

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 320**

51 Int. Cl.:

G03F 7/20 (2006.01)

G03F 7/027 (2006.01)

G03F 7/32 (2006.01)

G03F 7/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2015 PCT/EP2015/079930**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016 WO16096945**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2015 E 15816138 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.02.2020 EP 3234696**

54 Título: **Procedimiento para fabricar formas de impresión flexográfica mediante exposición múltiple con LED de UV**

30 Prioridad:

17.12.2014 EP 14198604

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

09.10.2020

73 Titular/es:

**FLINT GROUP GERMANY GMBH (100.0%)
Sieglestrasse 25
70469 Stuttgart, DE**

72 Inventor/es:

**FRONCZKIEWICZ, PETER;
WENDLAND, THORBEN y
BEYER, MATTHIAS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 786 320 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

Procedimiento para fabricar formas de impresión flexográfica mediante exposición múltiple con LED de UV

La invención se refiere a un procedimiento para fabricar formas de impresión flexográfica mediante exposición múltiple con LED de UV.

5 El procedimiento más extendido para fabricar planchas de impresión flexográfica comprende la exposición según la imagen con radiación actínica, sobre todo radiación UV de onda larga, de la capa fotopolimerizable formadora de relieve a través de una máscara creada fotográfica o digitalmente. En otro paso del procedimiento se trata con un disolvente adecuado o una mezcla de disolventes adecuada la capa expuesta, con lo cual las zonas no expuestas, y no polimerizadas, de la capa formadora de relieve se disuelven, mientras que las zonas expuestas, polimerizadas, permanecen y forman el relieve de la plancha de impresión.

10 La formación digital de imágenes en elementos fotosensibles para impresión flexográfica es, en principio, conocida. En este caso, los elementos de impresión flexográfica no se obtienen de la manera clásica por colocación de una máscara fotográfica, seguida de exposición a través de la máscara fotográfica. En lugar de ello, la máscara se genera *in situ* directamente sobre el elemento de impresión flexográfica utilizando técnicas adecuadas. Por ejemplo, se puede dotar a los elementos de impresión flexográfica con capas opacas, de ablación por IR (documentos EP-B 654 150, EP-A 1 069 475), que se pueden eliminar según la imagen mediante láseres de IR. Otras técnicas conocidas incluyen capas grabables mediante tecnología de chorro de tinta (documento EP-A 1 072 953) o capas grabables termográficamente (documento EP-A 1 070 989). Después de efectuar el grabado según la imagen en estas capas, utilizando las técnicas apropiadas para ello, se expone la capa fotopolimerizable con luz actínica, a través de la máscara formada.

15 La exposición según la imagen con radiación actínica se realiza normalmente utilizando fuentes de radiación UV que presentan una emisión significativa en el intervalo de aproximadamente 315 nm a 420 nm (de la región UV de onda larga a la región violeta del espectro visible). En la mayoría de los casos se utilizan como fuente de radiación tubos de UV/A, que presentan un máximo de emisión a una longitud de onda de aproximadamente 370 nm y generan intensidades UV de 10 mW/cm²-30 mW/cm², medidas a una distancia de 50 mm (distancia típica entre la fuente de radiación y la superficie del elemento de impresión flexográfica). Tubos UV/A de este tipo están disponibles de Philips, por ejemplo, bajo la denominación "R-UVA TL 10R". Además, también se utilizan para la exposición según la imagen lámparas de vapor de mercurio, prefiriéndose lámparas de vapor de mercurio de presión media dopadas, ya que mediante el dopaje con hierro y/o galio, por ejemplo, se puede incrementar la fracción emitida en la región UV/A.

20 Recientemente, para el curado por radiación de composiciones fotopolimerizables se utilizan también, y de manera creciente, LED (diodos fotoemisores) que emiten luz UV.

25 Los sistemas LED corrientes para el curado por UV se concentran actualmente, en la práctica, en las longitudes de onda de 395 nm y 365 nm. Otras posibles regiones espectrales son 350 nm, 375 nm, 385 nm, 405 nm. En publicaciones científicas también se mencionan, además, las longitudes de onda de 210 nm, 250 nm, 275 nm y 290 nm. Los LED se distinguen por una estrecha distribución de la intensidad (típicamente ± 10 -20 nm). No presentan una fase de calentamiento significativa y pueden regularse desde aproximadamente 10% hasta 100% de la intensidad máxima.

30 Con fotodiodos de UV se pueden conseguir niveles de potencia de algunos vatios/cm², y el rendimiento se sitúa, dependiendo del sistema LED de UV, entre 1 y 20%. Aquí se puede aplicar la regla aproximada de que cuanto más corta sea la longitud de onda, menor es el rendimiento. Cuanto más corta es la longitud de onda de emisión, mayores son los costes de fabricación. En la actualidad, están disponibles comercialmente de diversos proveedores sistemas LED para curado de superficies a una longitud de onda de 395 nm con una potencia UV entre 1 y 4 W/cm², y a una longitud de onda de 365 nm con una potencia en el intervalo de 0,5 a 2 W/cm².

35 El documento WO 2008/135865 describe un procedimiento que comprende posicionar una plancha de impresión con material fotorreticulado en una unidad de formación de imagen, formar la imagen en la plancha de acuerdo con los datos de la imagen y aportar radiación UV desde varios diodos emisores de UV para reticular el material fotorreticulado de la plancha mientras se forma la imagen en la plancha de impresión, donde la plancha de impresión puede ser una plancha fotopolimerizable para impresión flexográfica, una plancha fotopolimerizable para impresión tipográfica o un manguito fotopolimerizable. Se describe, además, retirar la plancha de la unidad de formación de imagen y luego exponerla por el reverso, o por el anverso y eventualmente también por el reverso, con radiación UV procedente de varios diodos emisores de UV.

40 Durante la exposición de las planchas de fotopolímero con luz UV a través de una máscara producida por ablación láser, aparece como efecto indeseado la inhibición de la polimerización a causa del oxígeno, que se difunde desde la atmósfera circundante hacia la capa de fotopolímero. Sucede el mismo efecto cuando se emplea una capa apta para la formación digital de imágenes mediante otras técnicas, ya que estas capas generalmente tienen un grosor de solamente algunos micrómetros y, por lo tanto, son tan delgadas que el oxígeno del aire circundante puede difundirse a través de ellas.

Se utilizan clichés de impresión flexográfica para imprimir sobre diversos sustratos (láminas, papel, cartón, cartón corrugado). Se utilizan habitualmente para ello tintas de impresión de baja viscosidad a base de alcohol o de agua, o tintas UV para impresión.

5 Es una característica típica de la impresión flexográfica el hecho de que la tinta de impresión de baja viscosidad es exprimida hacia fuera por encima de los bordes de los elementos de relieve. Este efecto es indeseable, ya que conduce a un incremento del valor tonal en la impresión. Este incremento del valor tonal reduce el contraste de la reproducción de la imagen y, por lo tanto, reduce la calidad de la imagen impresa.

10 Recientemente se han llevado a cabo diversos desarrollos para incrementar la calidad de impresión de la impresión flexográfica mediante los denominados puntos de punta plana (FTD, por sus siglas en inglés). Mientras que las planchas convencionales de impresión flexográfica aptas para el procesamiento digital reciben la exposición bajo la influencia del oxígeno atmosférico, en los procedimientos FTD se intenta evitar la influencia disruptiva del oxígeno sobre la reacción de reticulación, con el fin de poder reproducir elementos de imagen aún más finos y así incrementar la resolución, el contraste y la cobertura de tinta.

15 Una posible forma de excluir el oxígeno atmosférico durante la exposición es, por ejemplo, realizar la exposición bajo nitrógeno, tal como se describe en el documento US 2009/0186308. En otros procedimientos, antes de la exposición de la superficie con UV se estratifica una lámina u otra capa de barrera para el oxígeno y, por lo tanto, se evita la posterior difusión del oxígeno, tal como se describe en el documento US 2013/0017493. La capa de barrera también puede estar integrada en la construcción de la plancha de impresión flexográfica, tal como se describe, por ejemplo, en el documento US 5.262.275 o en el documento US 8.492.074. Como alternativa, se describen capas fotopolimerizables que contienen aditivos que evitan la influencia del oxígeno en la reacción de reticulación, tal como se describe en el documento US 8.808.968.

25 En todos los procedimientos mencionados es posible reproducir detalles más finos en la plancha de impresión flexográfica. A diferencia de la exposición bajo oxígeno atmosférico, en la que se originan puntos de trama redondeados (los denominados puntos de punta redonda, RTD por sus siglas en inglés), en el método FTD se forman puntos de trama con una superficie plana y bordes pronunciados. De esta manera se pueden formar sobre la forma de impresión puntos de trama más finos y también estructuras superficiales de alta resolución, que mejoran la transferencia de tinta.

30 Sin embargo, a medida que el procedimiento FTD se generaliza, también se hacen evidentes los inconvenientes inherentes de estas tecnologías en la impresión. Al imprimir, los clichés FTD muestran a menudo el efecto que se denomina "sobreetintado de puntos" (en inglés, "dot-bridging"). El experto designa con ello la convergencia irregular de la tinta entre puntos de trama individuales en el rango de tono medio, lo que no es aceptable en la práctica. La causa del sobreetintado de puntos aún no ha sido aclarada. El efecto puede reducirse modificando la viscosidad de la tinta de impresión o desplazándose a rangos de valores tonales más altos, pero el efecto perjudicial no puede eliminarse por completo. Sin embargo, resulta obvia una conexión con los bordes nítidamente definidos de las formas de impresión FTD, ya que las formas de impresión del tipo RTD, expuestas bajo oxígeno, no manifiestan este efecto.

Un procedimiento FTD elegante es la exposición de la plancha de impresión flexográfica por medio de radiación de LED de UV de alta energía. En este procedimiento no se elimina el oxígeno, pero gracias a la exposición con radiación de alta energía se minimiza su influencia inhibitoria.

40 Por ejemplo, en el documento WO 2012/010459 se describe la exposición combinada de una plancha de impresión flexográfica por medio de radiación de LED de UV de alta energía, seguida de una exposición con tubos UV convencionales. La exposición se describe en una forma de realización de tipo plano. Sin embargo, sería deseable por razones económicas poder funcionar con una sola fuente de radiación.

45 El documento US 2011/0104615 describe el procedimiento de la exposición con LED de UV, preferiblemente en una expositora de tambor, a la que está acoplada lateralmente una tira de LED de UV que se mueve paralelamente al eje del tambor mientras el tambor rota. Se puede variar la velocidad de rotación del tambor y, por lo tanto, la energía aplicada por ciclo de exposición. Mediante la elección de la velocidad de giro, el operador tiene la posibilidad de controlar si se crean puntos de trama redondos o planos en la forma de impresión flexográfica. Con una velocidad de rotación > 60 revoluciones por minuto (r. p. m.) se originan puntos de trama redondos. Por debajo de 60 r. p. m. se originan puntos de trama planos. Este efecto se fundamenta en la difusión de oxígeno que tiene lugar durante la exposición. Con una energía de exposición baja, el oxígeno presente en la capa fotopolimerizable, o que se difunde posteriormente, es suficiente para detener la reacción de reticulación. Se originan puntos RTD. Con dosis de energía superiores, la reacción de inicio de cadena debida a la formación de radicales es mucho más rápida que la reacción de terminación de cadena, por lo que la influencia del oxígeno prácticamente ya no es apreciable. Se originan puntos FTD.

También se describe una forma de realización de tipo plano para la exposición con LED de UV, en donde se desplaza hacia delante y hacia atrás a lo ancho de la plancha de impresión la unidad de exposición con LED de UV, mientras se desplaza en dirección longitudinal la plancha de impresión. El documento US 2011/0104615, sin

embargo, no dice nada acerca de cómo se debe regular el proceso de exposición para producir clichés FTD con propiedades de impresión óptimas.

5 En el documento US 8.772.740 se describe cómo se pueden producir, mediante exposición con LED de UV, tanto puntos FTD como puntos RTD en una plancha de impresión. En este caso se graba primeramente con un láser la plancha de impresión, y luego se expone de manera que se forman puntos FTD. A continuación se graba con un láser por segunda vez la plancha de impresión y después es expuesta de manera que se forman puntos RTD. Sin embargo, el procedimiento es muy costoso y, por lo tanto, no se ha llevado a la práctica.

10 En el documento US 8.578.854 se describe la exposición con LED de UV de planchas de impresión flexográfica, en la cual la unidad de exposición con LED de UV está situada en un túnel reflector. En el túnel reflector, la radiación de LED de UV se dispersa adicionalmente, lo que permite realizar puntos de trama con talonaje más ancho. El procedimiento se puede aplicar para formas de impresión planas y redondas. Del documento no se deduce cómo se debe regular la exposición para solventar problemas tales como el sobreentintado de puntos.

15 Por último, el documento WO 2014/035566 describe una plancha para impresión flexográfica que es expuesta por medio de LED de UV, donde la exposición se efectúa con dos longitudes de onda distintas (365 nm y 395 nm). Este tipo de exposición debería permitir controlar el talonaje y el ángulo de flanco de los puntos de trama, para lograr un buen resultado de impresión. Sin embargo, la exposición mediante dos tiras de LED de UV es cara. Del documento no se deduce cómo se puede resolver el problema del sobreentintado de puntos en la impresión por trama.

20 Es misión de la invención poner a disposición un procedimiento económico para fabricar formas de impresión flexográfica, que subsane los inconvenientes del estado de la técnica. Es misión de la invención, en particular, poner a disposición un procedimiento con el cual planchas de impresión flexográfica aptas para la formación de imágenes mediante láser puedan ser procesadas mediante exposición a LED de UV, a fin de proporcionar clichés FTD para impresión que permitan una resolución elevada y, por lo tanto, un alto contraste de la imagen impresa y una buena transferencia de tinta por medio de estructuras superficiales, sin que se manifiesten las negativas características de apariencia típicas de los clichés FTD, tales como la formación de puentes de tinta en la impresión por trama (el denominado sobreentintado de puntos).

25 La misión se logra mediante un procedimiento para fabricar formas de impresión flexográfica en el que se emplea como material de partida un elemento fotopolimerizable para impresión flexográfica que comprende al menos, de manera superpuesta:

- un soporte dimensionalmente estable y

30 • al menos una capa fotopolimerizable formadora de relieve, que comprende al menos un agente aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado y un fotoiniciador,

una capa apta para la formación digital de imágenes,

y el procedimiento comprende al menos los siguientes pasos:

(a) crear una máscara mediante formación de imagen en la capa apta para la formación digital de imágenes,

35 (b) exponer con luz actínica a través de la máscara la capa fotopolimerizable formadora de relieve, y fotopolimerizar las zonas de imagen de la capa, y

(c) revelar la capa fotopolimerizada mediante arrastre por lavado de las zonas no fotopolimerizadas de la capa formadora de relieve, con un disolvente orgánico o mediante revelado térmico,

40 caracterizado por que el paso (b) comprende dos o más ciclos (b-1) y (b-n) de exposición con luz actínica de una intensidad de 100 a 10.000 mW/cm² desde una pluralidad de LED de UV, ascendiendo la energía aplicada a la capa fotopolimerizable formadora de relieve, por cada ciclo de exposición, a 0,1 hasta 5 J/cm². Se ha encontrado que, al exponer con alta intensidad de exposición por medio de LED de UV la capa fotopolimerizable, se puede minimizar el denominado "ahuecamiento" (en inglés, "cupping") de los puntos de trama de la capa de relieve para impresión, e incrementar las profundidades interpuntos entre los puntos de trama, si no se aplica toda la energía de exposición en un solo paso de exposición, sino que se reparte entre varios ciclos de exposición.

45 La energía (en J/cm²) aplicada en total a la capa fotopolimerizable se establece en función de la reactividad de la plancha de impresión. Las energías típicas requeridas para reticular una plancha de impresión flexográfica se sitúan en el intervalo de 5 a 25 J/cm².

50 En una forma de realización preferida de la invención, la energía total aplicada en el paso (b) a la capa fotopolimerizable formadora de relieve asciende a 5 hasta 25 J/cm².

Según la invención, esta energía no se aplica a la capa fotopolimerizable en un solo paso de exposición, sino que se reparte entre varias exposiciones parciales (ciclos de exposición), y preferiblemente se realizan al menos 3 exposiciones parciales.

En una forma de realización de la invención, la energía aplicada en cada ciclo de exposición permanece constante durante toda la duración del paso (b) de exposición.

Por ejemplo, se llevan a cabo de 10 a 50 ciclos de exposición con una aplicación de energía de 0,1 a 1 J/cm².

5 En una forma de realización preferida, la energía aplicada por cada ciclo de exposición aumenta durante el tiempo total del paso (b) de exposición, es decir, en un ciclo de exposición posterior se aplica más energía que en un ciclo de exposición anterior.

En una forma de realización preferida, primeramente se llevan a cabo varios ciclos de exposición con baja aplicación de energía y después uno o varios ciclos de exposición con mayor aplicación de energía.

10 Por ejemplo, primeramente se llevan a cabo de 10 a 40 ciclos de exposición con una aplicación de energía de 0,1 a 1 J/cm² y luego de 1 a 5 ciclos de exposición con 2 a 5 J/cm².

En general, los LED de UV utilizados en el paso (b) presentan un máximo de emisión en el intervalo de longitudes de onda de 350 a 405 nm, por ejemplo a 350 nm, 365 nm, 375 nm, 385 nm, 395 nm o 405 nm.

15 Preferiblemente, los ciclos (b-1) hasta (b-n) de exposición individuales se efectúan moviendo la pluralidad de LED de UV de manera paralela a la superficie del elemento de impresión flexográfica. En este caso, la pluralidad de LED de UV están dispuestos preferiblemente en una o varias tiras de LED, que se mueven de manera paralela a la superficie del elemento de impresión flexográfica. Aquí, la tira o tiras de LED pueden ser móviles, o bien las tiras de LED pueden ser fijas y la superficie del elemento de impresión flexográfica puede ser móvil, o se pueden implementar ambas opciones.

20 En una forma de realización de la invención, la pluralidad de LED de UV están dispuestos uno junto a otro en al menos dos tiras de LED de UV, de las cuales al menos una es móvil y al menos una es fija.

En general, la tira de LED de UV se mueve de manera paralela a la superficie del elemento de impresión flexográfica con una velocidad relativa de 50 a 5.000 mm/min.

25 Los pasos (b) de exposición se llevan a cabo preferiblemente sobre una mesa XY que tiene una anchura X y una longitud Y, por medio de una o varias tiras de LED de UV que se mueven a lo largo de la superficie del elemento de impresión flexográfica. La tira o tiras de LED de UV se extienden generalmente por toda la anchura de la tabla XY y cubren, de este modo, todo el ancho de la expositora. Durante la exposición, se mueve la tira de LED de UV hacia delante y hacia atrás varias veces, con velocidad variable, en dirección longitudinal a todo lo largo de la plancha de impresión. Su longitud puede medir 2 m, por ejemplo. En una forma de realización de la invención, la exposición tiene lugar solamente cuando se hace marchar la tira de LED de UV en un sentido. En otra forma de realización de la invención, la exposición tiene lugar cuando se hace marchar la tira de LED de UV en ambos sentidos (el sentido de ida y el de vuelta).

30 La potencia de la tira de LED de UV se sitúa preferiblemente en el intervalo de 500 a 5.000 mW/cm², de manera particularmente preferible en el intervalo de 600 a 2.000 mW/cm². Dicha potencia se determina con un medidor de UVA a una distancia de 10 mm entre el sensor de medida y la ventana protectora de la tira de LED. Para ello, se coloca el sensor de medida en la placa base de la expositora, y se hace pasar sobre el mismo la tira de LED de UV emitiendo luz, con lo cual se registra un perfil de intensidad cuyo máximo corresponde a la intensidad de exposición. La potencia lumínica irradiada sobre la superficie del elemento de impresión flexográfica es correspondientemente menor cuando la distancia entre la tira de LED de UV y la superficie irradiada es grande, y correspondientemente mayor cuando la distancia entre la tira de LED de UV y la superficie irradiada es pequeña. Según la invención, la potencia (intensidad lumínica) irradiada sobre la superficie del elemento de impresión flexográfica se sitúa en el intervalo de 100 a 5.000 mW/cm², preferiblemente de 500 a 5.000 mW/cm² y de manera particularmente preferible de 600 a 2.000 mW/cm².

Son longitudes de onda posibles 355 nm, 365 nm, 375 nm, 395 nm, 405 nm, siendo la longitud de onda preferida 365 nm.

45 Una tira típica de LED de UV tiene un ancho de ventana de haz de aproximadamente 10 mm y está formada por matrices de LED dispuestas linealmente, cada una de las cuales consta de 4 LED en una disposición cuadrada, de modo que se emite una intensidad lumínica uniforme en toda la longitud de la tira de LED.

En una tira de LED típica de 1 m de largo están dispuestas, por ejemplo, un total de 125 matrices de LED, correspondientes a 500 LED individuales.

50 Las matrices de LED de UV también pueden estar dispuestas al trespelillo, para irradiar un área mayor. Entonces, se es así, la tira de LED de UV debe estar dotada de espejos, preferiblemente a los lados, para garantizar una iluminación uniforme de la zona irradiada. Generalmente, la tira de LED de UV emite luz con un determinado ángulo de haz. Los ángulos de haz típicos se sitúan en el intervalo de 20 a 70 grados, y en el caso de tiras de LED de UV con construcción lineal en el intervalo de 20 a 40 grados. La anchura del elemento de superficie irradiado se puede

calcular a partir del ancho de la ventana de haz, del ángulo de emisión y de la distancia entre la tira de LED y la superficie de la plancha de impresión.

La distancia entre la tira y la superficie de la plancha de impresión se sitúa habitualmente en el intervalo de 5 mm a 100 mm, preferiblemente de 5 a 30 mm.

- 5 En una tira de LED de UV típica, con un ancho de ventana de haz de aproximadamente 10 mm, la anchura del elemento de superficie irradiado se sitúa en el intervalo de 15 a 100 mm o, a una corta distancia de aproximadamente 10 mm respecto a la superficie de la plancha, en el intervalo entre 15 y 40 mm.

10 La velocidad a la que se mueve la tira de LED de UV con relación a la superficie del elemento de impresión flexográfica se sitúa en el intervalo de 50 mm/min a 10.000 mm/min, preferiblemente de 100 mm/min a 5.000 mm/min.

15 En una forma de realización preferida adicional de la invención, se hace marchar la tira de LED de UV hacia delante y hacia atrás en los ciclos de exposición con baja aplicación de energía, sin apagarla mientras vuelve a la posición inicial, y luego se la hace marchar solamente en un sentido durante los ciclos de exposición con alta aplicación de energía, es decir, se la apaga mientras vuelve a la posición inicial. De este modo, se puede reducir significativamente el tiempo de exposición en su conjunto.

El tiempo de irradiación se puede determinar a partir de la velocidad de la tira de LED de UV con relación a la superficie de la plancha y de la anchura del elemento de superficie irradiado de la superficie de la plancha. Con la potencia media de la irradiación con LED de UV, determinada por medio de un aparato de medida UVA, se puede determinar después la aplicación de energía por cada ciclo de exposición.

- 20 Así, por ejemplo, con una potencia UVA de 800 mW/cm² de una expositora LED, una anchura del elemento de superficie irradiado de 25 mm y una velocidad de avance típica de 250 mm/min, el tiempo de irradiación son 6 segundos y la aplicación de energía asciende a 4,8 J/cm².

25 En la irradiación de planchas para impresión flexográfica mediante tiras de LED de UV en el rango de potencia indicado se puede producir un calentamiento local intenso de la plancha de impresión. Se pueden alcanzar temperaturas de hasta 80°C en la plancha de impresión durante períodos cortos, especialmente con un modo de funcionamiento lento y elevada potencia. Para limitar el incremento de temperatura, resulta ventajoso proporcionar una cuchilla de aire para enfriamiento entre la tira de LED y la superficie de la plancha de impresión. Además, debería ser posible refrigerar la placa base de la expositora, para poder disipar rápidamente el calor generado por la absorción y la reacción química.

- 30 Por supuesto, la exposición con LED de UV conforme a la invención en varios pasos de exposición parcial (ciclos de exposición) no está restringida a realizaciones en las que la plancha de impresión permanece fija en la mesa XY y la tira de LED de UVA se mueve sobre ella.

35 En particular, en un sistema de procesamiento automático de planchas, en el que se transporta la plancha de impresión a una velocidad constante y discurre por los pasos de procesamiento individuales, los ciclos de exposición individuales se efectúan con varias tiras de LED de UVA en posición fija, por debajo de las cuales discurre la plancha.

40 En otra variante, se transporta la plancha de impresión con una velocidad constante, y se hace marchar hacia delante y hacia atrás la tira de LED de UVA, en la dirección de transporte, a una velocidad mayor que la velocidad de transporte, a fin de implementar ciclos de exposición con baja aplicación de energía. Después se desplaza la tira de LED de UVA a una posición estacionaria al final del trayecto de exposición, donde se lleva a cabo un ciclo de exposición con mayor aplicación de energía. Dado que la potencia de una tira de LED de UV se puede regular casi de manera continua, son posibles aquí numerosas variantes.

45 Como alternativa, las exposiciones parciales con menor energía también se pueden realizar acoplando una tira de LED de UVA longitudinalmente en la dirección del carril, y moviéndola hacia delante y hacia atrás, y al final del trayecto de exposición se hace pasar después una segunda o tercera tira de LED de UVA transversalmente a la dirección de transporte.

Los procesos que tienen lugar en la plancha de impresión cuando es irradiada con luz UVA son complejos. Transcurren en paralelo diversos procesos, que deben tenerse en cuenta en tres dimensiones para explicar la creación de la geometría ideal de puntos de trama para la impresión posterior y poder influir en la misma.

- 50 Después de la absorción de la luz UVA, una molécula de fotoiniciador presente en la plancha de impresión se descompone en dos radicales. Los radicales resultantes reaccionan en una reacción radicalica en cadena con el reticulante de bajo peso molecular presente en la plancha de impresión. Dado que el reticulante es multifuncional, gracias a la polimerización se produce la formación de retículos, que conducen a la insolubilidad de las zonas expuestas de la plancha de impresión. Por regla general, la velocidad de la fotopolimerización es muy rápida y depende, en primera aproximación, de la concentración de reticulante disponible y de los radicales disponibles.
- 55

Las reacciones radicáticas en cadena resultan inhibidas por la presencia de oxígeno, ya que el oxígeno atrapa radicales reactivos y los transforma en radicales más estables que ya no están disponibles para la polimerización ulterior. En una exposición típica con tubo, la plancha de impresión es irradiada durante un tiempo cercano a 10 minutos con luz UVA de baja potencia (aprox. 20 mW/cm²). Con esta baja potencia, la velocidad de la reacción de inicio de cadena es de la misma magnitud que la velocidad de la reacción de terminación de la cadena. Por lo tanto, en las zonas expuestas de la plancha de impresión, la reacción de terminación con oxígeno discurre como una reacción competidora con la polimerización iniciada por la formación de radicales. En la superficie de la plancha de impresión se puede difundir oxígeno del aire circundante. Por esta razón, en la exposición con tubo los puntos de trama generalmente no se forman de manera exacta en la superficie de la plancha de impresión, sino que presentan superficies de punto redondeadas. El experto se refiere a ellos como puntos de punta redonda (RTD).

En la exposición con LED de UV, se aplican a la plancha dosis de radiación superiores en un tiempo mucho más corto. En una exposición típica con LED de UV, la potencia irradiada es aproximadamente 1.000 mW/cm². Con una anchura típica de irradiación de aproximadamente 30 mm y velocidades de avance de 100 a 5.000 mm/min, el tiempo de exposición es inferior a un minuto, generalmente del orden de pocos segundos. En estas condiciones, la concentración de los radicales generados por la absorción de luz en las zonas expuestas de la capa fotopolimerizable es varios órdenes de magnitud mayor que en el caso de la exposición con tubo. La reacción de inicio de la cadena es mucho más rápida que la reacción de terminación de la cadena. El oxígeno presente en la capa fotopolimerizable, o que se difunde posteriormente, ya no puede influir significativamente en la fotopolimerización. Por lo tanto, los puntos de trama se forman exactamente hasta el límite de la zona no expuesta. Se forman puntos de trama con bordes afilados. El experto se refiere a ellos como puntos de punta plana (FTD).

Según la invención, la exposición tiene lugar de manera que se forman puntos FTD de trama. La reacción de inicio de la cadena es mucho más rápida que la reacción de terminación de la cadena provocada por el oxígeno. Aun así, la presencia de oxígeno y su difusión posterior siguen desempeñando un papel importante en el límite entre las zonas expuestas y no expuestas de la plancha de impresión.

Sin estar sujeto a ninguna teoría en particular, se supone que en las condiciones de la exposición con LED de UV se ha de tener en cuenta un efecto adicional. Debido a la elevada intensidad de exposición, se produce un agotamiento repentino del reticulante en las zonas expuestas de la plancha de impresión. La reacción transcurre después de una manera controlada por difusión, y es alimentada por la difusión del reticulante desde las zonas adyacentes no expuestas. Sin embargo, la difusión del reticulante es comparativamente lenta y, por lo tanto, solo tiene un efecto en una estrecha región en torno al límite entre las zonas con imagen y las zonas sin imagen. De las investigaciones realizadas en el caso presente, se puede concluir que los efectos de difusión solo desempeñan un papel sustancial a una distancia de algunos μm (de 10 a 100 μm) en torno a las zonas expuestas. Como consecuencia de la difusión del reticulante se produce un transporte significativo de material en el límite entre zonas expuestas y no expuestas de la plancha de impresión, lo que determina esencialmente la forma de punto del punto de trama y, en particular, los bordes del punto de trama. El experto en la técnica conoce el fenómeno de la formación de bordes apreciables en los límites de los elementos de imagen. Se refiere a ello como ahuecamiento. Sin embargo, la conexión entre el denominado ahuecamiento y la difusión del reticulante en la capa fotopolimerizable no había sido reconocida hasta la fecha.

Por lo tanto, en la exposición de planchas para impresión flexográfica con radiación de LED de UV de alta energía compiten entre sí los procesos de (1) absorción de luz y formación de radicales, (2) polimerización, (3) difusión de oxígeno en la capa fotopolimerizable y terminación de la cadena, y (4) difusión del reticulante en la capa fotopolimerizable, y determinan en conjunto la forma de los elementos en relieve y, por lo tanto, también su comportamiento en la impresión.

Para medir la intensidad luminosa al nivel de la superficie del elemento de impresión flexográfica se utiliza un aparato de medida UV calibrado adecuado, colocándose el sensor del aparato de medida a la misma distancia de la fuente de radiación a la que hubiera estado la superficie de la placa de la fuente de radiación. Están disponibles comercialmente aparatos de medida UV adecuados, de diversos proveedores. Es importante aquí que el aparato de medida sea sensible y esté calibrado en el intervalo de longitudes de onda UV a estudiar.

En la producción de formas cilíndricas para impresión flexográfica se pueden utilizar también las denominadas expositoras redondas, que comprenden entonces una o varias matrices de LED.

Por regla general, se realiza una exposición preliminar del elemento de impresión flexográfica por el reverso. Para ello, antes de llevar a cabo el paso (b) se expone de manera preliminar con luz actínica la capa de material fotopolimerizable, desde el reverso del elemento fotopolimerizable para impresión flexográfica, a través de la lámina de soporte transparente al UV. La exposición preliminar por el reverso se lleva a cabo preferiblemente en el caso de elementos de impresión flexográfica que tengan un grosor > 1 mm, refiriéndose este dato a la suma de lámina de soporte dimensionalmente estable y capa fotopolimerizable.

Por regla general, la exposición preliminar por el reverso se efectúa con un tubo de UV o una lámpara de UV.

El elemento fotopolimerizable para impresión flexográfica empleado como material de partida comprende al menos,

de manera superpuesta:

- un soporte dimensionalmente estable y
 - al menos una capa fotopolimerizable formadora de relieve, que comprende al menos un agente aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado y un fotoiniciador,
- 5 • una capa apta para la formación digital de imágenes por ablación láser.

10 Son ejemplos de soportes dimensionalmente estables adecuados para los elementos fotopolimerizables de impresión flexográfica, empleados como material de partida para el procedimiento, las planchas, láminas y tubos cónicos y cilíndricos (manguitos) hechos de metales tales como acero, aluminio, cobre o níquel, o de materiales sintéticos tales como poli(tereftalato de etileno) (PET, por sus siglas en inglés), poli(naftalato de etileno) (PEN), poli(tereftalato de butileno) (PBT), poliamida, policarbonato, eventualmente también telas y géneros no tejidos, tales como telas de fibra de vidrio, y también materiales compuestos, por ejemplo hechos de fibras de vidrio y materiales sintéticos. Entran en consideración como soportes dimensionalmente estables, sobre todo, láminas de soporte dimensionalmente estables tales como, por ejemplo, láminas de poliéster, en particular láminas de PET o de PEN, o soportes metálicos flexibles tales como chapas delgadas o láminas metálicas de acero, preferiblemente de acero inoxidable, acero para resortes magnetizable, aluminio, cinc, magnesio, níquel, cromo o cobre.

15 Si se tiene que realizar una exposición preliminar por el reverso del elemento de impresión flexográfica, el soporte dimensionalmente estable debe ser transparente a la luz UV. Son soportes preferidos las láminas de plástico hechas de PET u otros poliésteres.

20 El elemento de impresión flexográfica comprende además al menos una capa fotopolimerizable, formadora de relieve. La capa fotopolimerizable formadora de relieve puede estar aplicada directamente sobre el soporte. Sin embargo, entre el soporte y la capa formadora de relieve también pueden existir otras capas, tales como, por ejemplo, capas adhesivas y/o sustratos elásticos.

25 Entre la lámina de soporte, opcionalmente revestida con una capa adhesiva, y la capa fotopolimerizable formadora de relieve puede estar dispuesta una capa de soporte elastomérica. Opcionalmente, la capa de soporte puede ser comprimible o fotoquímicamente reticulable.

La capa fotopolimerizable formadora de relieve comprende al menos un agente aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado, un fotoiniciador o un sistema fotoiniciador y, opcionalmente, uno o varios componentes adicionales, por ejemplo plastificantes, coadyuvantes de procesamiento, colorantes y absorbentes de UV.

30 El experto en la materia conoce agentes aglutinantes elastoméricos para fabricar elementos de impresión flexográfica. Se pueden utilizar aglutinantes tanto hidrófilos como hidrófobos. Se mencionarán como ejemplos los copolímeros de bloque de estireno-dieno, copolímeros de etileno-ácido acrílico, copolímeros de injerto de poli(óxido de etileno)-poli(alcohol vinílico), caucho natural, polibutadieno, poliisopreno, caucho de estireno-butadieno, caucho de nitrilo-butadieno, caucho de butilo, caucho de estireno-isopreno, caucho de estireno-butadieno-isopreno, caucho de polinorborno o caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM). Se utilizan preferiblemente agentes aglutinantes hidrófobos. Los agentes aglutinantes de este tipo son solubles o al menos hinchables en disolventes orgánicos, al tiempo que en gran medida son insolubles en agua y no son, o al menos no lo son sustancialmente, hinchables en agua.

40 Preferiblemente, el elastómero es un copolímero de bloque elastomérico termoplástico a base de compuestos alquenilaromáticos y 1,3-dienos. Los copolímeros de bloque pueden ser copolímeros de bloque lineales, ramificados o radiales. Normalmente se trata de copolímeros tribloque del tipo A-B-A, pero también puede tratarse de polímeros dibloque del tipo A-B, o de los que comprenden varios bloques elastoméricos y termoplásticos de manera alternada, por ejemplo A-B-A-B-A. También se pueden emplear mezclas de dos o más copolímeros de bloque distintos. Los copolímeros tribloque comercialmente disponibles contienen frecuentemente ciertas proporciones de copolímeros dibloque. Las unidades de dieno pueden presentar enlace 1,2 o 1,4. Se pueden emplear tanto copolímeros de bloque del tipo estireno-butadieno o del tipo estireno-isopreno, como del tipo estireno-butadieno-isopreno. Están disponibles comercialmente, por ejemplo con el nombre de Kraton[®]. También se pueden emplear copolímeros de bloques elastoméricos termoplásticos con bloques terminales de estireno y un bloque intermedio de estireno-butadieno estadístico, que están disponibles con el nombre de Styroflex[®]. Los copolímeros de bloque también pueden estar total o parcialmente hidrogenados, como ocurre, por ejemplo, en los cauchos SEBS.

45 De manera muy particularmente preferible, los agentes aglutinantes elastoméricos contenidos en la capa fotopolimerizable formadora de relieve son copolímeros tribloque del tipo A-B-A o copolímeros de bloque radiales del tipo (AB)_n, donde A es estireno y B es un dieno.

55 De manera muy particularmente preferible, los agentes aglutinantes elastoméricos contenidos en una capa de soporte elastomérica son copolímeros tribloque del tipo A-B-A, copolímeros de bloque radiales del tipo (AB)_n, donde A es estireno y B es un dieno, y copolímeros estadísticos y copolímeros al azar de estireno y un dieno.

Por supuesto, también se pueden emplear mezclas de varios agentes aglutinantes, siempre que las propiedades de la capa formadora de relieve no se vean negativamente afectadas por ello.

5 En el caso de la capa formadora de relieve, la cantidad total de agentes aglutinantes, referida a la suma de todos los componentes de la capa formadora de relieve, se sitúa normalmente en el intervalo de 40 a 90% en peso, preferiblemente de 40 a 80% en peso y de manera particularmente preferible de 45 a 75% en peso.

Si está presente una capa de soporte elastomérica, la cantidad total de agentes aglutinantes elastoméricos puede ascender hasta el 100% en peso. Normalmente se sitúa en el intervalo de 75 a 100% en peso, preferiblemente de 85 a 100% en peso y de manera particularmente preferible de 90 a 100% en peso.

10 La capa fotopolimerizable formadora de relieve comprende además, de manera conocida, al menos un compuesto etilénicamente insaturado que es compatible con los agentes aglutinantes. Los compuestos adecuados presentan al menos un enlace doble etilénicamente insaturado y son polimerizables. Por lo tanto, a estos se les denominará en lo que sigue monómeros. Han resultado ser particularmente ventajosos ésteres o amidas del ácido acrílico o del ácido metacrílico con alcoholes mono- o polifuncionales, aminas, aminoalcoholes o hidroxieéters e hidroxieésteres, ésteres del ácido fumárico o del ácido maleico, éteres vinílicos, ésteres vinílicos o compuestos de alilo. Son ejemplos de monómeros adecuados el acrilato de butilo, acrilato de 2-etilhexilo, acrilato de laurilo, acrilato de tetradecilo, diacrilato de 1,4-butanodiol, diacrilato de 1,6-hexanodiol, dimetacrilato de 1,6-hexanodiol, diacrilato de 1,9-nonanodiol, tri(met)acrilato de trimetilolpropano, fumarato de dioctilo y N-dodecilmaleimida. Son monómeros muy particularmente preferidos los mono-, di- y tri-acrilatos y -metacrilatos. Naturalmente, también se pueden emplear mezclas de varios monómeros diferentes. El experto en la materia elige el tipo y la cantidad de los monómeros dependiendo de las propiedades deseadas para la capa. La cantidad de monómeros en la capa fotopolimerizable a) formadora de relieve asciende por regla general a no más de 20% en peso, referida a la cantidad de todos los componentes, y generalmente se sitúa entre 3 y 15% en peso.

25 La capa fotopolimerizable formadora de relieve comprende además, de una manera conocida en principio, al menos un fotoiniciador o un sistema fotoiniciador. Son ejemplos de iniciadores adecuados la benzoína o derivados de benzoína, tales como metilbenzoína o éteres de benzoína, derivados de bencilo, tales como cetales de bencilo, óxidos de acilarilfosfina, ésteres de ácido acilarilfosfínico, α -hidroxicetonas, quinonas policíclicas o benzofenonas. La cantidad de fotoiniciador en la capa formadora de relieve se sitúa por regla general en el intervalo de 0,1 a 5% en peso, referido a la cantidad de todos los componentes de la capa formadora de relieve.

30 La capa de soporte elastomérica también puede contener los compuestos etilénicamente insaturados mencionados y los fotoiniciadores mencionados, y preferiblemente los contiene, por lo que también puede fotopolimerizarse, al igual que la capa formadora de relieve. En general, la cantidad de compuestos etilénicamente insaturados en la capa de soporte se sitúa en el intervalo de 0 a 15% en peso. Por lo general, la cantidad de fotoiniciador en la capa de soporte se sitúa en el intervalo de 0 a 5% en peso.

35 La capa formadora de relieve, y eventualmente la capa de soporte elastomérica opcional, pueden contener plastificantes. También se pueden emplear mezclas de distintos plastificantes. Los ejemplos de plastificantes adecuados incluyen aceites y resinas naturales modificados y sin modificar, tales como aceites minerales paraafínicos, nafténicos o aromáticos de alto punto de ebullición, oligómeros sintéticos o resinas tales como oligoestireno, ésteres de alto punto de ebullición, copolímeros oligoméricos de estireno-butadieno, copolímeros oligoméricos de α -metilestireno/p-metilestireno, oligobutadienos líquidos, en particular los que tienen un peso molecular entre 500 y 5.000 g/mol, o copolímeros oligoméricos de acrilonitrilo-butadieno líquidos o copolímeros oligoméricos de etileno-propileno-dieno. Se prefieren aceites de polibutadieno, en particular los que tienen un peso molecular entre 500 y 5.000 g/mol, ésteres alifáticos de alto punto de ebullición tales como, en particular, ésteres alquílicos de ácidos mono- y dicarboxílicos, por ejemplo estearatos o adipatos, y aceites minerales. La cantidad de un plastificante opcionalmente presente la determina el experto en la materia, dependiendo de las propiedades deseadas para la capa. Por regla general, no excederá del 50% en peso de la suma de todos los componentes de la capa fotopolimerizable formadora de relieve, y habitualmente se sitúa en el intervalo de 0 a 50% en peso, preferiblemente de 0 a 40% en peso.

El grosor de la capa formadora de relieve se sitúa generalmente en el intervalo de 0,3 a 7 mm, preferiblemente de 0,5 a 6 mm.

50 En una forma de realización preferida se emplea un agente aglutinante del tipo estireno-butadieno. Son agentes aglutinantes particularmente preferidos los copolímeros de bloque lineales, radiales o ramificados del tipo estireno-butadieno. Estos copolímeros de bloque tienen un peso molecular medio M_w (promedio en peso) de 80.000 a 250.000 g/mol, preferiblemente de 80.000 a 150.000 g/mol, y de manera particularmente preferible de 90.000 a 130.000 g/mol, y presentan un contenido de estireno de 20 a 40% en peso, preferiblemente de 20 a 35% en peso y de manera particularmente preferible de 20 a 30% en peso.

En una forma de realización preferida adicional de la invención, el agente aglutinante es del tipo estireno-isopreno. Los agentes aglutinantes del tipo estireno-isopreno, preferidos, contienen generalmente de 13 a 40% en peso de estireno, preferiblemente de 13 a 35% en peso y de manera particularmente preferible de 14 a 30% en peso.

Los elementos fotopolimerizables de impresión flexográfica se pueden fabricar mediante métodos en principio conocidos para el experto en la materia, por ejemplo, mediante extrusión en estado fundido, colada o laminación, en un procedimiento de producción de un solo paso o de varios pasos. Se prefiere la fabricación mediante extrusión en estado fundido, en donde primeramente se mezclan entre sí, en una extrusora calentada, los componentes de la capa formadora de relieve. Para fabricar elementos de impresión flexográfica con forma plana, se puede descargar de la extrusora la masa fotopolimerizable entre dos láminas, a través de una boquilla de ranura ancha, y se puede calandar el material compuesto estratificado, estando el tipo de láminas orientado a la finalidad de uso deseada. Puede tratarse aquí de láminas que tengan buena adhesión a la capa fotopolimerizable, o de láminas fácilmente desprendibles (temporales). Para fabricar elementos de impresión flexográfica con forma plana se emplean generalmente una lámina de soporte con buena adhesión y una lámina de cubierta desprendible. El grosor de la capa fotopolimerizable se sitúa generalmente en el intervalo de 0,4 a 7 mm, preferiblemente de 0,5 a 4 mm y de manera particularmente preferible de 0,7 a 2,5 mm.

La formación de imagen en la capa apta para la formación digital de imagen se efectúa por medio de máscaras digitales. A dichas máscaras también se las denomina máscaras *in situ*. Para ello, primeramente se aplica sobre la capa fotopolimerizable formadora de relieve una capa apta para la formación digital de imagen. Preferiblemente, la capa apta para la formación digital de imagen es una capa de ablación por IR, una capa grabable mediante chorro de tinta o una capa grabable mediante termografía. Preferiblemente, la capa apta para la formación digital de imagen es una capa que se puede eliminar con un láser de IR (capa de ablación por IR).

Las capas o máscaras de ablación por IR son opacas a la longitud de onda de la luz actínica, y generalmente comprenden al menos un agente aglutinante, un absorbente de IR tal como el negro de carbono, por ejemplo, y un absorbente para la radiación UV, donde las funciones de absorbente de IR y de absorbente de UV también las puede asumir una única sustancia, como ocurre, por ejemplo, cuando se utiliza negro de carbono como absorbente de IR, ya que el negro de carbono, en concentración suficiente, hace a la capa de máscara esencialmente opaca frente a la luz UV. Utilizando un láser de IR se puede grabar una máscara en la capa de ablación por IR, es decir, la capa se descompone y se desprende en los lugares donde incide el rayo láser. A través de la máscara resultante se puede irradiar, según la imagen, con luz actínica. En los documentos EP-A 654 150 o EP-A 1 069 475, por ejemplo, están publicados ejemplos de formación de imagen en elementos de impresión flexográfica con máscaras de ablación por IR.

En el caso de las capas de chorro de tinta, se aplica una capa grabable con tintas de chorro de tinta, por ejemplo una capa de gelatina. En ella se puede formar la imagen mediante impresoras de inyección de tinta. En el documento EP-A 1 072 953 están publicados ejemplos.

Las capas termográficas son capas que contienen sustancias que se colorean de negro bajo la influencia del calor. Dichas capas comprenden, por ejemplo, un agente aglutinante y una sal orgánica de plata, y en ellas se pueden formar imágenes mediante una impresora con un cabezal térmico o por medio de láseres de IR. En el documento EP-A 1 070 989 están publicados ejemplos.

El procedimiento según la invención puede llevarse a cabo insertando primeramente el material de partida en una unidad receptora, por ejemplo colocándolo en una cinta transportadora o cargándolo en un carrusel. Si el material de partida tiene una lámina protectora, debe retirarse esta en caso de que la unidad receptora no posea un dispositivo de retirada automática.

En el paso (a) del procedimiento, en una unidad de formación de imagen se forma la imagen en la capa apta para la formación digital de imágenes, utilizando la tecnología requerida en cada caso. La información para la imagen se toma directamente de una unidad de control.

En el paso (b) del procedimiento, por medio de la unidad de exposición se irradia con luz actínica, es decir, químicamente activa, a través de la máscara producida, el elemento de impresión flexográfica en donde se ha formado la imagen.

En un paso (c) del procedimiento, con un disolvente adecuado o una combinación adecuada de disolventes se revela el elemento de impresión flexográfica en donde se ha formado la imagen y que ha sido expuesto según la imagen. Con ello se eliminan las zonas no expuestas, es decir, las zonas de la capa de relieve cubiertas por la máscara, mientras que las zonas expuestas, es decir, las zonas reticuladas, permanecen. Se eliminan, además, los restos de capa apta para la formación digital de imágenes.

El disolvente o mezcla de disolventes utilizado depende del tipo de elemento de impresión flexográfica empleado. Si el elemento de impresión flexográfica tiene una capa fotopolimerizable revelable de manera acuosa, se pueden utilizar agua o disolventes predominantemente acuosos. En caso de elementos de impresión flexográfica revelables de manera orgánica, son particularmente adecuados los agentes de arrastre por lavado conocidos para planchas de impresión flexográfica, que generalmente consisten en mezclas de distintos disolventes orgánicos que cooperan de manera adecuada. Por ejemplo, se pueden utilizar reveladores a base de fracciones de petróleo nafténicas o aromáticas, en mezcla con alcoholes, por ejemplo alcohol bencílico, ciclohexanol o alcoholes alifáticos con 5 a 10 átomos de carbono, y eventualmente otros componentes tales como, por ejemplo, hidrocarburos alicíclicos,

hidrocarburos terpénicos, bencenos sustituidos, por ejemplo diisopropilbenceno, ésteres con 5 a 12 átomos de carbono o éteres de glicol. Por ejemplo, en los documentos EP-A 332 070 o EP-A 433 374 están publicados agentes de arrastre por lavado adecuados.

5 El paso de revelado se lleva a cabo típicamente a temperaturas por encima de 20°C. Por razones de seguridad y para reducir el coste del aparato en el equipo de revelado, cuando se utilizan disolventes orgánicos la temperatura debe estar de 5°C a 15°C por debajo del punto de destello de la mezcla de agentes de arrastre por lavado utilizada.

10 En un paso (d) del procedimiento se puede efectuar el secado de las planchas de impresión flexográfica. Si el elemento de impresión flexográfica tiene un soporte hecho de una lámina de PET, el secado se realiza preferiblemente a una temperatura de 40 a 80°C, de manera particularmente preferible a una temperatura de 50 a 70°C. Si el soporte dimensionalmente estable del elemento de impresión flexográfica es un soporte metálico, el secado puede realizarse también a temperaturas más altas, de hasta aproximadamente 160°C.

15 En caso necesario, en un paso (e) del procedimiento se pueden someter las planchas de impresión flexográfica obtenidas a un postratamiento de eliminación de pegajosidad mediante luz UVA y/o UVC. Por regla general, un paso de este tipo es recomendable. Cuando está prevista la irradiación con luz de distintas longitudes de onda, esta puede tener lugar de manera simultánea o sucesiva.

Entre los pasos individuales del procedimiento, el elemento de impresión flexográfica o la plancha de impresión flexográfica es transportado de una unidad a la siguiente.

20 El revelado también se puede efectuar térmicamente. En el revelado térmico no se utiliza disolvente. En lugar de ello, después de la exposición según la imagen, se pone en contacto la capa formadora de relieve con un material absorbente y se calienta. El material absorbente es, por ejemplo, un género no tejido poroso, por ejemplo hecho de nailon, poliéster, celulosa o materiales inorgánicos. En el transcurso del revelado térmico, el elemento de impresión flexográfica experimenta, al menos en la superficie, un aumento de temperatura tal que las porciones no polimerizadas de la capa formadora de relieve se fluidifican y pueden ser absorbidas por el material absorbente. Después se retira el material absorbente usado. En los documentos US 3.264.103, US 5.175.072, WO 96/14603 o
25 WO 01/88615, por ejemplo, se describen particularidades relativas al revelado térmico. De manera opcional, la máscara se puede eliminar previamente utilizando un disolvente adecuado, o también térmicamente.

La invención se ilustra con mayor detalle mediante los siguientes ejemplos.

Ejemplos

Las Figuras 1 a 7 muestran:

30 La Figura 1 muestra el resultado de la medición con pertómetro para un cliché con ahuecamiento pronunciado.

La Figura 2 muestra el resultado de la medición con pertómetro para un cliché fabricado según la invención, con ahuecamiento mínimo.

La Figura 3 muestra una toma de microscopía electrónica de puntos de trama con ahuecamiento pronunciado.

35 La Figura 4 muestra una toma de microscopía electrónica de puntos de trama con ahuecamiento mínimo, según la invención.

La Figura 5 muestra el motivo de texto impreso en las pruebas de impresión.

La Figura 6 muestra las curvas características de impresión para las pruebas de impresión VV1 y de la V1 a la V6.

La Figura 7 muestra tomas fotográficas ampliadas de tramas de puntos para las pruebas de impresión VV1, V3, V5 y V6.

40 Determinación metrológica de los bordes elevados

La apreciación cuantitativa de los bordes elevados de los elementos de imagen de un cliché de impresión flexográfica, en particular de los puntos de trama individuales, no es trivial. Los bordes tienen solo escasos μm de altura y son difíciles de determinar con métodos ópticos.

45 Un método simple y rápido para medir la geometría de las superficies de puntos de trama lo constituye la palpación mecánica de la superficie por medio de un palpador de diamante, que está unido a un brazo móvil y cuya deflexión se mide y se convierte en un perfil de superficie (medición con pertómetro). Para garantizar la reproducibilidad de los resultados de medida, todas las mediciones se realizan sobre el mismo campo de trama (valor tonal 40%, lineatura 35 líneas por centímetro (89 líneas por pulgada) con condiciones de medición idénticas.

50 Para las mediciones se utiliza un conjunto MarSurf M400 de la empresa Mahr, con un dispositivo de avance SD26 y un sistema palpador BFW-250, utilizando una fuerza de medición de 0,7 mN y un trayecto de medición de 5 mm. La

velocidad con este trayecto de medición es 0,5 mm/s, y se registran 10.000 puntos de datos.

La Figura 1 muestra un resultado típico de medición con pertómetro para un cliché con bordes elevados pronunciados, es decir, ahuecamiento pronunciado. Se trata en este caso de un cliché nyloflex ACE 114 D, que ha sido expuesto mediante exposición con LED de UV en una pasada, con una velocidad de desplazamiento lenta de 65 mm/min.

A modo de comparación, la Figura 2 muestra el correspondiente resultado de medida para un cliché nyloflex ACE 114 D, que ha sido expuesto mediante exposición con LED de UV en 60 pasadas, a una velocidad de desplazamiento de 4.000 mm/min. Aquí apenas son apreciables los bordes de los puntos de trama. El ahuecamiento está solo mínimamente pronunciado.

Los resultados del pertómetro fueron verificados mediante tomas de microscopía electrónica. La Figura 3 muestra una toma de microscopía electrónica del cliché que había sido expuesto con LED de UV en una pasada. La Figura 4 muestra las tomas correspondientes del cliché expuesto en 60 pasadas rápidas con LED de UV. Las tomas de microscopía electrónica confirman de forma contundente los resultados de las mediciones con pertómetro.

Para la determinación cuantitativa del ahuecamiento o de la altura de los bordes de puntos de trama, la medida del pertómetro se evalúa de la siguiente manera. Los puntos de trama tienen un diámetro nominal de 300 µm. Para excluir los artefactos de medida ocasionados por sobreoscilación de la aguja medidora, solamente se mide en cada caso el borde derecho (el que va detrás en el sentido del desplazamiento) del punto de trama. La altura del borde se obtiene como la diferencia entre el valor máximo (medido directamente en el borde) y el valor de medida, que se mide en cada caso a una distancia de 30 µm desde el borde del punto de trama. Los valores típicos de ahuecamiento en clichés de impresión flexográfica se sitúan entre 0 y 10 µm.

Procesamiento de los elementos fotopolimerizables de impresión flexográfica para dar el cliché

La energía que se aplica a la plancha de impresión en cada exposición parcial (ciclo de exposición) varía de 0,1 a 5 J/cm². Las velocidades de avance correspondientes varían de 50 mm/min a 5.000 mm/min. Cuando se utiliza un aparato LED de UV disponible en el mercado (expositora nyloflex NExT FV de Flint Group) en gran formato (1.320 x 2.032 mm), con las velocidades de avance indicadas se obtienen tiempos de ciclo que van desde algunos segundos hasta unos pocos minutos.

Se utilizó como plancha de impresión la plancha de impresión flexográfica nyloflex NEF 114 D de Flint Group, desarrollada especialmente para la exposición con luz LED de UV.

El procesamiento de los elementos de impresión flexográfica comprendió los siguientes pasos:

- retirada de la lámina de cubierta
- formación de imagen mediante láser de IR (CDI Spark 4835 de Esko Graphics, óptica de alta resolución Pixel+, resolución de máscara 1.574 puntos por centímetro (4.000 puntos por pulgada))
- exposición por el reverso en la expositora de tubo nyloflex FIII (16 segundos)
- exposición con LED de UV según la Tabla 1
- arrastre por lavado en la lavadora nyloflex FIII en nylosolv A (255 mm/min)
- secado (2 h a 60°C)
- postratamiento con luz (10 minutos con luz UVA, 1 minuto con luz UVC).

Después de retirar la lámina de cubierta, se montaron las placas de impresión flexográfica en el tambor del láser de IR. A continuación se grabó en la capa de máscara el motivo de prueba (reproducido en la Figura 5) utilizando una energía láser de 3,0 J/cm². Después de ello se realizó la exposición preliminar de las placas por el reverso y después se realizó la exposición principal con radiación de LED de UV.

Las exposiciones con LED de UV se llevaron a cabo en la expositora de gran formato nyloflex NExT FV de Flint Group. La misma está diseñada para formatos de placa de hasta 1.320 mm x 2.032 mm. Cada plancha de impresión fue expuesta como si se estuviera exponiendo una placa de gran formato, es decir, se recorrió con la tira de LED de UV toda la longitud de la expositora.

La tira de LED de UV de la expositora nyloflex NExT FV tiene 9 mm de ancho. La luz UV se emite en un ángulo de 30°. La distancia entre la tira de LED y la plancha medía 10 mm, lo que produjo una anchura de irradiación de 20,5 mm. La potencia de la expositora se ajustó al 80% de su potencia máxima, correspondiente a 650 mW/cm².

Se llevaron a cabo exposiciones con las siguientes configuraciones:

Tabla 1

Número de ensayo	Configuración de exposición	Aplicación de energía/ciclo	Duración total (min)
VV1	1 x 80 mm/min	1 x 10 J/cm ²	25,8
V1	3 x 250 mm/min	3 x 3,2 J/cm ²	25,6
V2	1 x 200 mm/min + 30 x 4.000 mm/min	1 x 4,0 J/cm ² + 30 x 0,2 J/cm ²	38,0
V3	30 x 4.000 mm/min + 1 x 200 mm/min	30 x 0,2 J/cm ² + 1 x 4,0 J/cm ²	38,0
V4	50 x 4.000 mm/min	50 x 0,2 J/cm ²	45,7
V5	20 x 4.000 mm/min + 2 x 1.000 mm/min + 1 x 200 mm/min	20 x 0,2 J/cm ² + 2 x 0,8 J/cm ² + 1 x 4,0 J/cm ²	33,7
V6	como V5, pero expuesto a la ida y a la vuelta	como V5	24,8

5 La configuración de exposición se eligió en cada caso de manera que la aplicación total de energía estuviera respectivamente próxima a 10 J/cm². Debido a la operación en gran formato, los tiempos de exposición son relativamente largos, y se sitúan entre 25 y 45 minutos. Cuando no se indica otra cosa, se apagaba la tira de LED durante la vuelta a la posición inicial. Esto da como resultado un tiempo de exposición muy largo, particularmente en el ensayo V4.

En V1, la exposición se dividió en 3 ciclos de exposición idénticos.

10 En V2 y V3 se combinó en cada caso una pasada lenta con 30 pasadas rápidas. En V4 solamente se realizaron pasadas rápidas y en V5 se redujo la velocidad de exposición desde una velocidad elevada, pasando por una velocidad media, hasta una velocidad baja. En V6, las velocidades de exposición fueron las mismas que en V5, salvo que se desplazó la tira de LED hacia delante y hacia atrás sin apagarla, por lo que resultó un tiempo total de exposición significativamente más corto.

Evaluación del cliché

Se evaluaron exhaustivamente los clichés producidos.

15

Tabla 2

Número de ensayo	Dureza (micro Shore A)	Primer campo de trama (48,8 líneas/cm (124 líneas/pulgada))	Profundidad (µm) del punto negativo a 200 µm	Ahuecamiento (µm)
VV1	61	2,0	60	5,7
V1	60	1,6	70	2,8
V2	59	2,0	70	3,2
V3	60	2,4	130	2,3
V4	59	3,2	130	2,3
V5	60	2,0	135	2,3
V6	59	2,0	130	2,3

La dureza de todos los clichés se situó en 60 +/- 1, dentro del intervalo deseado.

5 Todos los clichés tenían puntos de trama con superficies planas y nítidamente delimitadas (los denominados puntos de punta plana). Sorprendentemente, el primer campo de trama en los clichés, con talonaje adecuado, no presentó una variación excesiva, y se situaba en torno al 2%. Solamente la configuración de exposición del ensayo V4 disminuyó ligeramente, con una magnitud de valor tonal de 3,2%. A modo de comparación: una plancha de impresión flexográfica expuesta con tubos UVA, con una lineatura de 48,8 líneas por centímetro (124 líneas por pulgada) generalmente solo puede retener en el cliché un valor tonal entre 6 y 8%.

10 Es destacable la influencia de las configuraciones de exposición sobre el ahuecamiento y la profundidad del punto negativo a 200 µm. Las configuraciones experimentales V1 y V2, así como el ensayo comparativo, proporcionaron solamente valores de profundidad pequeños. Estas configuraciones de exposición estaban caracterizadas por un desplazamiento lento, o un desplazamiento lento como primera pasada de exposición. El ensayo V3, en el que se realiza una pasada lenta solo al final de la exposición, muestra de nuevo, como los restantes ensayos conformes a la invención, muy buenas (grandes) profundidades interpuntos.

15 El ahuecamiento de los puntos de trama del relieve de impresión muestra una dependencia similar. Las tres configuraciones experimentales con desplazamiento lento de la tira de LED de UV, o bien desplazamiento lento al comienzo de la exposición, muestran bordes significativamente más altos que las otras configuraciones experimentales.

20 Estos resultados se pueden interpretar en el sentido de que al comienzo de la exposición todavía existe una elevada concentración de reticulante en la plancha de impresión. Si se efectúa una elevada aplicación de energía al comienzo de la exposición, lo que se corresponde con un desplazamiento lento de la tira de LED de UV, se origina entonces un flujo significativo de monómero que, debido a la polimerización, provoca por un lado la formación de bordes elevados en los límites entre las zonas expuestas y las no expuestas y por otro –asimismo en el límite entre las zonas expuestas y las no expuestas de la plancha de impresión– la disminución de la profundidad de los puntos negativos (profundidad interpuntos). Las reacciones competitivas de formación de radicales, polimerización, terminación por oxígeno y difusión del reticulante tienen efectos diferentes para cada elemento de volumen de la capa fotopolimerizable. La difusión posterior del oxígeno en la superficie de la plancha de impresión flexográfica sigue siendo sustancial, y evita que a lo largo del límite entre las zonas expuestas y las no expuestas la polimerización crezca en la zona no expuesta. La difusión del monómero determina aquí la formación de los bordes elevados típicos. A una distancia de aproximadamente 100 µm de la superficie (en la zona de depresión de un punto negativo fino) el oxígeno ya no desempeña ningún papel. El oxígeno no se difunde a una profundidad suficiente en la capa fotopolimerizable como para inhibir la polimerización en las zonas sin imagen. Con altas dosis de energía en cada paso de exposición y una concentración correspondientemente alta de radicales libres, estos se difunden intensamente en las zonas sin imagen, con lo cual las profundidades interpuntos entre los puntos de imagen disminuyen a causa de la polimerización.

35 Si solamente al final de la exposición se lleva a cabo un ciclo con alta aportación de energía (donde tiene lugar un desplazamiento lento de la tira de LED de UV), entonces ya se ha agotado parte del reticulante (monómero) y, a pesar de la alta aportación de energía, ya no se produce un flujo significativo de monómero. Las profundidades interpuntos entre los puntos de imagen quedan abiertas y los bordes de los puntos de trama ya no son tan pronunciados.

40 Pruebas de impresión

Después se imprimieron los clichés en una máquina de impresión flexográfica, en condiciones idénticas, y se evaluaron las impresiones obtenidas.

Parámetros de impresión

Máquina de impresión: máquina de cilindro central W&H

45 Tinta de impresión: tinta flexográfica a base de alcohol Flexistar Cyan

Cinta adhesiva: Lohmann 5.3

Velocidad de impresión: 100 m/min

50 Ajuste de impresión: óptimo (+ 70 µm mediante la configuración impresión "al beso" (en inglés, "kiss print"); se denomina impresión "al beso" a la configuración con la cual se imprime aproximadamente la mitad del conjunto de elementos de la imagen. En este caso, el cilindro de impresión con el sustrato apenas toca la superficie del cliché, sin ejercer ninguna presión significativa.

Tabla 3

Número de ensayo	Valor tonal del primer campo de trama (48,8 líneas/cm (124 líneas/pulgada))	Log. de la densidad de tinta (MG34)	Sobreentintado de puntos ("dot-bridging")	Curva característica de impresión	Evaluación de la calidad de impresión
VV1	17,6	1,67	intenso	inconstante	mala
V1	15,4	1,69	escaso	constante	bueno
V2	20,1	1,67	escaso	constante	bueno
V3	18,6	1,63	nulo	constante	muy buena
V4	20,4	1,59	nulo	constante	bueno
V5	17,0	1,65	nulo	constante	muy buena
V6	18,3	1,63	nulo	constante	muy buena

Se imprimió un patrón de trama circular (motivo A en la Figura 5) como elemento de prueba para detectar la aparición de puentes entre puntos (sobreentintado de puntos). Además, se determinaron en cada caso el valor tonal de la primera cuadrícula de impresión (motivo B) y la correspondiente curva característica de valor tonal (véase la Figura 6). Se determinó densitométricamente la densidad de tinta de la superficie completa superficialmente estructurada (trama de superficie elegida MG 34, motivo C). Además, varios evaluadores valoraron la imagen impresa completa en cuanto a contraste, nitidez de los detalles y entintado y la clasificaron en una de tres categorías (muy buena, buena, mala).

Todos los clichés imprimieron el primer valor tonal de trama con una cobertura superficial entre 15 y 20%, lo que es habitual para clichés FTD con una lineatura de 48,8 líneas por centímetro (124 líneas por pulgada). Asimismo, todas las impresiones muestran una alta densidad de tinta en la región de la superficie completa estructurada mediante tramas de superficie. Por el contrario, la superficie no estructurada proporciona, por término medio, una densidad de tinta de solamente 1,5 +/- 0,05.

El problema de la formación de puentes de tinta con valores tonales medios de 30 a 60% se puede apreciar en la curva característica de impresión y en la impresión del patrón de trama circular (motivo A). La Figura 6 muestra las curvas características de impresión asociadas con los ensayos VV1 y del V1 al V6. En una curva característica de impresión se imprimen y se evalúan campos de trama con distinta cobertura superficial. Se compara la cobertura superficial de tinta en la impresión (medida densitométricamente por comparación, en porcentaje, con la densidad óptica de la superficie completa) con la cobertura superficial teórica del conjunto de datos. Debido a que la tinta de impresión es exprimida, la cobertura superficial en la impresión es mayor que la superficie de impresión calculada teóricamente. Las curvas características de impresión en la impresión flexográfica muestran, por lo tanto, un arqueamiento convexo típico sobre la diagonal del diagrama. Para representar imágenes en trama, es necesario que este arqueamiento sea reproducible y constante. Las inconstancias en la curva característica de impresión indican problemas que imposibilitan la reproducción de trama. La Figura 7 muestra fotografías de tomas ampliadas de los puntos de trama de la trama circular para las pruebas de impresión VV1, V3, V5 y V6.

En el experimento comparativo VV1, la formación de puentes de tinta se puede apreciar en la toma de microscopía incluso a valores tonales bajos, aunque los puntos de trama se encuentran suficientemente separados entre sí y no debería haber contacto entre los mismos. Las otras configuraciones de exposición no muestran puentes de tinta. Incluso con puntos de trama mayores, que casi se tocan, aquí cada punto individual siguió imprimiéndose con una separación limpia.

El ensayo comparativo VV1 también queda por debajo cuando se comparan las curvas características de impresión. La curva característica de impresión decrece en la región de los valores tonales medios y muestra un comportamiento casi horizontal en la región desde 30% a 50%. Esta mella en la curva característica de impresión es muy extremadamente pronunciada en el ensayo comparativo VV1. Todas las demás configuraciones de exposición muestran una curva característica de impresión constante y continuamente creciente.

Los resultados de impresión se correlacionan con las evaluaciones de los clichés. Los clichés con ahuecamiento pronunciado y profundidades interpuntos insuficientes entre los puntos de imagen tienden, en consecuencia, a formar puentes de tinta en la impresión de trama de alta calidad. Al contacto con el sustrato, la tinta de impresión de baja viscosidad es exprimida hacia fuera por encima de los bordes del punto de trama. La tinta de impresión cuela a las profundidades interpuntos planas entre los puntos de trama y allí se seca. El proceso se repite en la siguiente pasada de impresión, hasta que finalmente se origina un puente de tinta de impresión.

5 Los experimentos demuestran de manera contundente que las configuraciones de exposición con las que se puede evitar la formación de bordes elevados y se pueden conseguir profundidades interpuntos suficientemente grandes entre los puntos de imagen, también permiten los resultados de impresión óptimos. En particular, las configuraciones V3, V5 y V6 de exposición, en las que primeramente se realizan varias exposiciones con baja aplicación de energía (movimiento rápido de la tira de LED de UV) y después una o varias exposiciones con mayor aplicación de energía (desplazamiento más lento de la tira de LED de UV) al final de la exposición, resultan ser las mejores en cuanto a calidad de impresión. La V6 consigue además una calidad de impresión óptima con un tiempo de exposición corto.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar formas de impresión flexográfica, en el cual se emplea como material de partida un elemento fotopolimerizable para impresión flexográfica que comprende al menos, de manera superpuesta:
- un soporte dimensionalmente estable y
- 5 • al menos una capa fotopolimerizable formadora de relieve, que comprende al menos un agente aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado y un fotoiniciador,
- una capa apta para la formación digital de imágenes,
- y el procedimiento comprende al menos los siguientes pasos:
- (a) producir una máscara mediante formación de imagen en la capa apta para la formación digital de imágenes,
- 10 (b) exponer con luz actínica a través de la máscara la capa fotopolimerizable formadora de relieve, y fotopolimerizar las zonas de imagen de la capa, y
- (c) revelar la capa fotopolimerizada mediante arrastre por lavado de las zonas no fotopolimerizadas de la capa formadora de relieve con un disolvente orgánico o mediante revelado térmico, caracterizado por que
- 15 el paso (b) comprende dos o más ciclos (b-1) a (b-n) de exposición con luz actínica de una intensidad de 100 a 5.000 mW/cm² desde una pluralidad de LED de UV, ascendiendo la energía aplicada a la capa fotopolimerizable formadora de relieve, por cada ciclo de exposición, a 0,1 hasta 5 J/cm².
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la energía total aplicada en el paso (b) a la capa fotopolimerizable formadora de relieve asciende a 5 hasta 25 J/cm².
3. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la energía aplicada por cada ciclo de exposición
- 20 aumenta durante el paso (b) de exposición.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el paso (b) de exposición se lleva a cabo por movimiento relativo de la pluralidad de LED de UV de manera paralela a la superficie del elemento de impresión flexográfica.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la pluralidad de LED de UV están dispuestos uno
- 25 junto a otro en al menos una tira de LED de UV, que se mueve a lo largo de la superficie del elemento de impresión flexográfica.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 o 5, caracterizado porque la pluralidad de LED UV están dispuestos uno junto a otro en al menos dos tiras de LED de UV, de las cuales al menos una es móvil y al menos una es fija.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 4 a 6, caracterizado porque la tira de LED o las tiras de LED se
- 30 mueven a una velocidad de 50 a 5.000 mm/min con relación a la superficie del elemento de impresión flexográfica.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los LED de UV utilizados en el paso (b) presentan un máximo de emisión en el intervalo de longitudes de onda de 350-405 nm.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque los LED de UV utilizados en el paso (b) presentan un máximo de emisión a 350 nm, 365 nm, 375 nm, 385 nm, 395 nm o 405 nm.
- 35 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque la capa apta para la formación digital de imágenes es una capa que se puede eliminar con láser.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la distancia entre los LED de UV y la superficie del elemento de impresión flexográfica mide de 5 a 30 mm.

Figura 1

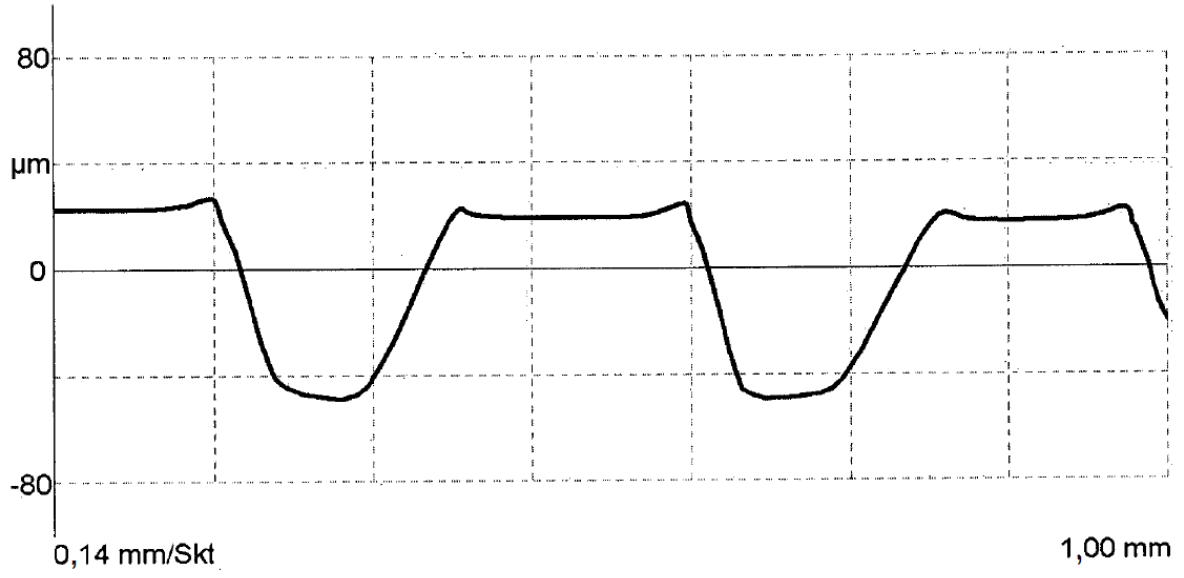


Figura 2

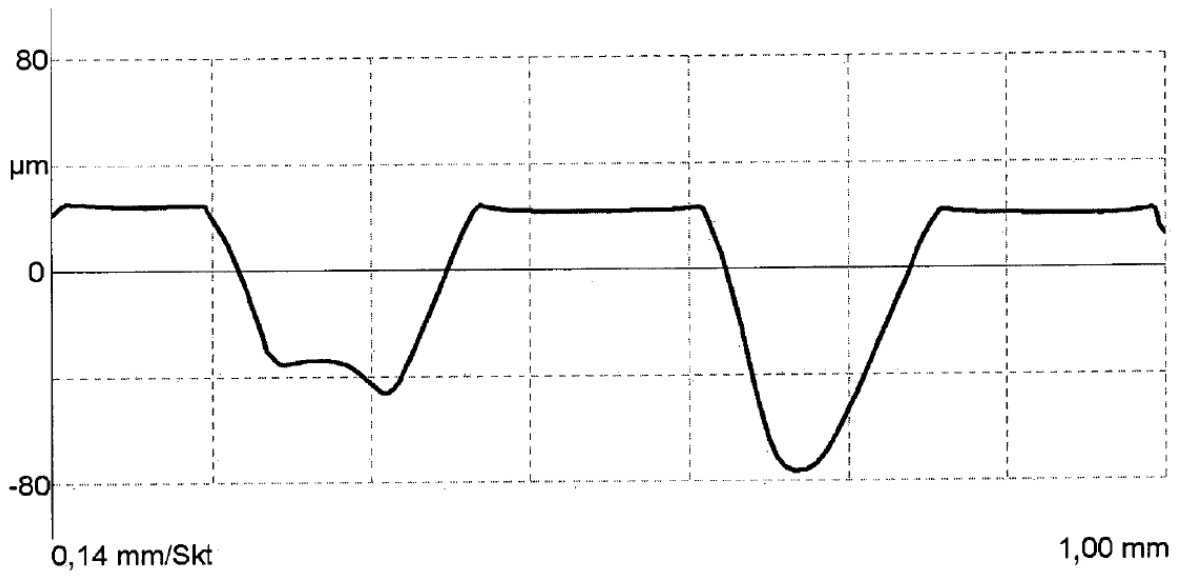


Figura 3

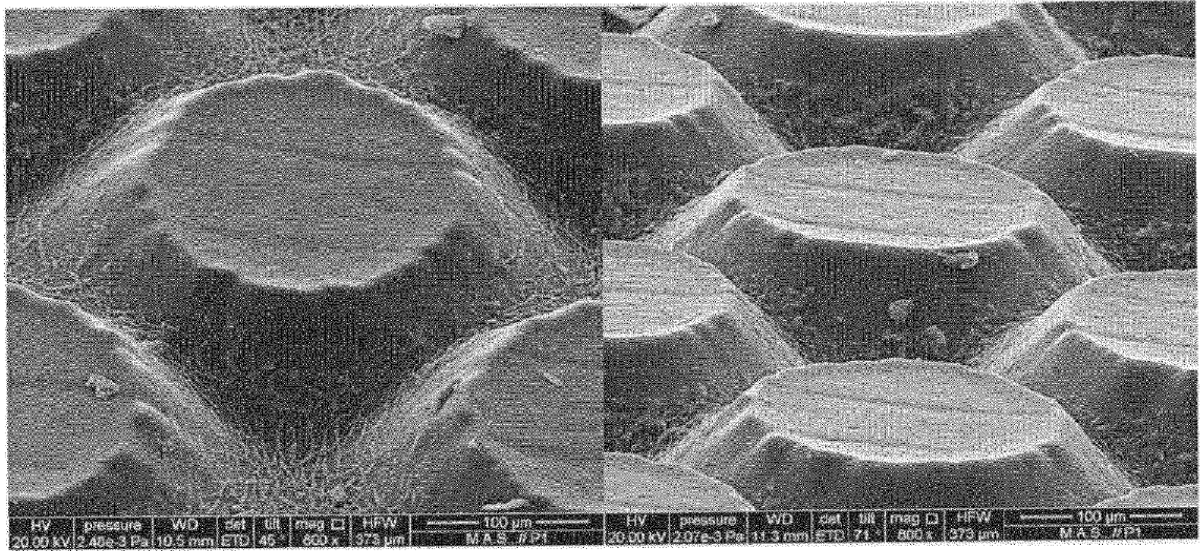


Figura 4

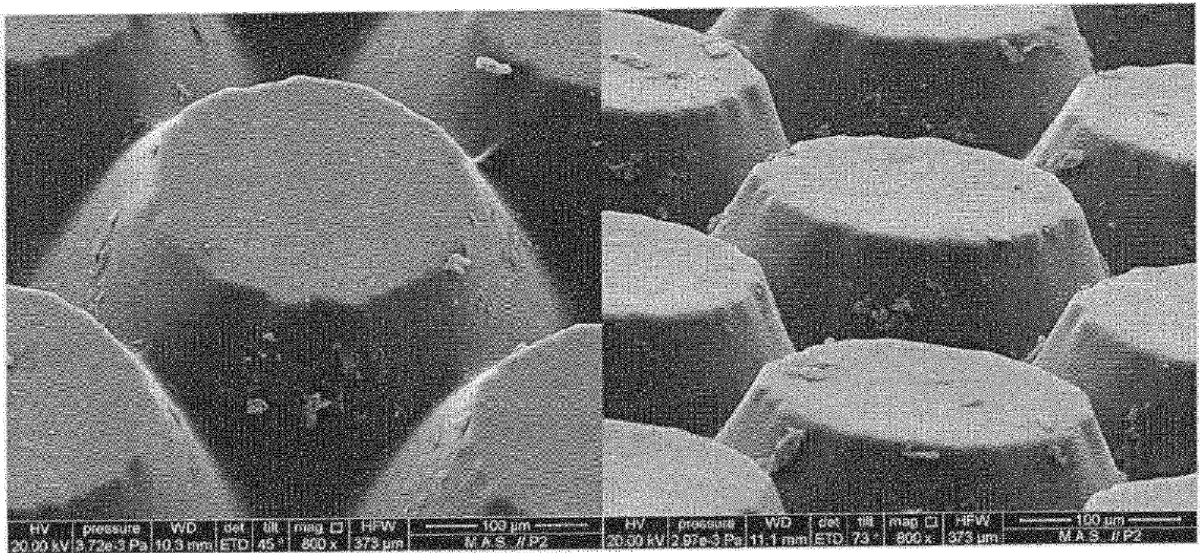
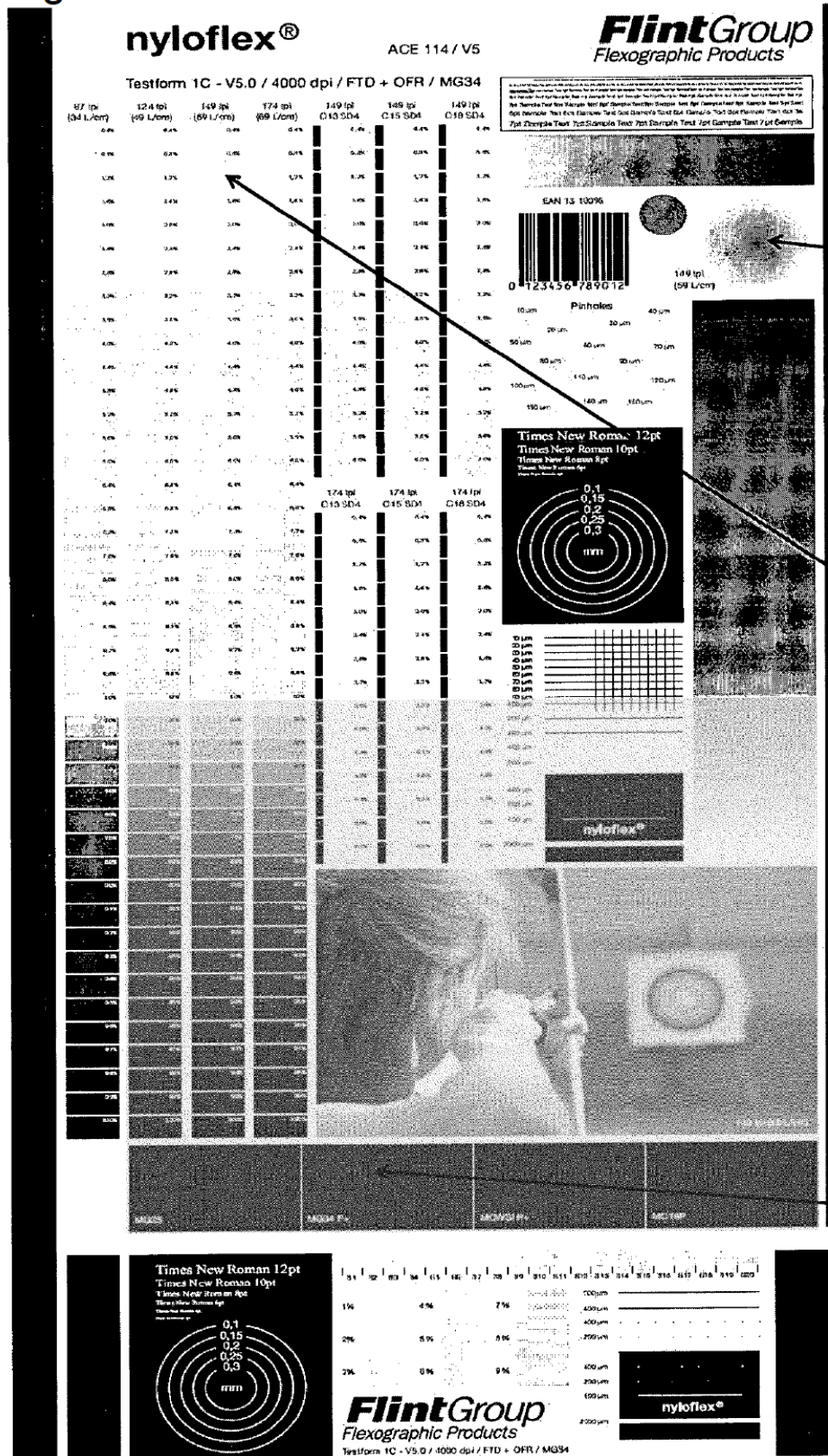


Figura 5



A

B

C

Figura 6

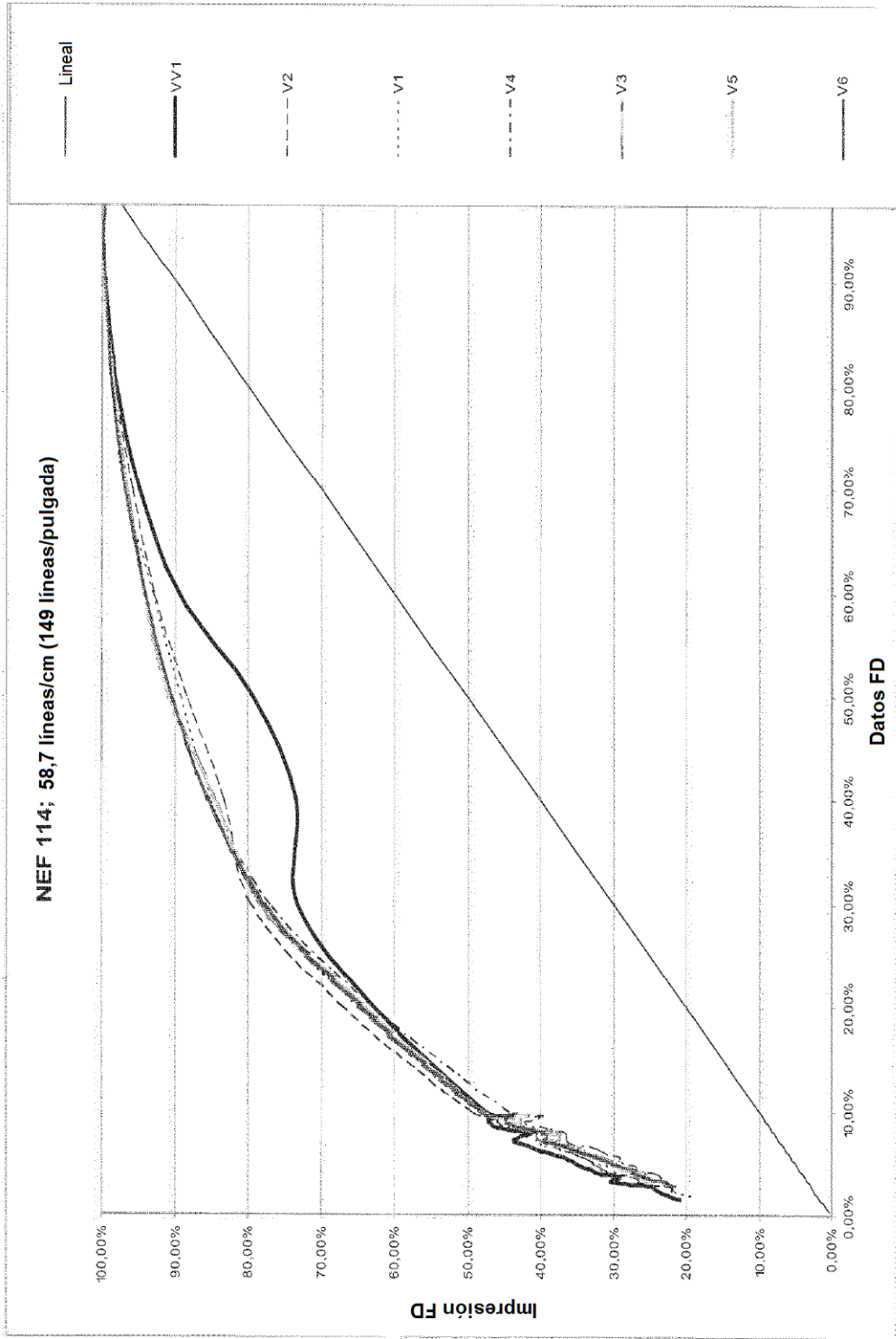


Figura 7

