontrados en las condiciones de impresión típicas. El tamaño de las microesferas gobierna el tamaño de "pixel".

25 Para esta solicitud, hay al menos dos tipos de microesferas disponibles en el mercado que pueden usarse, microesferas no expandidas y microesferas expandidas. Aunque ambos tipos pueden utilizarse en la invención, la versión no expandida ofrece ventajas de mejor control del tamaño de partícula final así como una mayor facilidad de uso. El porcentaje en peso de las microesferas en la composición depende del relieve final deseado y varía típicamente de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 15 % en peso de la formulación de fotopolímero.

30 Independientemente de si las microesferas son expandidas o no expandidas, las microesferas consisten generalmente en una carcasa termoplástica que encapsula un hidrocarburo. La carcasa de la microesfera es típicamente un copolímero de acrilonitrilo y cloruro de vinilideno o metacrilonitrilo, y el hidrocarburo dentro de la carcasa es típicamente isobutano o isopentano. Hay un número de fuentes comerciales para microesferas termoplásticas. EXPANCEL® es un nombre comercial para las microesferas disponibles en Noble Industries. Las microesferas poliméricas Dualite y Micropearl están disponibles en Pierce & Stevens Corporation.

40 La función de las microesferas en la composición de elastómero curable de la invención es disminuir la densidad final de la formulación de la plancha. Las microesferas tanto expandidas como no expandidas pueden utilizarse en la capa o capas curables colapsables de la invención. Las microesferas permiten la fabricación del elemento de impresión en condiciones de extrusión mientras que al mismo tiempo permiten que la composición de elastómero curable colapse y se funda cuando se calienta a temperaturas de formación de imagen por láser. Durante la etapa de colapso, se libera el gas hidrocarburo atrapado en la carcasa de las microesferas.

45 La elección de la microesferas gobierna el método de fabricación. Las formulaciones colapsables pero "expandidas" de la invención se mezclan en una mezcladora Sigma y se extruyen en una extrusora de un solo tornillo. Las formulaciones colapsables y "no expandidas" pueden extruirse en una extrusora de doble tornillo.

50 Si se usan microesferas no expandidas en la capa o capas curables colapsables de la invención, el elemento de impresión se hornea para crear expansión de la capa o capas curables antes de usar un láser para colapsar y fundir porciones de la capa o capas de elastómero curable colapsable. El horneado se consigue en un horno a una temperatura que se elige para que esté por encima de la  $T_{m\acute{a}x}$  de las microesferas, que dependiendo del fabricante puede variar de aproximadamente 100 °C a aproximadamente 200 °C durante un periodo de tiempo muy corto, normalmente 5-10 minutos hasta que ha tenido lugar la expansión completa.

55 Cuando la carcasa termoplástica se calienta, esta se reblandece y, al mismo tiempo, la presión del hidrocarburo aumenta provocando que la carcasa se estire y expanda. Cuando se retira el calor, la carcasa se rigidiza y las microesferas permanecen en su nueva forma expandida. La temperatura alcanzada durante la etapa de extrusión gobierna el tamaño de las microesferas. Debe tenerse cuidado de evitar temperaturas por encima de la temperatura de expansión máxima de las microesferas ( $T_{m\acute{a}x}$ ), por encima de la cual las microesferas empiezan a contraerse. Por tanto, se eligen microesferas que tengan una  $T_{m\acute{a}x}$  que es mucho mayor que la temperatura de fabricación de la composición elastomérica. Las microesferas no expandidas típicamente muestran un aumento del tamaño de partícula de aproximadamente 6-16  $\mu\text{m}$  a aproximadamente 20-40  $\mu\text{m}$  con un cambio de densidad correspondiente de 1,1  $\text{g}/\text{cm}^3$  a 0,04-0,06  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

65 La Tabla 1 resume las propiedades típicas de diversas microesferas no expandidas disponible en Noble Industries. En las formulaciones de microesfera mostradas, la densidad cambia de 0,8-1,0  $\text{g}/\text{cm}^3$  en la forma no expandida a

aproximadamente 0,13-0,065 g/cm<sup>3</sup> en la forma expandida, dependiendo del tamaño de partícula final conseguido.

Tabla 1: Propiedades típicas de microesferas no expandidas disponibles en el mercado de Noble Industries

| Expancel DU | Tamaño de partícula | T-inicial, °C        | T-máx, °C            | Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|---------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------|
| 551 DU 20   | 6-9 µm              | 93-98 (199-208 °F)   | 129-137 (264-279 °F) | 0,06                          |
| 551 DU 40   | 10-16 µm            | 93-98 (199-208 °F)   | 129-137 (264-279 °F) | 0,04                          |
| 051 DU 40   | 9-15 µm             | 106-111 (223-232 °F) | 138-147 (280-297 °F) | 0,06                          |
| 009 DU 80   | 18-24 µm            | 114-124 (237-255 °F) | 165-180 (329-356 °F) | 0,06                          |
| 091 DU 40   | 10-16 µm            | 112-122 (234-252 °F) | 183-193 (361-379 °F) | 0,04                          |

5 La Tabla 2 resume las propiedades típicas de diversas microesferas no expandidas disponibles en Pierce & Stevens Corporation. En las formulaciones de microesfera mostradas, la densidad cambia de 0,8-1,0 g/cm<sup>3</sup> en la forma no expandida a aproximadamente 0,02-0,03 g/cm<sup>3</sup> en la forma expandida, dependiendo del tamaño de partícula final conseguido.

10 Tabla 2: Propiedades típicas de microesferas no expandidas disponibles en el mercado de Pierce y Stevens

| Micropearl | Densidad (g/cm <sup>3</sup> )<br>(Antes de la Expansión) | T-inicial, °C | T-máx, °C            | Densidad (g/cm <sup>3</sup> )<br>(Después de la Expansión) |
|------------|--|---------------|----------------------|--|
| F50D       | 0,8-1,0  | 100 (212 °F)  | 140 (284 °F)         | 0,03   |
| F46D1      | 0,8-1,0  | 100 (212 °F)  | 140 (284 °F)         | 0,02   |
| F80D1      | 0,8-1,0  | 140 (284 °F)  | 160-170 (320-338 °F) | 0,02   |

Las microesferas expandidas pueden usarse también en el método de la presente invención. En este caso, se emplea una etapa de mezclado Sigma seguida de extrusión con un solo tornillo.

15 La Tabla 3 resume las propiedades típicas de diversas microesferas expandidas disponibles en Noble Industries.

Tabla 3: Propiedades típicas de microesferas expandidas disponibles en el mercado de Noble Industries

| Expancel DE   | Tamaño de Partícula | T-máx, °C            | Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) |
|---------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|
| 551 DE 20 d60 | 15-25 µm            | 129-137 (264-279 °F) | 0,06                          |
| 551 DE 40 d42 | ~40 µm              | 129-137 (264-279 °F) | 0,04                          |
| 051 DE 40 d60 | 20-40 µm            | 138-147 (280-297 °F) | 0,06                          |
| 009 DE 80     | ~80 µm              | 165-180 (329-356 °F) | 0,06                          |
| 091 DE 40 d30 | ~40 µm              | 183-193 (361-379 °F) | 0,03                          |

#### Material de absorción de luz láser

20 Los elastómeros curables así como las microesferas de la invención típicamente no son muy sensibles a la radiación IR. Para aumentar la sensibilidad de la composición del elastómero de fotopolímero a la radiación IR de los láseres en los soportes de plancha, se requiere un material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada, tal como un colorante o pigmento IR. Por lo tanto, la función principal del material que absorbe la luz láser a una longitud de onda seleccionada, es decir, un colorante o pigmento IR es convertir un compuesto normalmente transmisor de IR en absorbedor de IR.

30 A medida que el láser IR golpea el colorante, la energía de los fotones IR se convierte en calor, provocando el "colapso por láser" de las microburbujas o microesferas. Durante la etapa del proceso de colapso por láser se retira una masa muy pequeña, si acaso alguna, del elastómero. Tras el colapso, las microesferas liberan los gases de hidrocarburo atrapados, que se purgan al exterior. Puesto que el material consiste en células de espuma que son de tamaño micrométrico, el proceso de erosión hasta profundidad puede ocurrir mucho más rápidamente, usando mucha menos energía que la que se requiere en los sistemas de transferencia de masa verdaderos tales como erosión con máscara o grabado del polímero.

35 Cuando se usa EB para curar la composición fotocurable, no se requiere que el colorante/pigmento IR sea transmisor de UV, aunque se prefiere. Si fuera a usarse curado por UV, sería esencial que el colorante/pigmento de

IR tuviera transmisión de UV. En este caso, si el colorante/pigmento de IR fuera también absorbente de UV no sería posible el curado minucioso de la plancha, la plancha por tanto se haría inutilizable. Por lo tanto, cuando se utiliza curado por UV uno de los requisitos clave del colorante o pigmento láser es que es esencialmente transmisor en el régimen UV entre 350-400 nm, de manera que no interferirá durante la etapa de curado UV posterior.

5 Típicamente, los colorantes láser son esencialmente monocromáticos y la elección de la longitud de onda del láser del soporte de plancha, ya sea 830 nm o 1064 nm, gobierna la elección del colorante. El nivel de carga de colorante depende del coeficiente de extinción del colorante a la longitud de onda operativa, aunque generalmente varía de aproximadamente el 0,01 % a aproximadamente el 5 % de la formulación de fotopolímero.

10 Hay diversos colorantes absorbentes de IR/transmisores de UV disponibles en el mercado. ADS830A y ADS1060A (disponibles en American Dye Source, Inc.) son ejemplos de colorantes utilizables de la presente invención. Otros colorantes y pigmentos están disponibles en Lambda Physik, Exciton, Inc., Acros Organics USA, Clarion Corp., y Zeneca, Inc.

15 **Formación de imágenes por láser**

Una de las ventajas principales del concepto de la presente invención es que la mayoría de los clientes de flexografía digital tradicional pueden realizar de forma práctica la invención solo con un cambio en el software. A diferencia de otros elementos de impresión sin procesamiento de la técnica anterior, no son necesarias grandes inversiones en hardware para la realización práctica de la presente invención.

20 Hay 2 tipos de soportes de plancha que se usan generalmente, que funcionan ya sea a 830 nm o 1064 nm. Debido a la naturaleza monocromática del colorante IR, cada uno de los diferentes soportes de plancha necesita un colorante diferente y, por tanto, planchas con diferentes formulaciones.

25 El láser se emplea para colapsar de forma precisa el elastómero curable por radiación en puntos específicos, creando así una imagen gracias a las áreas colapsadas y no colapsadas por láser sobre la mantilla de impresión. El enfoque de colapso por láser tiene necesidades de densidad de energía totalmente diferentes y menores que las empleadas actualmente en la erosión con láser o grabado por láser. De hecho, por encima de una cierta densidad de energía el material tenderá a erosionar o degradar y habrá que tener cuidado para permanecer por debajo de este umbral de densidad de energía.

30 Se optimizan una combinación de potencia del láser, tamaño de punto de láser y tiempo de permanencia para producir el intervalo preferido de energía y densidad de energía. Pueden ser necesarios cambios en el software del soporte de plancha comercial para esta aplicación.

35 Esta invención se describe adicionalmente mediante los siguientes ejemplos, que deberían considerarse únicamente como ilustrativos y no limitantes en ningún sentido.

40 **Ejemplo 1: Preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando microesferas no expandidas sensibles a láseres de 830 nm**

45 Se fabrica una plancha de impresión de acuerdo con la composición indicada en la Tabla 4 usando microesferas no expandidas (microesferas Expancel<sup>®</sup> DU). Los ingredientes se mezclan en una mezcladora Sigma, y la temperatura de la mezcladora se aumenta lenta y gradualmente, hasta que alcanza la temperatura de expansión "óptima" para que las microesferas no expandidas aumenten su volumen. La temperatura de expansión óptima se determina por experimentación rutinaria y depende del tipo y tamaño particular de las microesferas no expandidas que se usen. Se debe tener cuidado de no superar la temperatura de expansión "máxima" para evitar el colapso de la microesfera. La composición se presiona en caliente entre 2 láminas de polietilentereftalato transparentes (PET) a una temperatura que está por debajo de la temperatura de expansión máxima de las microesferas. Uno de los dos PET tiene una película de deslizamiento o recubrimiento liberable para facilitar una retirada sencilla.

50 Como alternativa y preferentemente, la plancha se fabrica en una extrusora de doble tornillo. En la extrusora de doble tornillo, los ingredientes mostrados en la Tabla 4 se dividen en sólidos y premezclas. Las corrientes de sólido y líquido se mezclan inicialmente a una temperatura por debajo de la temperatura de expansión de las microesferas para completar la mezcla. La temperatura de las zonas del cilindro se aumenta gradualmente para crear expansión *in situ*. El compuesto se extruye después y se somete a calandrado hasta alcanzar un calibre entre los dos PET, uno de los cuales tiene una película de deslizamiento o recubrimiento liberable para facilitar una retirada sencilla.

55 La plancha se vuelve a exponer a través del respaldo, la hoja de cubierta se retira y se desecha y la plancha después se monta sobre un soporte de plancha flexográfica de 830 nm disponible en el mercado, tal como ThermoFlex<sup>®</sup> 5280 de Creo. El archivo digital se transfiere del ordenador a la plancha. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero, las microesferas colapsan creando un relieve. Se emplean diferentes densidades de energía para crear áreas de relieve más y menos profundo.

60

65

Durante el proceso de colapso con láser principal, se utiliza una exposición "instantánea" o "de choque" a lo largo de la plancha para colapsar una monocapa sobre la superficie para formar una capa más densa y crear la superficie de impresión final. La plancha se cura después mediante una exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener un 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)).

5

Tabla 4: Esquema de formulación para microesferas no expandidas o expandidas sensibles a láseres de 830 nm (capa colapsable)

| Ingrediente                                | % en peso |
|--|-----------|
| Kraton <sup>®</sup> D1102                  | 57,37     |
| Shellflex <sup>®</sup> 6371                | 21,19     |
| HDDA                                       | 5,30      |
| TMPTMA                                     | 5,30      |
| Irgacure <sup>®</sup> 651                  | 3,30      |
| BHT  | 2,27      |
| Irganox <sup>®</sup> 1010                  | 0,03      |
| Estearato de Calcio                        | 0,13      |
| Tinuvin <sup>®</sup> 1130                  | 0,01      |
| Colorante ADS830A                          | 0,10      |
| Microesferas Expancel <sup>®</sup> DU o DE | 5,00      |
|  | 100,0     |

**Ejemplo 2: Preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando microesferas no expandidas sensibles a láseres de 1064 nm**

10

Se sigue un procedimiento similar al del Ejemplo 1, usando la composición indicada en la Tabla 5, donde las microesferas son microesferas no expandidas (microesferas Expancel<sup>®</sup> DU). El posterior revelado y fabricación de la plancha son iguales que en el Ejemplo 1, excepto que se usa un soporte de plancha de 1064 nm disponible en el mercado tal como CDI™ de Barco. El archivo digital se transfiere del ordenador a la plancha. En las áreas en las que el láser interactúa con el fotopolímero, las microesferas colapsan creando un relieve. Se emplean diferentes densidades de energía para crear áreas de relieve más y menos profundo.

15

Durante la etapa de colapso por láser principal, se usa una exposición "instantánea" o "de choque" por todo ello para colapsar una monocapa sobre la superficie para formar una capa más densa y crear la superficie de impresión final. La plancha se cura mediante una exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener un 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)).

20

Tabla 5: Esquema de formulación para microesferas no expandidas o expandidas sensibles a láseres de 1064 nm (capa colapsable)

25

| Ingrediente                 | % en peso |
|-----------------------------|-----------|
| Kraton <sup>®</sup> D1102   | 57,37     |
| Shellflex <sup>®</sup> 6371 | 21,19     |
| HDDA                        | 5,30      |
| TMPTMA                      | 5,30      |
| Irgacure <sup>®</sup> 651   | 3,30      |
| BHT                         | 2,27      |
| Irganox <sup>®</sup> 1010   | 0,03      |
| Estearato de Calcio         | 0,13      |
| Tinuvin <sup>®</sup> 1130   | 0,01      |
| Colorante ADS1060A          | 0,10      |

| Ingrediente                    | % en peso |
|--------------------------------|-----------|
| Microesferas Expancel® DU o DE | 5,00      |
|                                | 100,0     |

**Ejemplo 3: Preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando microesferas expandidas sensibles a láseres de 830 nm**

- 5 Se fabrica una plancha de impresión de acuerdo con la composición mostrada en la Tabla 4 usando microesferas expandidas (microesferas Expancel® DE). Los ingredientes se mezclan en una mezcladora Sigma y el compuesto se prensa en caliente entre 2 PET transparentes, uno de los cuales tiene una película de deslizamiento o recubrimiento liberable. Como alternativa, la plancha se fabrica en una extrusora de doble tornillo.
- 10 Después del laminado, la lámina de cubierta se retira y se desecha. La plancha se vuelve a exponer a través del respaldo y se monta sobre un soporte de plancha flexográfico de 830 nm disponible en el mercado, tal como ThermoFlex® 5280 de Creo. El archivo digital del ordenador se transfiere sobre la plancha. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero, las microesferas colapsarán creando un relieve. Se emplean diferentes densidades de energía para crear áreas de relieve más y menos profundo.
- 15 Durante la etapa de colapso por láser principal, se usa una exposición "instantánea" o "de choque" por toda la plancha para colapsar una monocapa sobre la superficie para formar una capa más densa y crear la superficie de impresión final. La plancha después se cura mediante una exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener un 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)).

**Ejemplo 4: Preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando microesferas no expandidas sensibles a láseres de 1064 nm**

- 25 Se usa un procedimiento similar al del Ejemplo 3, excepto que se usa la composición de la Tabla 5 en lugar de la composición de la Tabla 4, con microesferas expandidas (microesferas Expancel® DE). El revelado y fabricación posteriores de la plancha son iguales que en el caso anterior, excepto que se usa un soporte de plancha de 1064 nm disponible en el mercado, tal como CDI™ de Barco. El archivo digital del ordenador se transfiere sobre la plancha. En las áreas en las que el láser interactúa con el fotopolímero, las microesferas colapsarán, creando un relieve. Se emplean diferentes densidades de energía para crear áreas de relieve más y menos profundo.
- 30 Durante el proceso de colapso por láser principal, se usa exposición "instantánea" o "de choque" por todo ello para colapsar una monocapa sobre la superficie para formar una capa más densa y crear la superficie de impresión final. La plancha se cura después por una exposición frontal convencional y curado posterior para mantener el 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)).

**Ejemplo 5: Preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando microesferas no expandidas sensibles a láseres de 830 nm y que tienen una capa no colapsable**

- 40 Una plancha de impresión que tiene una capa másica colapsable y una capa de impresión colapsable fina se fabrican de la siguiente manera.
- 45 Se usa la composición colapsable mostrada en la Tabla 4 con microesferas no expandidas (microesferas Expancel® DU). Los ingredientes se mezclan en una mezcladora Sigma y la temperatura de la mezcladora se aumenta lenta y gradualmente hasta que alcanza la temperatura de expansión "óptima" para que las microesferas no expandidas aumenten su volumen. La temperatura de expansión óptima se determina por experimentación rutinaria y depende del tipo particular y del tamaño de las microesferas no expandidas que se usan. Se debe tener cuidado de no superar la temperatura de expansión "máxima" para evitar el colapso de la microesfera.
- 50 Como alternativa y preferentemente, la plancha se fabrica en una extrusora de doble tornillo. En la extrusora de doble tornillo, los ingredientes mostrados en la Tabla 4 se dividen en sólidos y premezclas. Las corrientes de sólido y líquido se mezclan inicialmente a una temperatura por debajo de la temperatura de expansión de las microesferas para una mezcla completa. La temperatura de las zonas del cilindro se aumenta gradualmente para crear expansión *in situ*. El compuesto se extruye y se somete a calandrado hasta alcanzar un calibre con la construcción "no colapsable" como se describe más adelante.
- 55 En la Tabla 6 se muestra la composición de la capa de impresión "no colapsable". El compuesto se mezcla en una mezcladora Sigma. Como alternativa y preferentemente puede emplearse una extrusora de doble tornillo para producir el compuesto final. El compuesto se presiona en caliente sobre el PET que tiene el recubrimiento de deslizamiento fino (espesor ~5,1 µm (0,2 mils)) o puede extruirse directamente sobre el PET que tiene el recubrimiento de deslizamiento anterior para conseguir la construcción "no colapsable". El espesor de la capa no
- 60

colapsable se mantiene a aproximadamente 50,8  $\mu\text{m}$  (2 mils).

Otra manera de obtener la construcción "no colapsable" es usar la capa de obturación tradicional descrita en la bibliografía y como se usa en la plancha Flexlight<sup>®</sup> EPIC de MacDermid. En este caso, la capa de obturación con el recubrimiento de deslizamiento se fabrica por terceros y se usa justo antes de la fabricación de la plancha final como se esboza a continuación.

La construcción de plancha final se consigue mediante uno de dos métodos. El compuesto colapsable anterior se prensa en caliente sobre un PET de respaldo y se lamina a la construcción "no colapsable" anterior para conseguir la plancha de impresión final. Como alternativa y preferentemente, la capa colapsable podría extruirse directamente sobre el PET de respaldo y calandrarse hasta alcanzar el calibre con la construcción "no colapsable" anterior.

La plancha vuelve a exponerse a través del respaldo, la lámina de cubierta se retira y se desecha, y la plancha después se monta sobre un soporte de plancha flexográfico de 830 nm disponible en el mercado, tal como ThermoFlex<sup>®</sup> 5280 de Creo. El archivo digital se transfiere del ordenador a la plancha. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero másico, las microesferas colapsarán creando un relieve. La capa "no colapsable" fina no es sensible al láser y simplemente colapsará con la capa colapsable subyacente. Se emplean diferentes densidades de energía para crear un relieve más o menos profundo. La plancha se cura después por exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener un 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)).

Tabla 6: Esquema de formulación para la capa no colapsable

| Ingrediente                 | % en peso |
|-----------------------------|-----------|
| Kraton <sup>®</sup> D1102   | 60,46     |
| Shellflex <sup>®</sup> 6371 | 22,33     |
| HDDA                        | 5,58      |
| TMPTMA                      | 5,58      |
| Irgacure <sup>®</sup> 651   | 3,48      |
| BHT                         | 2,39      |
| Irganox <sup>®</sup> 1010   | 0,03      |
| Estearato de Calcio         | 0,14      |
| Tinuvin <sup>®</sup> 1130   | 0,01      |
|                             | 100,0     |

**Ejemplo 6: Preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando microesferas no expandidas sensibles a láseres de 1064 nm y que tiene una capa no colapsable**

Se sigue un procedimiento similar al del Ejemplo 5, usando la composición colapsable mostrada en la Tabla 5, y microesferas no expandidas (microesferas Expancel<sup>®</sup> DU). La composición "no colapsable" es idéntica a la del Ejemplo 5 y se muestra en la Tabla 6.

El posterior revelado y fabricación de la plancha es el mismo que en el Ejemplo 5, excepto por el soporte de plancha. Se usa en su lugar un soporte de plancha de 1064 nm disponible en el mercado, tal como CDI<sup>™</sup> de Barco. El archivo digital del ordenador se transfiere sobre la plancha. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero másico, las microesferas colapsarán creando un relieve. La capa "no colapsable" es insensible al láser y simplemente colapsará con la capa colapsable subyacente. Se emplean diferentes densidades de energía para crear un relieve más o menos profundo. La plancha se cura después mediante una exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener el 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)).

**Ejemplo Comparativo 7: preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando grabado por láser con láseres de 830 nm**

Se fabrica una plancha de impresión usando la composición mostrada en la Tabla 7, fórmula que no contiene microesferas. Los ingredientes indicados se mezclan juntos en una mezcladora Sigma. La composición después se prensa en caliente entre 2 PET transparentes, uno de los cuales tiene una película de deslizamiento o recubrimiento liberable.

- Después del laminado, la lámina de cubierta se retira y se desecha. La plancha se cura completamente mediante el uso de largos tiempos de exposición frontal a UV (FEX). La plancha curada se monta sobre un soporte de plancha flexográfica de 830 nm disponible en el mercado, tal como ThermoFlex® 5280 de Creo. El archivo digital se transfiere del ordenador a la plancha. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero, el polímero realizará el grabado creando un relieve. Se necesitan densidades de energía mucho mayores para crear un relieve profundo. Para conseguir tales densidades de energía, el soporte de plancha tiene que hacerse funcionar a velocidades extremadamente bajas. Además, debido al calor generado, no es posible mantener detalles muy finos.

10 Tabla 7: Esquema de formulación para una plancha flexográfica sin procesamiento usando grabado por láser con láseres de 830 nm

| Ingrediente         | % en peso |
|---------------------|-----------|
| Kraton® D1102       | 60,39     |
| Shellflex® 6371     | 22,31     |
| HDDA                | 5,58      |
| TMPTMA              | 5,58      |
| Irgacure® 651       | 3,47      |
| BHT                 | 2,39      |
| Irganox® 1010       | 0,03      |
| Estearato de Calcio | 0,14      |
| Tinuvin® 1130       | 0,01      |
| Colorante ADS830A   | 0,10      |
|                     | 100,0     |

**Ejemplo Comparativo 8: preparación de una plancha flexográfica sin procesamiento usando grabado por láser con láseres de 1064 nm**

- 15 Se fabrica una plancha de impresión con la composición mostrada en la Tabla 8, fórmula que no contiene microesferas. Los ingredientes mostrados se mezclaron juntos en una mezcladora Sigma. La composición después se prensa en caliente entre 2 PET transparentes, uno de los cuales tiene una película de deslizamiento o recubrimiento liberable.
- 20 Después del laminado, la lámina de cubierta se retira y se desecha. La plancha se cura completamente usando largos tiempos de exposición frontal a UV (FEX). La plancha curada se monta en un soporte de plancha de 1064 nm disponible en el mercado, tal como CDI™ de Barco. El archivo digital se transfiere del ordenador a la plancha. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero, el polímero realizará el grabado, creando un relieve. Se necesitan densidades de energía mucho mayores para crear un relieve más profundo. Para conseguir tales densidades de energía, es necesario que el soporte de plancha funcione a velocidades extremadamente bajas. Además, debido al calor generado, no es posible mantener detalles muy finos.

25 Tabla 8: Esquema de formulación para una plancha flexográfica sin procesamiento usando grabado por láser con láseres de 1064 nm

| Ingrediente         | % en peso |
|---------------------|-----------|
| Kraton® D1102       | 60,39     |
| Shellflex® 6371     | 22,31     |
| HDDA                | 5,58      |
| TMPTMA              | 5,58      |
| Irgacure® 651       | 3,47      |
| BHT                 | 2,39      |
| Irganox® 1010       | 0,03      |
| Estearato de Calcio | 0,14      |

| Ingrediente   | % en peso |
|---------------|-----------|
| Tinuvin® 1130 | 0,01      |
| ADS1060A      | 0,10      |
|               | 100,0     |

#### **Ejemplo 9: Preparación de la mantilla cilíndrica hueca "fina" y "gruesa"**

5 En primer lugar se inspecciona un mandril para imperfecciones o defectos y se limpia minuciosamente. Se aplica después un agente de desmoldeo al mandril y el mandril se precalienta a aproximadamente 38 °C a 49 °C (100 a 120 °F). Se mezclan una resina epoxi y un endurecedor (proporción aproximadamente 3,3:1) a mano durante 1-2 minutos hasta que la mezcla se espese y después la mezcla de resina-endurecedor se aplica al mandril. Un tejido de vidrio tipo 106 precortado a anchuras de 10,2 cm (4 pulgadas) se envuelve alrededor del mandril para asegurar que el tejido está totalmente humedecido. Se permite después que el material compuesto polímero-vidrio reticule o gelifique aplicando calor durante aproximadamente 30 minutos. La mantilla se retira del mandril mientras la mantilla y el mandril aún están calientes introduciendo aire comprimido entre la mantilla y el mandril para ayudar con la retirada, y después se hornea durante 4 horas a 49 °C (120 °F). Después de la etapa de horneado la mantilla se mecaniza adicionalmente o se rectifica al calibre especificado (aproximadamente 40,6 µm ± 12,7 µm (16 mil ± ½ mil) de espesor de pared.

15 Puede fabricarse una Base Cilíndrica Hueca Versaflex "gruesa" de una manera similar. La mezcla de resina-endurecedor se satura sobre un tejido Kevlar® en el mandril. El tejido de vidrio tipo 106 precortado a una anchura de 10,2 cm (4 pulgadas) se envuelve alrededor del mandril encima del Kevlar® junto con la mezcla resina-endurecedor para asegurar que el tejido está totalmente empapado. Esto se repite hasta que se consigue el espesor deseado (normalmente aproximadamente 0,127-0,223 cm (50-90 mils)). El material compuesto Kevlar®-polímero-vidrio se deja después reticular o gelificar aplicando calor durante aproximadamente 30 minutos. La mantilla gruesa se retira del mandril mientras la mantilla y el mandril aún están calientes introduciendo aire comprimido entre la mantilla y el mandril para ayudar con la retirada. La mantilla después se hornea durante 4 horas a 49 °C (120 °F). Después de la etapa de horneado, la mantilla se mecaniza o rectifica adicionalmente hasta el calibre especificado (aproximadamente 0,102-0,203 cm (40-80 mil) de espesor de pared.

#### **Ejemplo 10: Preparación de una mantilla flexográfica sin procesamiento sensible a láseres de 830 nm o 1064 nm**

30 Se fabrica una mantilla de impresión de acuerdo con la composición mostrada en la Tabla 4 o 5 usando microesferas no expandidas (Expancel® DU) o microesferas expandidas (Expancel® DE). Los ingredientes se mezclan en una mezcladora Sigma (microesferas expandidas) seguido de extrusión con un solo tornillo o se mezclan y expanden en una extrusora de doble tornillo (microesferas no expandidas). De cualquier forma, la composición se extruye adicionalmente sobre la mantilla fina o gruesa descrita en el Ejemplo 9.

35 La expansión de las microesferas no expandidas en la composición tiene lugar durante la etapa de extrusión en la extrusora de doble tornillo. Esta capa después se cura completamente desde la parte superior usando cualquiera de curado por UV o EB, y la capa de suelo resultante se rectifica después hasta el calibre. Una segunda capa de formación de imagen colapsable que tiene una composición descrita en la Tabla 4 o 5 se extruye después en la parte superior seguido de una capa de obturación que tiene la composición descrita en la Tabla 6. Como alternativa, las dos últimas capas pueden co-extruirse. La capa de obturación se rectifica adicionalmente hasta el calibre y se hace sin costuras. Esta capa de obturación se convierte después en la superficie de impresión.

45 La mantilla se monta sobre un soporte de plancha flexográfica de 830 nm disponible en el mercado, tal como ThermoFlex® 5280 de Creo (usando la composición de capa colapsable de la Tabla 4) o un soporte de plancha de 1064 nm disponible en el mercado, tal como CDI™ de Barco (usando la composición de la capa colapsable de la Tabla 5) que tiene capacidades de montaje de mantilla. El archivo digital del ordenador se transfiere a la mantilla. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero por debajo de la capa de obturación, las microesferas colapsarán, creando un relieve. Se emplean diferentes densidades de energía para crear un relieve más o menos profundo.

55 La mantilla de impresión se cura después mediante una exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener el 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)). Como alternativa, la exposición frontal puede conseguirse mediante curado por EB.

**Ejemplo 11: Preparación de una mantilla flexográfica sin procesamiento sensible a láseres de 830 nm o 1064 nm usando un soporte transmisor de UV para retroexposición**

5 Se fabrica una mantilla de impresión de acuerdo con la composición mostrada en la Tabla 4 o 5 usando microesferas no expandidas (Expancel<sup>®</sup> DU) o microesferas expandidas (Expancel<sup>®</sup> DE). Los ingredientes se mezclan en una mezcladora Sigma (microesferas expandidas) seguido de extrusión con un solo tornillo o mezclado y expandido en una extrusora de doble tornillo (microesferas no expandidas). Una vez mezclada, la composición se extruye sobre una mantilla de PET transmisor de UV.

10 En el caso de microesferas no expandidas, la expansión tiene lugar durante la etapa de extrusión en la extrusora de doble tornillo, y esta capa se rectifica después hasta el calibre. Una segunda capa de obturación no colapsable se extruye después en la parte superior que tiene la composición descrita en la Tabla 6. La capa de obturación se rectifica después para formar una superficie de impresión sin costuras. Como alternativa, las 2 capas anteriores pueden co-extruirse y hacerse sin costuras, sin la etapa de rectificado intermedia de la capa colapsable. Una etapa de retroexposición a través del soporte de PET establece después una capa de suelo.

15 La mantilla se monta sobre un soporte de plancha flexográfica de 830 nm disponible en el mercado, tal como ThermoFlex<sup>®</sup> 5280 de Creo (usando la composición de la capa colapsable de la Tabla 4) o un soporte de plancha de 1064 nm disponible en el mercado, tal como CDI<sup>™</sup> de Barco (usando la composición de la capa colapsable de la Tabla 5) que tiene capacidades de montaje de mantilla. El archivo digital del ordenador se transfiere sobre la mantilla. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero por debajo de la capa de obturación, las microesferas colapsarán, creando un relieve. Se emplean diferentes densidades de energía para crear un relieve más o menos profundo.

25 La mantilla de impresión se cura después mediante una exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener el 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)). Como alternativa, la exposición frontal puede conseguirse mediante curado por EB.

**Ejemplo 12: Preparación de una mantilla flexográfica sin procesamiento sensible a láseres de 830 nm o 1064 nm usando microesferas no expandidas y provocando la expansión después de la extrusión**

30 Se fabrica una mantilla de impresión de acuerdo con la composición mostrada en la Tabla 7 u 8, usando microesferas no expandidas (microesferas Expancel<sup>®</sup> DU). Los ingredientes se mezclan en una mezcladora Sigma y la composición se extruye adicionalmente sobre la mantilla fina o gruesa descrita en el Ejemplo 9 usando una extrusora de un solo tornillo. Debe tenerse cuidado de permanecer por debajo de la temperatura de expansión siempre que sea posible. Esta capa se curó completamente desde la parte superior usando curado por UV o EB. La capa de suelo después se rectificó hasta el calibre. Una segunda capa de formación de imagen colapsable pero no expandida que tiene la composición mostrada en la Tabla 7 u 8 se extruye adicionalmente en la parte superior seguido de extrusión de una capa de obturación que tiene la composición de la Tabla 6. Como alternativa, las 2 últimas capas pueden co-extruirse. La capa de obturación se rectifica adicionalmente hasta el calibre y se hace sin costuras. El conjunto completo se insertó en un horno a una temperatura por encima de la  $T_{\text{máx}}$  de la microesfera durante 5-10 minutos hasta que hubo tenido lugar la expansión completa de las microesferas.

45 Como alternativa, si se emplea un soporte de mantilla de PET, se evita la etapa de curado/rectificado y el suelo se crea por retroexposición (BEX) a través del soporte de la mantilla.

50 Después de la expansión, la mantilla se monta sobre un soporte de plancha flexográfica de 830 nm disponible en el mercado, tal como ThermoFlex<sup>®</sup> 5280 de Creo (usando la composición de la capa colapsable de la Tabla 7) o un soporte de plancha de 1064 nm disponible en el mercado, tal como CDI<sup>™</sup> de Barco (usando la composición de capa colapsable de la Tabla 8) que tiene capacidades de montaje de la mantilla. El archivo digital del ordenador se transfiere sobre la mantilla. En las áreas donde el láser interactúa con el fotopolímero por debajo de la capa, las microesferas colapsarán, creando un relieve. Se emplean diferentes densidades de energía para crear áreas de relieve más o menos profundo.

55 La mantilla de impresión después se cura mediante una exposición frontal convencional y se cura posteriormente para mantener el 1 % de los puntos a 52,4 líneas por centímetro (133 líneas por pulgada (LPI)). Como alternativa, la exposición frontal puede conseguirse mediante curado por EB.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricación de una plancha de impresión en relieve con formación de imagen digital que comprende las etapas de:

- 5 a) proporcionar una capa curable colapsable que comprende (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe la luz láser a una longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas, entre una lámina de cubierta y una lámina de respaldo para formar una plancha de impresión;
- 10 b) exponer la capa curable colapsable a través de la lámina de respaldo para establecer una capa de suelo;
- 10 c) retirar la lámina de cubierta de la plancha de impresión;
- 10 d) usar un láser para colapsar y fundir porciones de la capa curable colapsable para formar una imagen en relieve sobre la plancha de impresión; y
- 15 e) curar dicha capa curable colapsable por exposición frontal para reticular y curar dicha imagen en relieve formada usando radiación por haz de electrones.

2. Un método de fabricación de una mantilla de impresión con formación de imagen por láser que comprende las etapas de

- 20 a) proporcionar al menos capa curable colapsable sobre un soporte de mantilla;
- 20 b) proporcionar una capa de obturación de un elastómero curable no colapsable sobre al menos una capa curable colapsable;
- 25 c) usar un láser para colapsar y fundir porciones de al menos una capa curable colapsable para formar una imagen en relieve sobre la mantilla de impresión, actuando la capa de obturación como la superficie de impresión; y
- 25 d) curar la mantilla de impresión por exposición frontal para reticular la imagen en relieve formada usando radiación por haz de electrones.

3. Un método de fabricación de una mantilla de impresión con formación de imagen por láser que comprende las etapas de:

- 30 a) proporcionar una primera capa curable colapsable sobre el soporte de mantilla;
- 30 b) curar completamente dicha primera capa colapsable para establecer una capa de suelo;
- 35 c) proporcionar una segunda capa curable colapsable encima de dicha capa de suelo curada;
- 35 d) proporcionar una capa de obturación que comprende una capa de elastómero curable no colapsable encima de dicha segunda capa curable colapsable;
- 40 e) usar un láser para colapsar y fundir porciones de la segunda capa curable colapsable subyacente para formar una imagen en relieve sobre la mantilla de impresión; y
- 40 f) curar la mantilla de impresión por exposición frontal para reticular y curar dicha imagen en relieve formada usando radiación por haz de electrones.

4. Un método de fabricación de una mantilla de impresión con formación de imagen por láser que comprende las etapas de:

- 45 a) proporcionar una capa curable colapsable que comprende (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas, sobre un soporte de mantilla transparente;
- 50 b) proporciona una capa de obturación que comprende una capa de elastómero curable no colapsable encima de dicha capa curable colapsable;
- 50 c) exponer dicha capa curable colapsable a través del soporte de mantilla transparente para establecer una capa de suelo;
- 55 d) usar un láser para colapsar y fundir porciones de la capa curable colapsable para formar una imagen en relieve sobre la mantilla de impresión; y
- 55 e) curar la mantilla de impresión por exposición frontal para reticular y curar dicha imagen en relieve formada usando radiación por haz de electrones.

5. Un método de fabricación de un elemento de impresión en relieve con formación de imagen digital que comprende las etapas de:

- 60 a) proporcionar una capa curable colapsable sobre un sustrato, comprendiendo dicha capa curable colapsable (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas;
- 65 b) exponer la capa curable colapsable para establecer una capa de suelo;
- 65 c) usar un láser para colapsar y fundir porciones de la capa curable colapsable para formar una imagen en relieve sobre la plancha de impresión; y
- 65 d) curar dicha capa curable por exposición frontal para reticular y curar dicha imagen en relieve formada usando radiación por haz de electrones.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde dicha plancha de impresión comprende adicionalmente una capa fina de elastómero curable no colapsable entre la capa curable colapsable y la lámina de cubierta de la plancha.
- 5 7. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 5, donde como la imagen en relieve se forma sobre la plancha o elemento de impresión, la plancha o elemento de impresión se expone simultáneamente a choque para colapsar al menos una parte de dicha capa curable colapsable para crear una superficie de impresión final sobre dicha plancha o elemento de impresión.
- 10 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 5, que comprende adicionalmente una etapa de colapsar con láser al menos una parte de dicha imagen formada para formar una superficie de impresión más densa.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la lámina de respaldo comprende polietilentereftalato.
- 15 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la lámina de cubierta comprende adicionalmente una película de deslizamiento o una capa liberable.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 5, donde el elastómero curable de la capa curable colapsable comprende un aglutinante, un plastificante, uno o más monómeros curables y un fotoiniciador.
- 20 12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, donde las microesferas se seleccionan entre el grupo que consiste en microesferas expandidas y microesferas no expandidas.
- 25 13. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, donde dichas microesferas no expandidas tienen un tamaño de partícula inicial de 6-16  $\mu\text{m}$  y un tamaño de partícula después de la expansión de 20-40  $\mu\text{m}$ , con un cambio correspondiente a la densidad de aproximadamente 0,8 a 1,1  $\text{g}/\text{cm}^3$  a entre aproximadamente 0,02 y aproximadamente 0,06  $\text{g}/\text{cm}^3$ .
- 30 14. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, donde la capa curable colapsable comprende aproximadamente del 1 % a aproximadamente el 15 % en peso de las microesferas.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 12, donde dichas microesferas son microesferas no expandidas y la composición de elastómero curable colapsable se mezcla en primer lugar a una temperatura por debajo de la temperatura de expansión de dichas microesferas no expandidas y la temperatura se aumenta después gradualmente para facilitar la expansión de las microesferas.
- 35 16. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 5, donde la capa curable colapsable comprende de aproximadamente el 0,01 a aproximadamente el 5 por ciento en peso del material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada.
- 40 17. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 5, donde dicho láser es un soporte de plancha de un láser de infrarrojos que funciona a una longitud de onda de 830 nanómetros o 1064 nanómetros.
- 45 18. Un método de acuerdo con la reivindicación 17, donde dicho material que absorbe luz láser a la longitud de onda se selecciona basándose en la longitud de onda operativa del láser del soporte de plancha.
19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, donde el material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada es un colorante o pigmento de infrarrojo.
- 50 20. Un método de acuerdo con la reivindicación 19, donde el colorante o pigmento de infrarrojo transmite UV a longitudes de onda entre 350 y 400 nanómetros, opcionalmente donde el láser es un láser IR que usa diferentes densidades de energía para crear áreas de diferentes profundidades sobre la imagen en relieve.
- 55 21. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una etapa de curado posterior y de hacer anti-adherente dicha plancha de impresión.
22. El método de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, donde dicho soporte de mantilla se selecciona entre el grupo que consiste en metales, películas poliméricas y materiales compuestos de polímero/fibra.
- 60 23. El método de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, donde la o cada capa curable colapsable comprende (i) uno o más elastómeros curables; (ii) un material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas.

24. El método de acuerdo con la reivindicación 4 o 23, donde las microesferas se seleccionan entre el grupo que consiste en microesferas expandidas y microesferas no expandidas.
- 5 25. El método de acuerdo con la reivindicación 24 cuando es dependiente de la reivindicación 2, donde dichas microesferas son microesferas no expandidas y después de la etapa b) pero antes de la etapa c), la mantilla de impresión se hornea para crear la expansión de al menos una capa curable por radiación colapsable.
- 10 26. El método de acuerdo con la reivindicación 2, donde después de la etapa b) y antes de la etapa c), la capa de obturación se rectifica hasta el calibre y para formar una estructura sin costuras que tiene una superficie de impresión suave.
- 15 27. El método de acuerdo con la reivindicación 23 o 4 donde la o cada capa curable colapsable comprende de aproximadamente el 1 % a aproximadamente el 15 % en peso de las microesferas.
- 20 28. El método de acuerdo con la reivindicación 4 o 23, donde la o cada capa curable colapsable comprende de aproximadamente el 0,01 a aproximadamente el 5 % en peso del material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada.
- 25 29. El método de acuerdo con la reivindicación 2, 3 o 4, donde dicho láser es un láser de infrarrojos.
- 30 30. El método de acuerdo con la reivindicación 4 o 23, donde dicho material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada es un colorante o pigmento de infrarrojos que se selecciona basándose en la longitud de onda operativa del láser.
- 35 31. El método de acuerdo con la reivindicación 4 o 30, donde la longitud de onda operativa del láser es 830 nanómetros o 1064 nanómetros.
- 30 32. El método de acuerdo con la reivindicación 31, donde el colorante o pigmento de infrarrojos es transmisor de UV a longitudes de onda entre 350 y 400 nanómetros.
- 35 33. El método de acuerdo con la reivindicación 29, donde el láser usa diferentes densidades de energía para crear áreas de diferentes profundidades sobre la imagen en relieve.
- 40 34. El método de acuerdo con la reivindicación 2, 3 o 4, que comprende adicionalmente una etapa de post-curado y de hacer anti-adherente dicha mantilla de impresión.
- 45 35. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde dicha segunda capa curable colapsable y dicha capa de obturación están co-extruidas.
- 50 36. El método de acuerdo con la reivindicación 24 cuando es dependiente de la reivindicación 3, donde dichas microesferas son microesferas no expandidas y después de la etapa d) pero antes de la etapa e), la mantilla de impresión se hornea para crear la expansión de la segunda capa curable colapsable.
- 55 37. El método de acuerdo con la reivindicación 4, donde dicha capa curable colapsable y dicha capa de obturación están co-extruidas.
- 60 38. El método de acuerdo con la reivindicación 4, donde dicho soporte de mantilla transparente comprende polietilentereftalato.
- 65 39. El método de acuerdo con la reivindicación 24 cuando es dependiente de la reivindicación 4, donde dichas microesferas son microesferas no expandidas y después de la etapa c) pero antes de la etapa d) la mantilla de impresión se hornea para crear la expansión de una capa curable colapsable.
40. El método de acuerdo con la reivindicación 4, donde después de la etapa c) pero antes de la etapa d) la capa de obturación se rectifica hasta el calibre y para formar una estructura sin costuras que tiene una superficie de impresión suave.
41. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, donde el sustrato es plano o cilíndrico.
- 60 42. Una plancha de impresión con relieve con formación de imagen digital formada a partir de:
- 65 una capa curable colapsable que comprende: (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas;  
 donde la plancha de impresión comprende una imagen con relieve formada a partir de porciones colapsadas y fundidas selectivamente de la capa curable colapsable; y  
 donde la plancha de impresión se cura para reticular y curar dicha imagen en relieve usando radiación por haz de

electrones.

43. Una mantilla de impresión con formación de imagen digital que comprende:

a) un soporte de mantilla;

b) al menos una capa curable colapsable dispuesta sobre dicho soporte de mantilla, comprendiendo dicha al menos una capa curable colapsable: (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe luz láser a una longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas; y

c) una capa de obturación dispuesta sobre dicha al menos una capa curable colapsable, comprendiendo dicha capa de obturación un elastómero curable no colapsable; donde la mantilla de impresión es susceptible de formación de imagen por colapso y fusión selectiva de porciones de la al menos una capa curable colapsable para formar una imagen en relieve; y donde la mantilla de impresión puede curarse usando radiación por haz de electrones para reticular y curar dicha imagen en relieve.

44. Un elemento de impresión en relieve con formación de imagen digital formada a partir de:

una capa curable colapsable que comprende: (i) un elastómero curable, (ii) un material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada y (iii) microesferas, sobre un sustrato;

donde el elemento de impresión comprende una imagen en relieve formada a partir de porciones colapsadas y fundidas selectivamente de la capa curable colapsable; y

donde el elemento de impresión se cura usando radiación por haz de electrones para reticular y curar dicha imagen en relieve.

45. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, donde dicha plancha de impresión comprende adicionalmente una capa fina de elastómero curable no colapsable.

46. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, o un elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 44, que comprende adicionalmente una capa de obturación colapsada de la capa curable colapsable que crea una superficie de impresión más densa.

47. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, o un elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 44, donde se usa un láser IR para producir dichas porciones colapsadas y fundidas seleccionadas de la capa curable colapsable.

48. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, que comprende adicionalmente una lámina de respaldo de polietilentereftalato.

49. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, que comprende adicionalmente una lámina de cubierta que tiene una película de deslizamiento o una capa liberable.

50. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, o un elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 43, donde el elastómero curable de la capa curable colapsable comprende un aglutinante, un plastificante, uno o más monómeros curables y un fotoiniciador.

51. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, o una mantilla de impresión de acuerdo con la reivindicación 43, donde las microesferas se seleccionan entre el grupo que consiste en microesferas expandidas y microesferas no expandidas.

52. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, o una mantilla de impresión de acuerdo con la reivindicación 43, o un elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 44, donde la capa de elastómero curable colapsable comprende de aproximadamente el 5 % a aproximadamente el 15 % en peso de las microesferas.

53. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 51, donde dichas microesferas son microesferas no expandidas y la capa curable colapsable se mezcla en primer lugar a una temperatura por debajo de la temperatura de expansión de dichas microesferas no expandidas y la temperatura se aumenta después gradualmente para facilitar la expansión de las microesferas.

54. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 42, o una mantilla de impresión de acuerdo con la reivindicación 43 o un elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 44, donde la capa curable colapsable comprende de aproximadamente el 0,01 a aproximadamente el 5 por ciento en peso del material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada.

55. Una plancha de impresión de acuerdo con la reivindicación 47, o una mantilla de impresión de acuerdo con la reivindicación 43, donde dicho material que absorbe luz láser a la longitud de onda seleccionada es un colorante o pigmento de infrarrojo que se selecciona basándose en la longitud de onda operativa del láser IR.

56. Una plancha o mantilla de impresión de acuerdo con la reivindicación 55, donde el colorante o pigmento de infrarrojo es transmisor de UV a longitudes de onda entre 350 y 400 nanómetros.
57. Una plancha o elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 47, o una mantilla de impresión de acuerdo con la reivindicación 43, donde el láser IR usa diferentes densidades de energía para crear áreas de diferentes profundidades sobre la imagen en relieve.
58. Una plancha o elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 46, o una mantilla de impresión de acuerdo con la reivindicación 43, donde dicha plancha o mantilla de impresión se cura posteriormente, adicionalmente y se hace anti-adherente.
59. Una mantilla de impresión con formación de imagen digital de la reivindicación 43, donde dichas porciones colapsadas y fundidas seleccionadas de la al menos una capa curable colapsada se producen mediante un láser de infrarrojos.
60. Una mantilla de impresión con formación de imagen digital de la reivindicación 43, donde dicho soporte de mantilla se selecciona entre el grupo que consiste en metales, películas poliméricas y materiales compuestos de polímero/fibra.
61. Un elemento de impresión de acuerdo con la reivindicación 44, donde el sustrato es plano o cilíndrico.

# Concepto de plancha "Termoespuma"

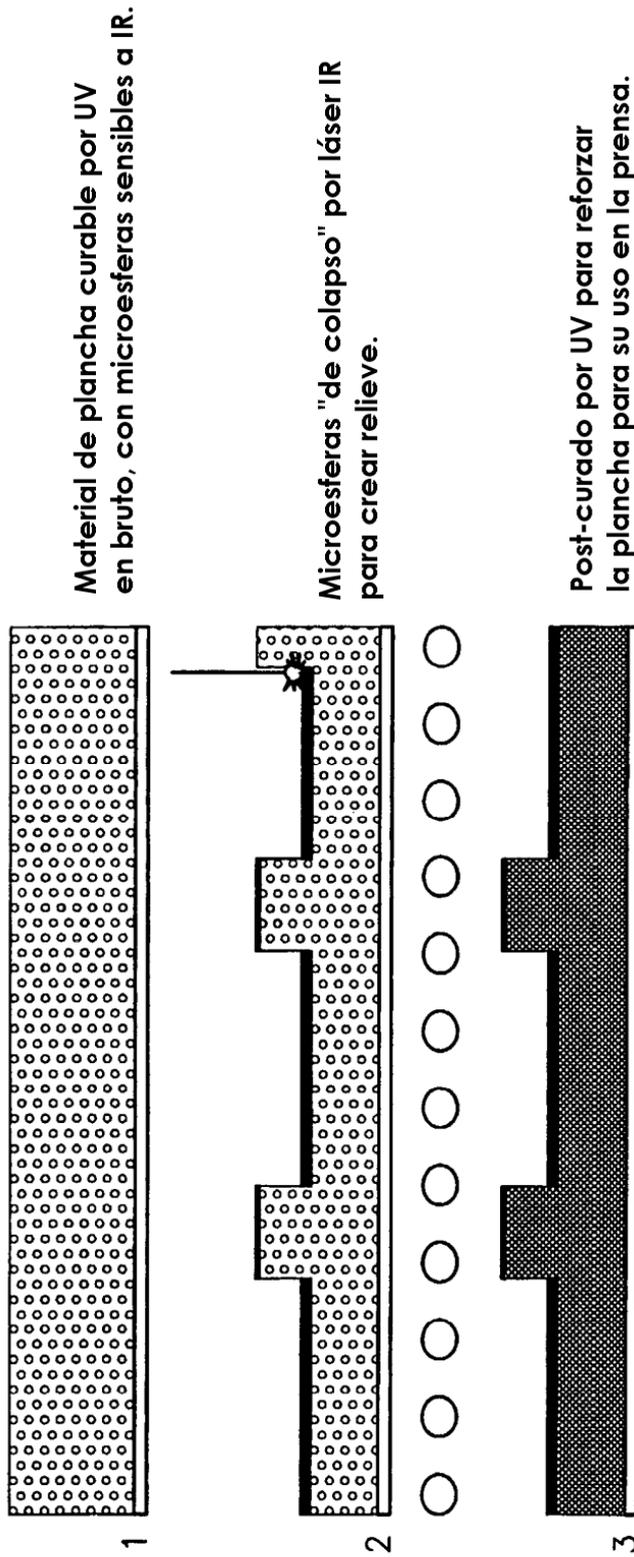
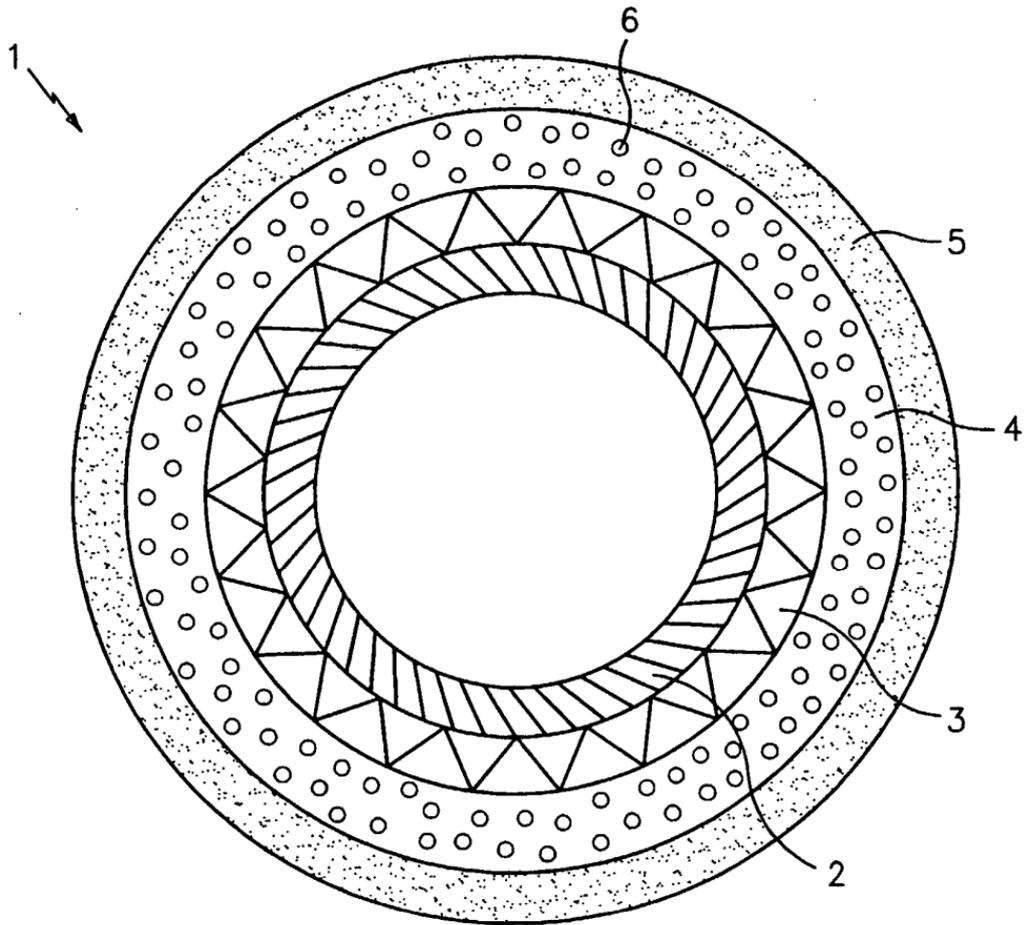


FIG. 1

FASE 1



*FIG. 2*

FASE 2

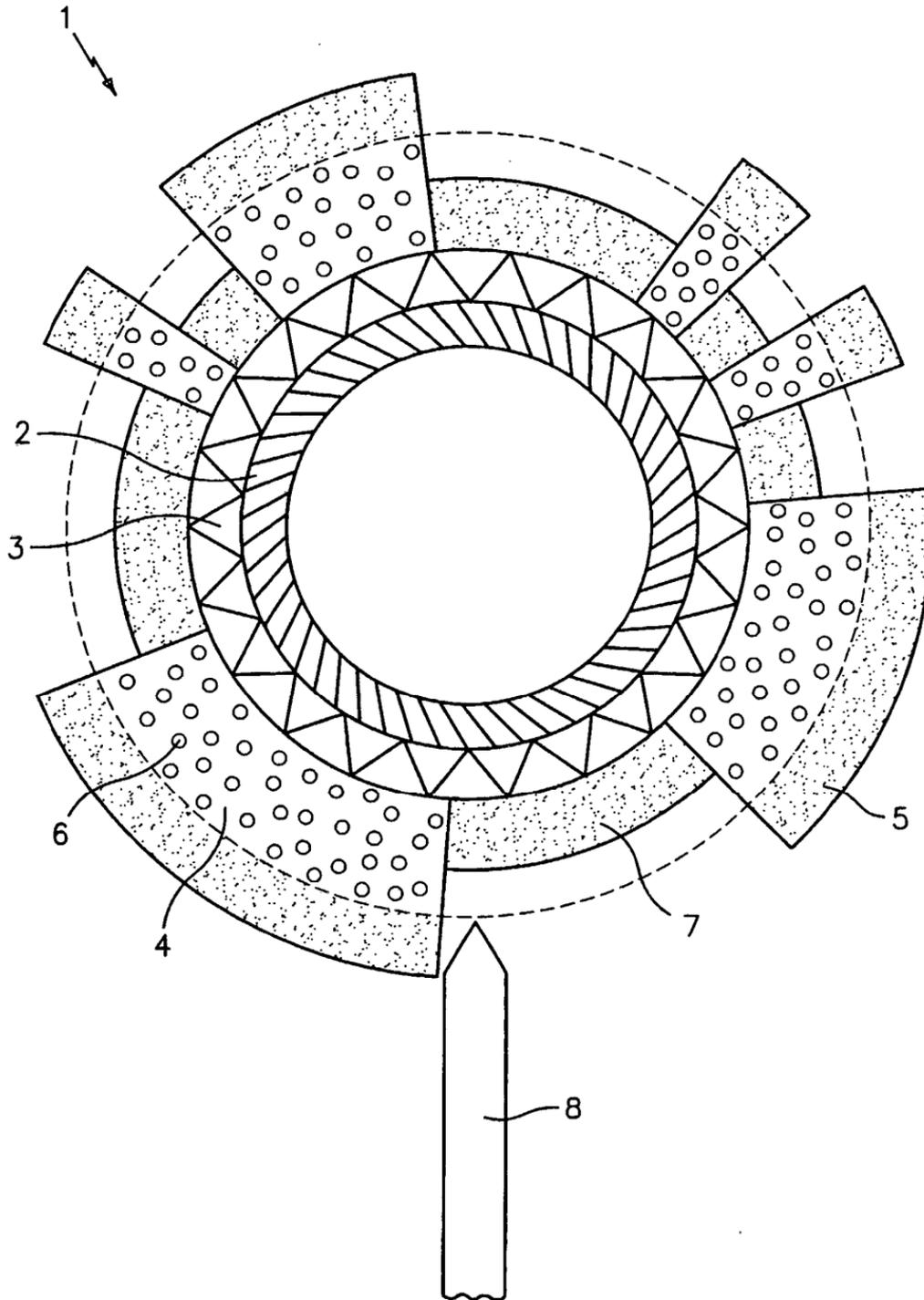


FIG. 3

FASE 3

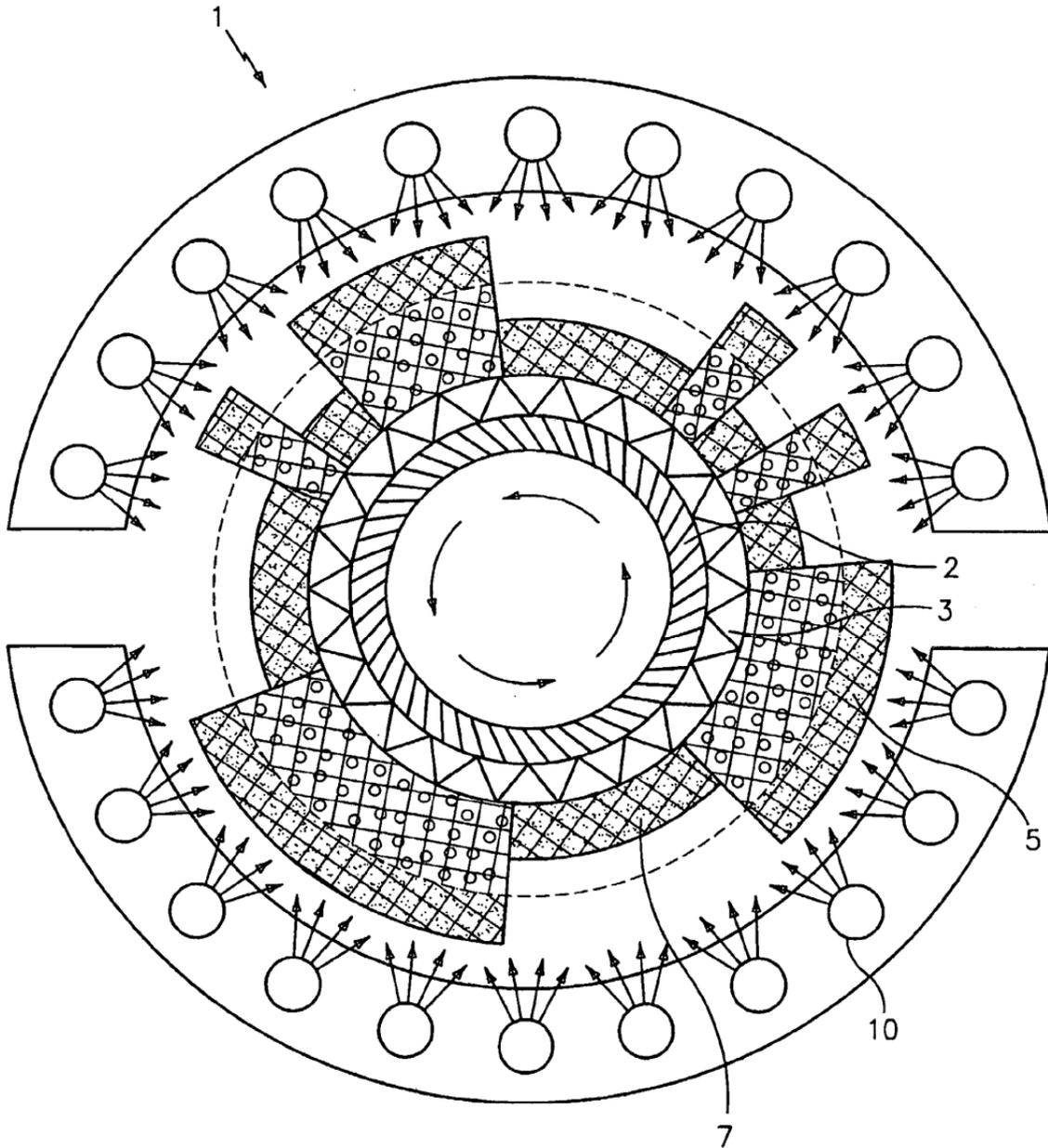


FIG. 4