

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 510 412**

51 Int. Cl.:

G03F 7/20 (2006.01)

G03F 7/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2011** **E 11749752 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.07.2014** **EP 2596404**

54 Título: **Procedimiento que comprende irradiación UV-LED para la fabricación de placas de impresión flexográficas**

30 Prioridad:

19.07.2010 DE 102010031527

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

21.10.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SCHADEBRODT, JENS;
BECKER, ARMIN;
STEBANI, UWE y
THATE, MAXIMILIAN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 510 412 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 que comprende irradiación UV-LED para la fabricación de placas de impresión flexográficas

La invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de placas de impresión flexográficas así como a un dispositivo adecuado para ello.

5 El procedimiento más ampliamente extendido para la fabricación de placas de impresión flexográficas comprende la exposición a modo de imagen de la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse con radiación actínica, sobre todo radiación UV de onda larga, mediante una máscara creada fotográfica o digitalmente. En otra etapa de procedimiento se trata la capa irradiada con un disolvente o mezcla de disolventes adecuados, disolviéndose las zonas no irradiadas, no polimerizadas de la capa formadora de relieve, mientras que las zonas irradiadas, polimerizadas permanecen y forman el relieve de la placa de impresión.

10 En principio se conoce la ilustración digital de elementos de impresión flexográficos fotosensibles. Según esto se generan elementos de impresión flexográficos no de modo clásico mediante la aplicación de una máscara fotográfica, seguido de la irradiación a través de la máscara fotográfica. La máscara se genera más bien por medio de técnicas adecuadas *in-situ* directamente sobre el elemento de impresión flexográfico. Los elementos de impresión flexográficos pueden estar dotados por ejemplo de capas opacas, ablativas de IR (documentos EP-B 654 150, EP-A 1 069 475), que pueden separarse a modo de imagen por medio de láseres de IR. Otras técnicas conocidas comprenden capas que pueden escribirse por medio de la técnica de chorro de tinta (documento EP-A 1 072 953) o capas que pueden escribirse termográficamente (documento EP-A 1 070 989). Tras la escritura a modo de imagen de estas capas por medio de las técnicas adecuadas para ello, se irradia la capa que puede fotopolimerizarse a través de la máscara formada por medio de luz actínica.

15 La exposición a modo de imagen con radiación actínica se realiza de manera normalizada usando fuentes de radiación UV que en el intervalo de aproximadamente 315 nm a 420 nm (intervalo de UV de onda larga a intervalo violeta del espectro visible) tienen una emisión significativa. De la manera más frecuente se usan como fuente de radiación tubos UV/A que tienen un máximo de emisión a una longitud de onda de aproximadamente 370 nm y generan intensidades de UV de 10 mW/cm² - 30 mW/cm², medidas a una distancia de 50 mm (distancia típica de la fuente de radiación de la superficie del elemento de impresión flexográfico). Tales tubos UV/A pueden obtenerse por ejemplo con la denominación "R-UVA TL 10R" de Philips.

20 Además se usan también lámparas de vapor de mercurio para la exposición a modo de imagen, prefiriéndose lámparas de vapor de mercurio de presión media dopadas, dado que por ejemplo por medio del dopaje con hierro y/o galio puede elevarse la proporción emitida en el intervalo de UV/A. A continuación se designan como radiadores UV unidades que comprenden al menos una lámpara de vapor de mercurio así como un reflector. El espectro de emisión de radiadores UV comprende junto a las proporciones indicadas de radiación UV/A también proporciones de radiación UV/B y UV/C. Durante la exposición a modo de imagen, estas proporciones de radiación UV de onda corta pueden conducir a efectos secundarios indeseados, por ejemplo a una fragilización de la superficie irradiada o a la formación de ozono. Por tanto para la exposición a modo de imagen se seleccionan en la mayoría de los casos lámparas de vapor de mercurio de presión media, en las que mediante una elección adecuada del cristal de la lámpara se reduce intensamente la emisión de radiación UV/B y UV/C. Además se usan también filtros que absorben las proporciones de radiación UV/B y UV/C esencialmente, por el contrario son esencialmente permeables a radiación UV/A. Dado que los radiadores UV que pueden obtenerse en la mayoría de los casos transforman aproximadamente el 40 % de la potencia eléctrica absorbida en radiación térmica, no puede transferirse la intensidad de hecho alta de los radiadores UV sin más directamente al sustrato, dado que una carga de temperatura demasiado alta puede dañar el elemento de impresión flexográfico. Para reducir la carga térmica del sustrato que va a irradiarse, la distancia del radiador UV al sustrato debe seleccionarse de manera relativamente grande, por ejemplo 500 mm, de manera que se reduce la intensidad UV que se produce en el sustrato. Con reflectores y/o espejos especiales que son permeables al menos parcialmente a la radiación infrarroja, que por el contrario reflejan la radiación UV esencialmente, puede reducirse igualmente la carga de temperatura del sustrato que va a irradiarse. Sin embargo en la mayoría de los casos no es posible realizar intensidades de UV/A de >100 mW/cm² a la altura del elemento de impresión flexográfico, dado que éste en caso contrario se daña debido al fuerte calentamiento y en elementos de impresión flexográficos con soporte de lámina de PET existe adicionalmente el riesgo de pérdida de estabilidad dimensional.

25 Sin embargo, para el curado por radiación de composiciones que pueden fotopolimerizarse se usan cada vez más también LED (*Light Emitting Diodes*, diodos de emisión de luz) que emiten luz UV.

30 Los sistemas LED usuales para el curado por UV se concentran en la práctica actualmente en las longitudes de onda de 395 nm así como 365 nm. Otros intervalos espectrales posibles son 350 nm, 375 nm, 385 nm, 405 nm. En publicaciones científicas se mencionan además aún las longitudes de onda 210, 250 nm, 275 nm y 290 nm. Los LED se caracterizan por una distribución de intensidad estrecha (de manera típica +/- 10 - 20 nm). No tienen ninguna fase de calentamiento notable y pueden regularse desde aproximadamente el 10 % hasta el 100 % de la intensidad

máxima.

Con diodos de luz UV pueden conseguirse valores de potencia de algunos vatios/cm² y el grado de acción se encuentra dependiendo del sistema LED-UV entre el 1 % y el 20 %. A este respecto puede aplicarse la regla general aproximada: cuanto más corta sea la longitud de onda, más bajo es el grado de acción. Cuando más corta deba ser la longitud de onda de emisión, más altos son los costes de producción.

Actualmente, los sistemas LED para el curado de superficies pueden obtenerse comercialmente a una longitud de onda de 395 nm con una potencia de UV entre 1-4 W/cm² y a una longitud de onda de 365 nm en el intervalo de 0,5-2 W/cm² por distintos proveedores.

Para permitir velocidades de curado más rápidas, los proveedores de unidades LED aumentan actualmente la potencia de partida de UV en perjuicio de la eficacia. Las unidades LED de potencia más fuerte en la actualidad tienen a 395 nm una eficacia de aproximadamente el 8-12 %, encontrándose una lámpara de mercurio de presión media al 28 % de eficacia. La eficacia de una unidad LED de 365 nm se encuentra actualmente por debajo del 10 %.

Las matrices de LED son muy caras. El precio actual para una matriz de UV-LED 8 x 1 cm se encuentra a 5000 - 6000 euros. En caso de duplicación del ancho de banda se duplica para un agregado de LED también el número de LED y por consiguiente también el precio. En caso de lámparas de vapor de mercurio cae más bajo la diferencia de precio entre distintas longitudes de lámpara.

El documento US 6.683.421 da a conocer un aparato para la fotorreticulación de materiales fotorreactivos que comprende (a) una carcasa, (b) una matriz de semiconductores que emite luz, fijada a la carcasa, que puede emitir luz con una longitud de onda adecuada para el desencadenamiento de fotorreacciones, (c) una fuente de corriente para la excitación de la matriz para irradiar luz, (d) una unidad de control acoplada a la fuente de corriente para la regulación de la corriente proporcionada por la fuente de corriente a la matriz, en el que (e) la matriz está constituida por una multiplicidad de semiconductores que emiten luz y (f) la multiplicidad de semiconductores está organizada en una multiplicidad de grupos. No se mencionan fines de uso concretos para el dispositivo descrito. El documento US 6.931.992 da a conocer un sistema para la exposición de un elemento que puede fotopolimerizarse con luz UV, que comprende un dispositivo de giro para el movimiento giratorio del fotopolímero, y un módulo de fuentes de radiación dispuesto alrededor del dispositivo de giro, comprendiendo el módulo al menos una fuente de radiación que puede emitir al menos dos emisiones de luz distintas sobre el fotopolímero y que puede moverse al menos parcialmente de manera transversal con respecto a la dirección de giro y a lo largo del fotopolímero, estando dispuestas las distintas emisiones de luz de modo que sus radiaciones se solapan entre sí para poder irradiar todos los puntos sobre la superficie del fotopolímero de manera continua con al menos una fuente de radiación. Además se describe un sistema para la ablación de una placa de impresión flexográfica y la exposición con luz UV. Como fuentes de radiación se mencionan concretamente lámparas capilares de plasma de mercurio.

El documento WO 2008/135865 describe un procedimiento que comprende el posicionamiento de una placa de impresión con material que puede fotorreticularse en una unidad de ilustración, la ilustración de la placa de acuerdo con los datos de imagen, la aplicación de radiación UV por varios diodos que emiten UV para la reticulación del material que puede fotorreticularse sobre la placa durante la ilustración de la placa de impresión, pudiendo ser la placa de impresión una placa de impresión flexográfica que puede fotopolimerizarse, una placa de impresión tipográfica que puede fotopolimerizarse o un manguito que puede fotopolimerizarse. Además se describe separar la placa de la unidad de ilustración e irradiar a continuación por el lado trasero o por el lado delantero y eventualmente también por el lado trasero con radiación UV de varios diodos que emiten UV.

El documento DE 20 2004 017 044 U1 da a conocer un dispositivo para la exposición de plantillas de serigrafía, placas de impresión offset, placas de impresión flexográficas o similares con al menos una lámpara (1), con una placa de soporte transparente (8) para un material de exposición y un dispositivo (10, 11) para el movimiento de vaivén de la al menos una lámpara (1), estando dispuesta la al menos una lámpara (1) con baja distancia a la placa de soporte (8), caracterizado por que la lámpara (1) presenta al menos un diodo luminoso (3) que irradia luz UV.

Durante la exposición de placas de fotopolímero con luz UV a través de una máscara generada mediante ablación por láser se produce como efecto indeseado la inhibición de la polimerización mediante oxígeno, que se difunde desde la atmósfera ambiente en la capa de fotopolímero. El mismo efecto se produce cuando se usa una capa que puede ilustrarse digitalmente por medio de otras técnicas, dado que estas capas en general son de únicamente algunos micrómetros de espesor y con ello delgadas de modo que el oxígeno del aire ambiente puede difundir a través de las mismas.

En la exposición del elemento de impresión flexográfico a través de una máscara fotográfica debe garantizarse que el negativo se apoye sin inclusiones de aire de manera uniforme sobre la superficie del elemento de impresión flexográfico, dado que en caso contrario pueden producirse exposiciones erróneas ("copias huecas"). Por tanto, sobre la capa que puede fotopolimerizarse habitualmente se encuentra una capa de sustrato que es menos

pegajosa que la superficie de la capa que puede fotopolimerizarse, por otra parte se usan en la mayoría de los casos negativos de película con al menos un lado de película rugoso. Mediante la aplicación de vacío (por ejemplo con ayuda de una lámina de vacío) se establece finalmente el contacto estrecho entre el negativo de película y la superficie de la placa, eliminándose en su mayor parte el aire que se encuentra entremedias. Por consiguiente, el oxígeno ya no puede inhibir la fotopolimerización. Las fuentes de radiación UV usadas lo más frecuentemente, concretamente tubos UV/A, tienen una luz muy difusa. De manera favorecida mediante la baja intensidad UV y la duración de la exposición larga asociada a esto, la luz dispersa desempeña un papel claro. En la lámina de vacío y en todas las superficies límite (por ejemplo entre el negativo de película y la superficie de la placa) se dispersa la luz UV/A. Mediante esto puede producirse fácilmente una ampliación de elementos positivos que van a reproducirse, mientras que pueden reducirse estructuras finas de zonas no de imagen.

La inhibición de la polimerización mediante oxígeno puede conducir por otro lado a una fuerte reducción del elemento, dado que los elementos de imagen al menos en los bordes ya no polimerizan de manera suficiente y finalmente éstos se eliminan conjuntamente como consecuencia del revelado a modo de imagen por ejemplo mediante disolventes. Esto tiene como consecuencia una denominada reducción del valor tonal, es decir el valor tonal medido sobre la placa de impresión de una trama de elementos positivos (puntos de trama) es menor que el que corresponde a los datos de imagen. Esto puede desearse posiblemente para compensar por ejemplo el incremento del valor tonal en el propio proceso de impresión, por otro lado los puntos de trama por debajo de un determinado valor tonal ya no están anclados entonces de manera estable y ya no se forman. Mediante esto se pierden escalas de grises y se tiene en la impresión un alcance más bajo de valor tonal. Se conoce el efecto de la reducción del valor tonal en la exposición de placas de impresión flexográficas digitales según el estado de la técnica con tubos UV/A. Mediante el efecto de inhibición de la polimerización del oxígeno durante la exposición se interfiere la polimerización de los puntos de trama, de modo que los puntos de trama se vuelven más pequeños en la placa que lo establecido en los datos.

Es objetivo de la invención proporcionar un procedimiento económico para la fabricación de placas de impresión flexográficas, que subsane los inconvenientes del estado de la técnica. En particular debe suprimirse en gran parte el efecto de inhibición de la polimerización del oxígeno durante la exposición de la placa que puede fotopolimerizarse y los efectos desventajosos asociados a ello sobre el resultado de la impresión.

El objetivo se soluciona mediante un procedimiento para la fabricación de placas de impresión flexográficas, en el que se usa como material de partida un elemento de impresión flexográfico que puede fotopolimerizarse, que dispuestos uno sobre otro comprende al menos

- un soporte de dimensión estable y
- al menos una capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse, al menos que comprende un aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado y un fotoiniciador,
- una capa que puede ilustrarse digitalmente, que se encuentra en contacto directo con la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse

y el procedimiento comprende al menos las siguientes etapas:

(a) generar una máscara mediante ilustración de la capa que puede ilustrarse digitalmente,

(b) irradiar la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse a través de la máscara con luz actínica y fotopolimerizar las zonas de imagen de la capa, y

(c) revelar la capa fotopolimerizada mediante lavado de las zonas no fotopolimerizadas de la capa formadora de relieve con un disolvente orgánico o mediante revelado térmico, caracterizado por que la etapa (b) comprende dos etapas de exposición (b-1) y (b-2), en el que en una primera etapa (b-1) se realiza una exposición con luz actínica con una intensidad de $\geq 100 \text{ mW/cm}^2$ a partir de una multiplicidad de UV-LED y a continuación en una segunda etapa (b-2) se realiza una exposición con luz actínica con una intensidad de $< 100 \text{ mW/cm}^2$ de una fuente de radiación UV distinta de UV-LED.

De acuerdo con la invención, usando una multiplicidad de UV-LED dispuestos en una matriz para luz actínica se realiza una "exposición inicial" para la formación exacta a la copia de elementos en la superficie de la placa que puede fotopolimerizarse. La "impresión digital" restante para el anclaje de elementos se realiza con otras fuentes de radiación más económicas, por ejemplo con tubos UVA o radiadores UV.

Preferentemente se realiza la primera etapa de exposición con una intensidad de $\geq 150 \text{ mW/cm}^2$, de manera especialmente preferente con una intensidad de $\geq 200 \text{ mW/cm}^2$, medida en la superficie del elemento de impresión flexográfico.

Ha resultado que el orden de las etapas de exposición es esencial. Así se obtienen resultados satisfactorios únicamente cuando en primer lugar se realiza una exposición con una fuente de luz UV de alta intensidad de radiación y a continuación una exposición con una fuente de luz UV más económica de intensidad de radiación más baja. El orden inverso no conduce a resultados satisfactorios, dado que una inhibición de la polimerización que ha
5 tenido lugar ya mediante oxígeno ya no es reversible tampoco mediante exposición posterior con radiación UV altamente energética, es decir la reproducción ya no se realiza entonces de manera exacta a la copia.

Si se realiza la exposición exclusivamente usando UV-LED resulta la dificultad de anclar de manera estable elementos de imagen fino, aislados, dado que no se produce ninguna ampliación de los elementos de imagen en zonas más profundas de la capa que puede fotopolimerizarse. La exposición con fuentes de radiación UV
10 convencionales por el contrario conduce a un anclaje más amplio de elementos de imagen aislados (puntos o líneas finas), dado que la luz de tubos UV o radiadores UV es más difusa y con ello está dirigida peor, lo que conduce a una ampliación de los elementos de imagen en las zonas que se encuentran más profundas de la capa de fotopolímero. Si el efecto inhibidor del oxígeno en la superficie se minimiza con ayuda de la exposición mediante UV-LED de intensidad fuerte, éste ya no desempeña prácticamente ningún papel en una exposición posterior con tubos
15 UV. Las zonas que se encuentran más profundas de la capa de fotopolímero pueden irradiarse entonces a continuación con una fuente de luz UV convencional (tubos UV o radiador UV) y a este respecto se anclan bien.

En general asciende la intensidad de los UV-LED usados de acuerdo con la invención a $\geq 100 \text{ mW/cm}^2$, preferentemente a $\geq 150 \text{ mW/cm}^2$, de manera especialmente preferente a $\geq 200 \text{ mW/cm}^2$, medida en la superficie de la placa de impresión flexográfica. En general esta intensidad se encuentra no por encima de 2000 mW/cm^2 ,
20 preferentemente no por encima de 1000 mW/cm^2 .

Para la medición de la intensidad a la altura de la superficie de la placa se usa un aparato medidor de UV calibrado adecuado, colocándose el detector del aparato medidor a la misma distancia de la fuente de radiación que la que tendría la superficie de la placa de la fuente de radiación. Los aparatos medidores de UV adecuados pueden obtenerse en el comercio por distintos proveedores. Según esto es importante que el aparato medidor sea sensible y
25 esté calibrado en el intervalo de longitudes de onda de UV que va a someterse a prueba.

La distancia entre la superficie de la placa de impresión y la fuente de radiación UV asciende en la primera etapa de exposición de manera habitual a de 2 a 20 mm, preferentemente de 2 a 10 mm. La radiación de los LED no presenta prácticamente ninguna proporción de IR, de modo que es posible una alta intensidad con una distancia baja al sustrato, sin que se produzca una alta carga térmica del sustrato que va a irradiarse.

Una alta intensidad UV en la primera etapa de exposición (b-1) minimiza la inhibición mediante O_2 de la fotopolimerización y con ello la dimensión de la reducción de elementos, es decir se produce tan sólo una disminución de copia muy baja de los elementos de imagen. Una baja disminución de copia puede ser deseable, dado que mediante el proceso de impresión puede producirse un incremento del valor tonal en la impresión.

La dosis de radiación en la primera etapa de exposición (b-1) asciende en general a de 1 a 8 J/cm^2 , preferentemente de 1 a 5 J/cm^2 . Una dosis de UV-LED mínima es necesaria, dado que en caso de dosis de UV-LED demasiado bajas se reticula sólo la superficie inmediata, sin embargo las partes de capa que se unen a la base de elementos están reticuladas muy débilmente, lo que puede conducir a huecos. Esta dosis de UV-LED mínima se encuentra a
35 aproximadamente $0,5 \text{ J/cm}^2$.

En la segunda etapa de exposición (b-2) se usa una fuente de radiación UV distinta de UV-LED con intensidad más baja. Las fuentes de radiación adecuadas, usadas en la segunda etapa de exposición emiten luz UV/A, es decir luz UV en un intervalo de 315 - 420 nm. En general, la luz emitida presenta una distribución de intensidad amplia. As fuentes de radiación UV adecuadas, usadas en la segunda etapa de exposición son los tubos UV y radiadores UV descritos anteriormente. Los radiadores UV se usan, debido al desarrollo de calor más alto, en general a distancia más grande (de manera típica 500 mm) de la superficie de la placa de impresión flexográfica que los tubos UV (de
45 manera típica 50 mm).

En general, la intensidad de los tubos UV asciende a $\geq 8 \text{ mW/cm}^2$, preferentemente a $\geq 10 \text{ mW/cm}^2$, de manera especialmente preferente a $\geq 12 \text{ mW/cm}^2$. La intensidad se encuentra en general no por encima de 50 mW/cm^2 , respectivamente medida en la superficie del elemento de impresión flexográfico. Por ejemplo, la intensidad de un tubo UV asciende a 10 - 30 mW/cm^2 , medida a una distancia de 50 mm. La intensidad de un radiador UV asciende
50 por ejemplo a 50 - 60 mW/cm^2 , medida a una distancia de 500 mm.

La dosis de radiación en la segunda etapa de exposición (b-2) asciende en general a de 1 a 15 J/cm^2 , preferentemente a de 2 a 10 J/cm^2 .

En general se aplican del 10 % al 80 % de la dosis total en la primera etapa de exposición (b-1) y del 20 % al 90 % de la dosis total en la segunda etapa de exposición (b-2). Preferentemente se aplican del 15 % al 50 % de la dosis

total en la primera etapa de exposición (b-1) y del 50 % al 85 % de la dosis total en la segunda etapa de exposición (b-2).

5 Los LED adecuados que pueden usarse en la primera etapa de exposición (b-1) son los LED conocidos para el curado mediante UV y que pueden obtenerse comercialmente. Éstos presentan máximos de emisión en el intervalo de longitudes de onda de 350 - 405 nm, por ejemplo a 395 nm o 365 nm. Otras longitudes de emisión de onda posibles son 350 nm, 375 nm, 385 nm y 405 nm. Los sistemas de LED comerciales usados de acuerdo con la invención preferentes son aquéllos con una longitud de onda de 375 y 365 nm.

10 De acuerdo con la invención se realiza la primera etapa de exposición (b-1) con una multiplicidad de UV-LED, estando dispuestos estos en general en una matriz. Así una matriz de este tipo puede estar constituida por una multiplicidad de módulos de LED cuadráticos dispuestos uno junto a otro, comprendiendo cada uno de los módulos una multiplicidad, por ejemplo 5 x 5 de LED individuales.

La primera etapa de exposición (b-1) puede realizarse también con varias matrices de LED de este tipo.

15 La exposición se realiza en general de manera que el elemento de impresión flexográfico que puede fotopolimerizarse se transporta atravesando entre las unidades de exposición (matriz de LED o tubo UV o radiador UV). Lógicamente pueden moverse también las unidades de exposición.

En la fabricación de placas de impresión flexográficas cilíndricas pueden usarse también los denominados irradiadores redondos, comprendiendo éstos entonces una o varias matrices de LED y uno o varios tubos UV.

20 En general se realiza una exposición previa por el lado trasero del elemento de impresión flexográfico. Para ello se irradia previamente con luz actínica la capa de material que puede fotopolimerizarse antes de la realización de la etapa (b) por el lado trasero del elemento de impresión flexográfico que puede polimerizarse a través de la lámina de soporte transparente a UV. La exposición previa por el lado trasero se realiza preferentemente en elementos de impresión flexográficos con un grosor de ≥ 1 mm, refiriéndose esta indicación a la suma de la lámina de soporte de dimensión estable y la capa que puede fotopolimerizarse.

25 En general se realiza la exposición previa por el lado trasero con un tubo UV o un radiador UV, preferentemente del mismo tipo del que se usa también en la etapa de exposición (b-2).

El elemento de impresión flexográfico que puede fotopolimerizarse usado como material de partida comprende dispuestos uno sobre otro al menos

- un soporte de dimensión estable, y
- al menos una capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse, al menos que comprende un aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado y un fotoiniciador,
- una capa que puede ilustrarse digitalmente mediante ablación por láser.

35 Ciertos ejemplos de soportes de dimensión estable adecuados para los elementos de impresión flexográficos que pueden fotopolimerizarse usados como material de partida para el procedimiento son placas, láminas así como tubos cónicos y cilíndricos (manguitos) de metales tales como acero, aluminio, cobre o níquel o de plásticos tales como poli(tereftalato de etileno) (PET), poli(naftalato de etileno) (PEN), poli(tereftalato de butileno) (PBT), poliamida, policarbonato, eventualmente también tejidos y materiales textil no tejido, tales como tejido de fibras de vidrio así como materiales compuestos, por ejemplo de fibras de vidrio y plásticos. Como soportes de dimensión estable se tienen en consideración sobre todo láminas de soporte de dimensión estable tales como por ejemplo láminas de poliéster, en particular láminas de PET o PEN o soportes metálicos flexibles, tales como chapas delgadas o láminas de metal de acero, preferentemente de acero inoxidable, aceros para resortes magnetizables, aluminio, cinc, magnesio, níquel, cromo o cobre.

Si debe realizarse una exposición previa por el lado trasero del elemento de impresión flexográfico, el soporte de dimensión estable debe ser transparente a la luz UV. Los soportes preferentes son láminas de plástico de PET u otros poliésteres.

45 El elemento de impresión flexográfico comprende además al menos una capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse. La capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse puede estar colocada directamente sobre el soporte. Entre el soporte y la capa formadora de relieve pueden encontrarse sin embargo también aún otras capas, tales como por ejemplo capas adherentes y/o capas inferiores elásticas.

50 Entre la lámina de soporte revestida eventualmente con una capa adherente y la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse puede encontrarse una capa de soporte elastomérica. La capa de soporte opcionalmente puede reticularse fotoquímicamente.

La capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse comprende al menos un aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado, un fotoiniciador o un sistema de fotoiniciadores así como opcionalmente uno o varios componentes adicionales, por ejemplo plastificantes, coadyuvantes de procesamiento, colorantes y absorbedores UV.

- 5 El experto conoce aglutinantes elastoméricos para la fabricación de elementos de impresión flexográficos. Pueden usarse aglutinantes tanto hidrófilos como hidrófobos. Como ejemplos se mencionan copolímeros de bloque de estireno-dieno, copolímeros de etileno-ácido acrílico, copolímeros de injerto de poli(óxido de etileno)-poli(alcohol
- 10 cauchos de butilo, caucho de estireno-isopreno, caucho de estireno-butadieno-isopreno, caucho de polinorborneno o caucho de etileno-propileno-dieno (EPDM). Preferentemente se usan aglutinantes hidrófobos. Los aglutinantes de este tipo son solubles o al menos pueden hincharse en disolventes orgánicos, mientras que son insolubles en su mayor parte en agua y tampoco pueden hincharse o al menos no esencialmente en agua.

- 15 Preferentemente, en el caso del elastómero se trata de un copolímero de bloque elastomérico termoplásticamente de compuestos aromáticos de alqueno y 1,3-dienos. En el caso de los copolímeros de bloque puede tratarse tanto de copolímeros de bloque lineales, ramificados o radiales. Habitualmente se trata de copolímeros de tres bloques del tipo A-B-A, sin embargo puede tratarse también de polímeros de dos bloques del tipo A-B, o de aquéllos con varios bloques elastoméricos y termoplásticos alternos, por ejemplo A-B-A-B-A. También pueden usarse mezclas de dos o varios copolímeros de bloque distintos. Los copolímeros de tres bloques habituales en el comercio contienen con frecuencia determinadas proporciones de copolímeros de dos bloques. Las unidades de dieno pueden estar
- 20 enlazadas 1,2 o 1,4. Pueden usarse tanto copolímeros de bloque del tipo estireno-butadieno o del tipo estireno-isopreno, como del tipo estireno-butadieno-isopreno. Éstos pueden obtenerse en el comercio por ejemplo con el nombre Kraton®. Además pueden usarse también copolímeros de bloque elastoméricos termoplásticamente con bloques terminales de estireno y un bloque central estadístico de estireno-butadieno, que pueden obtenerse con el nombre Styroflex®. Los copolímeros de bloque también pueden estar total o parcialmente hidrogenados, tales como
- 25 por ejemplo en cauchos de SEBS.

Los aglutinantes elastoméricos contenidos de manera muy especialmente preferente en la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse son copolímeros de tres bloques del tipo A-B-A o copolímeros de bloque radiales del tipo (AB)_n, en el que A es estireno y B es un dieno.

- 30 Los aglutinantes elastoméricos contenidos de manera muy especialmente preferente en una capa de soporte elastomérica son copolímeros de tres bloques del tipo A-B-A, copolímeros de bloque radiales del tipo (AB)_n, en el que A es estireno y B es un dieno, así como copolímeros estadísticos y copolímeros aleatorios de estireno y un dieno.

Lógicamente pueden usarse también mezclas de varios aglutinantes, siempre que las propiedades de la capa formadora de relieve no se vean influidas negativamente debido a ello.

- 35 La cantidad total de aglutinantes asciende en el caso de la capa formadora de relieve habitualmente a del 40 % al 90 % en peso con respecto a la suma de todas las partes constituyentes de la capa formadora de relieve, preferentemente del 40 % al 80 % en peso y de manera especialmente preferente del 45 % al 75 % en peso.

- 40 En el caso de una capa de soporte elastomérica eventualmente existente puede ascender la cantidad total de aglutinantes elastoméricos a hasta el 100 % en peso. Habitualmente ésta asciende a del 75 % al 100 % en peso, preferentemente del 85 % al 100 % en peso y de manera especialmente preferente del 90 % al 100 % en peso.

- 45 La capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse comprende además de manera conocida al menos un compuesto etilénicamente insaturado que sea compatible con los aglutinantes. Los compuestos adecuados presentan al menos un doble enlace etilénicamente insaturado y pueden polimerizarse. Por tanto, éstos se designan a continuación como monómeros. Han resultado especialmente ventajosos ésteres o amidas del ácido acrílico o ácido metacrílico con alcoholes mono o polifuncionales, aminas, aminoalcoholes o hidroxiéteres e hidroxiésteres, ésteres del ácido fumárico o ácido maleico, éteres vinílicos, ésteres vinílicos o compuestos de alilo. Los ejemplos de monómeros adecuados son 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. Los monómeros muy especialmente preferentes son mono-, di- y triacrilatos así como mono-, di- y trimetacrilatos. Lógicamente pueden usarse también mezclas de varios monómeros distintos. El experto selecciona el tipo y la cantidad de los monómeros dependiendo de las propiedades deseadas de la capa. La cantidad de monómeros en la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse a) asciende generalmente a no más del 20 % en peso con respecto a la cantidad de todos las partes constituyentes, en general se encuentra entre el 3 % y el 15 % en peso.

La capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse comprende además en principio de manera conocida al menos un fotoiniciador o un sistema de fotoiniciadores. Los ejemplos de iniciadores adecuados son benzoína o derivados de benzoína, tales como metilbenzoína o éter de benzoína, derivados de bencilo, tales como bencilcetales, óxidos de acilarilfosfina, ésteres de ácido acilarilfosfínico, α -hidroxicetonas, quinonas de múltiples núcleos o benzofenonas. La cantidad de fotoiniciador en la capa formadora de relieve asciende por regla general a del 0,1 % al 5 % en peso con respecto a la cantidad de todas las partes constituyentes de la capa formadora de relieve.

La capa de soporte elastomérica puede contener igualmente los compuestos etilénicamente insaturados mencionados y los fotoiniciadores mencionados, preferentemente ésta contiene éstos, o sea puede fotopolimerizarse como la capa formadora de relieve. En general, la cantidad de compuestos etilénicamente insaturados en la capa de soporte asciende a del 0 % al 15 % en peso. En general, la cantidad de fotoiniciador en la capa de soporte asciende a del 0 % al 5 % en peso.

La capa formadora de relieve y eventualmente la capa de soporte elastomérica opcional pueden contener plastificantes. Pueden usarse también mezclas de distintos plastificantes. Los ejemplos de plastificantes adecuados comprenden aceites y resinas naturales modificados y no modificados, tales como aceites minerales parafrínicos, nafténicos o aromáticos de alto punto de ebullición, oligómeros o resinas sintéticas tales como oligoestireno, ésteres de alto punto de ebullición, copolímeros de estireno-butadieno oligoméricos, copolímeros de α -metilestireno/p-metilestireno oligoméricos, oligobutadienos líquidos, en particular aquéllos con un peso molecular entre 500 y 5000 g/mol, o copolímeros de acrilonitrilo-butadieno oligoméricos líquidos o copolímeros de etileno-propileno-dieno oligoméricos. Se prefieren aceites de polibutadieno, en particular aquéllos con un peso molecular entre 500 y 5000 g/mol, ésteres alifáticos de alto punto de ebullición tales como en particular ésteres de ácido alquilmono- y dicarboxílico, por ejemplo estearatos o adipatos, y aceites minerales. La cantidad de un plastificante opcionalmente existente se determina por el experto dependiendo de las propiedades deseadas de la capa. Ésta no se sobrepasa generalmente del 50 % de la suma de todas las partes constituyentes de la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse, en general asciende ésta a del 0 % al 50 % en peso, preferentemente del 0 % al 40 % en peso.

El grosor de la capa formadora de relieve asciende en general a de 0,3 a 7 mm, preferentemente de 0,5 a 6 mm.

En una forma de realización preferente se usa un aglutinante del tipo estireno-butadieno. Los aglutinantes especialmente preferentes son copolímeros de bloque lineales, radiales o ramificados del tipo estireno-butadieno. Estos copolímeros de bloque tienen un peso molecular promedio M_w (promedio en peso) de 80 000 a 250 000 g/mol, preferentemente de 80000 a 150000 g/mol y de manera especialmente preferente de 90000 a 130000 g/mol y presentan un contenido en estireno del 20 % al 40 % en peso, preferentemente del 20 % al 35 % en peso y de manera especialmente preferente del 20 % al 30 % en peso.

En otra forma de realización preferente de la invención se trata de un aglutinante del tipo estireno-isopreno. Los aglutinantes preferentes del tipo estireno-isopreno contienen por regla general del 13 % al 40 % en peso, preferentemente del 13 % al 35 % en peso y de manera especialmente preferente del 14 % al 30 % en peso de estireno.

Los elementos de impresión flexográficos que pueden fotopolimerizarse pueden fabricarse según procedimientos conocidos en principio por el experto, por ejemplo mediante extrusión en fundido, colada o laminación en un procedimiento de producción de una sola etapa o varias etapas. Se prefiere la fabricación por medio de extrusión en fundido, en la que se mezclan entre sí en primer lugar las partes constituyentes de la capa formadora de relieve en una prensa extrusora con calentamiento. Para la fabricación de elementos de impresión flexográficos planos puede descargarse la masa que puede fotopolimerizarse de la prensa extrusora a través de una boquilla de ranura ancha entre dos láminas y puede calandrarse el material compuesto de capas, dependiendo el tipo de lámina del fin de uso deseado. A este respecto puede tratarse de láminas que presentan una buena adherencia con la capa que puede fotopolimerizarse o de láminas fácilmente separables (temporales). Para la fabricación de elementos de impresión flexográficos planos se usa habitualmente una lámina de soporte de buena adherencia y una lámina de cubierta separable. El grosor de la capa que puede fotopolimerizarse asciende en general a de 0,4 a 7 mm, preferentemente de 0,5 a 4 mm y de manera especialmente preferente de 0,7 a 2,5 mm.

La ilustración de la capa que puede ilustrarse digitalmente se realiza por medio de máscaras digitales. Las máscaras de este tipo se conocen también como máscaras *in-situ*. Para ello se aplica en primer lugar una capa que puede ilustrarse digitalmente sobre la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse. Preferentemente, en caso de la capa que puede ilustrarse digitalmente se trata de una capa ablativa por IR, capa de chorro de tinta o capa que puede escribirse termográficamente.

Preferentemente, la capa que puede ilustrarse digitalmente es una capa que puede separarse por láser de IR (ablativa por IR).

Las capas o máscaras ablativas por IR son opacas para la longitud de onda de la luz actínica y comprenden habitualmente al menos un aglutinante, un absorbedor IR tal como por ejemplo hollín así como un absorbedor de radiación UV, pudiéndose ejercer la función del absorbedor IR y absorbedor UV también por sólo una sustancia, lo que es el caso por ejemplo con el uso de hollín como absorbedor IR, dado que el hollín en concentración suficiente hace que la capa de máscara sea esencialmente impermeable para luz UV. En la capa ablativa por IR puede inscribirse una máscara por medio de un láser de IR, es decir la capa se descompone y se aplanan en los puntos, en los que ésta se topa con el chorro de láser. A través de la máscara producida puede irradiarse a modo de imagen con luz actínica. Ciertos ejemplos de la ilustración de elementos de impresión flexográficos con máscaras ablativas por IR se dan a conocer por ejemplo el documento EP-A 654 150 o el documento EP-A 1 069 475.

En las capas de chorro de tinta se aplica una capa en la que puede escribirse con chorros de tinta, por ejemplo una capa de gelatina. Ésta puede ilustrarse por medio de impresoras de chorro de tinta. Ciertos ejemplos se dan a conocer en el documento EP-A 1 072 953.

En caso de capas termográficas se trata de capas que contienen sustancias que se colorean de negro con la influencia de calor. Las capas de este tipo comprenden por ejemplo un aglutinante y una sal de plata orgánica y pueden ilustrarse por medio de una impresora con cabezal térmico o por medio de láseres de IR. Ciertos ejemplos se dan a conocer en el documento EP-A 1 070 989.

En una forma de realización especial del procedimiento de acuerdo con la invención está prevista entre la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse y la capa que puede ilustrarse digitalmente una capa rugosa permeable a UV que contiene una sustancia particulada. Mediante la sustancia particulada se generan en la superficie de impresión pequeñas elevaciones o concavidades que mejoran la transferencia de color en el proceso de impresión.

Por consiguiente, el elemento de impresión flexográfico comprende dispuestos uno sobre otro al menos

- un soporte de dimensión estable, y
- al menos una capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse, al menos que comprende un aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado y un fotoiniciador,
- una capa rugosa permeable a UV, al menos que comprende una sustancia particulada,
- una capa que puede ilustrarse digitalmente.

La sustancia particulada existente en la capa permeable a UV se ancla en la capa formadora de relieve y genera así elevaciones en la capa formadora de relieve, o la sustancia particulada no se ancla y deja en la capa formadora de relieve concavidades en el orden de magnitud del diámetro de partícula de la sustancia particulada. En general, la sustancia particulada presenta un diámetro de partícula promedio de 0,5 a 50 µm.

La capa rugosa permeable a UV se encuentra en contacto íntimo directo con la capa de relieve que puede fotopolimerizarse, de manera que se transfiere la rugosidad sobre la superficie de impresión del elemento de impresión flexográfico.

En una primera forma de realización, la capa de sustrato rugosa comprende

- a) al menos un aglutinante polimérico y
- b) al menos una sustancia particulada con un diámetro de partícula promedio de 0,5 - 50 µm.

Si se revela el elemento de impresión flexográfico por medio de un agente de lavado, separándose las zonas no de imagen del elemento de impresión flexográfico con un disolvente o mezcla de disolventes adecuados, el aglutinante polimérico puede disolverse o al menos dispersarse en el agente de lavado. Si el revelado del elemento de impresión flexográfico se realiza térmicamente, fluidificándose las zonas no de imagen en tanto que éstas se absorben por un material absorbente adecuado, puede fluidificarse el aglutinante polimérico a la temperatura de procesamiento en tanto que se vuelva fluido y pueda absorberse por el material absorbente. Los aglutinantes adecuados comprenden poliamidas, por ejemplo nailon y copolímeros de nailon, poli(alcoholes vinílicos), poliuretanos, copolímeros de uretano, polivinilpirrolidona, poli(óxidos de etileno) con un peso molecular promediado en número de ≥ 100.000 g/mol, copolímeros de etileno-acetato de vinilo, poliacrilatos, poliésteres, ésteres de celulosa, éteres de celulosa y poliolefinas.

La sustancia particulada o bien puede generar concavidades mediante impresión en la capa de relieve que puede fotopolimerizarse, o anclándose ésta sobre la capa de relieve que puede fotopolimerizarse puede formar elevaciones en la capa de relieve que puede fotopolimerizarse.

El anclaje de la sustancia particulada sobre la capa de relieve que puede fotopolimerizarse puede realizarse física o químicamente. Un anclaje físico puede producirse por ejemplo debido a que la sustancia particulada presenta una

forma muy irregular o tiene muchos poros pequeños abiertos. La capa que puede fotopolimerizarse puede introducirse entonces en las cavidades o poros de la sustancia particulada, mientras que se encuentra en contacto directo con la capa rugosa permeable a UV, de manera que tras la polimerización se produce un anclaje mecánico. Un anclaje químico de la sustancia particulada sobre la capa de relieve que puede fotopolimerizarse puede producirse por ejemplo mediante grupos funcionales en la superficie de partículas. Los grupos funcionales adecuados comprenden grupos etilénicamente insaturados u otros grupos que pueden reaccionar con radicales tales como grupos alilo, grupos amino, grupos vinilsilano, grupos vinilsiloxano o grupos halógeno.

Tal como se describe en el documento EP 1457823 A2, la sustancia particulada tiene generalmente un tamaño de partícula promedio de $\geq 3 \mu\text{m}$ según la norma ASTM D 4483-85. Preferentemente, ≥ 60 por ciento en peso de la sustancia particulada presenta un tamaño de partícula de 3 a $15 \mu\text{m}$.

La estructura principal de la sustancia particulada es preferentemente de naturaleza inorgánica. Las sustancias particuladas adecuadas comprenden agentes de mateado con

- i) un volumen de poro de $\geq 0,9 \text{ ml/g}$ o
- ii) una superficie BET de $\geq 150 \text{ m}^2/\text{g}$ o
- iii) un índice de aceite de $\geq 150 \text{ g} / 100 \text{ g}$,

pudiéndose cumplir también dos o tres de las condiciones mencionadas. Además, sustancias particuladas adecuadas son ácidos silícicos y geles de sílice, dióxido de silicio finamente disperso, zeolitas y pigmentos en los tamaños de partícula descritos.

Para el anclaje de la sustancia particulada sobre la superficie de la capa que puede fotopolimerizarse pueden estar funcionalizadas las sustancias adecuadas mencionadas con los grupos funcionales ya mencionados, encontrándose la funcionalización generalmente sólo sobre la superficie de las partículas.

En una segunda forma de realización, la capa rugosa permeable a UV comprende además de la sustancia particulada al menos una cera. La capa de sustrato rugosa se fabrica en este caso de manera ventajosa mediante aplicación de una dispersión de cera polimérica sobre la capa que puede ilustrarse digitalmente. Preferentemente no se añade a la cera ningún aglutinante adicional.

Entre la capa que puede ilustrarse digitalmente y la capa rugosa permeable a UV pueden encontrarse eventualmente aún capas intermedias, por ejemplo una capa adherente.

En la exposición habitual según el estado de la técnica de un elemento de impresión flexográfico que puede ilustrarse digitalmente, que presenta una capa rugosa permeable a UV adicional, con tubos UV o radiadores UV, el oxígeno presente que se introduce mediante difusión en la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse repercute en la polimerización de manera inhibitoria, y concretamente de la manera más fuerte directamente por debajo de la superficie del elemento de impresión flexográfico. En particular, una zona de capa superior de hasta aproximadamente $30 \mu\text{m}$ de profundidad del elemento de impresión flexográfico se polimeriza de manera incompleta y se separa en el revelado posterior mediante lavado con disolventes como también mediante revelado térmico con las zonas de no imagen. Mediante esto se pierde en gran parte la rugosidad formada en la superficie de impresión de la capa rugosa permeable a UV, que se encuentra en forma de concavidades o en forma de partículas ancladas. En la superficie de impresión permanecen entonces tan sólo estructuras muy planas que pueden tener aspecto de vermiculita y sus dimensiones ya no coinciden con los tamaños de partícula definidos de la sustancia particulada.

Si se usa el procedimiento de exposición de acuerdo con la invención se reduce al menos fuertemente la acción inhibitoria del oxígeno mediante la alta intensidad de la primera etapa de exposición. Debido a ello queda esencialmente la rugosidad aplicada mediante la capa rugosa permeable a UV sobre la superficie de la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse. Una superficie uniformemente rugosa de las zonas de impresión repercute ventajosamente en cuanto a la uniformidad y cantidad de la tinta transferida al sustrato que va a imprimirse (aumento de la denominada densidad de tonos llenos).

El procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse depositándose el material de partida en primer lugar en una unidad de alojamiento, por ejemplo mediante colocación sobre una cinta transportadora o equipamiento del depósito. En caso de que el material de partida presente una lámina protectora, ésta debe retirarse para el caso de que la unidad de alojamiento no presente ningún dispositivo automático de retirada.

En la etapa de procedimiento (a) se ilustra la capa que puede ilustrarse digitalmente en una unidad de ilustración por medio de la técnica respectivamente necesaria. La información de imagen se saca directamente a una unidad de control.

En la etapa de procedimiento (b), el elemento de impresión flexográfico ilustrado por medio de la unidad de exposición se irradia a través de la máscara generada por medio de luz actínica, o sea químicamente activa.

En una etapa de procedimiento (c), el elemento de impresión flexográfico irradiado e ilustrado a modo de imagen se revela por medio de un disolvente adecuado o una combinación de disolventes. Según esto se separan las zonas no irradiadas, es decir las zonas cubiertas por la máscara de la capa de relieve, mientras que permanecen las zonas irradiadas, es decir las zonas reticuladas. Además se separan los restos de la capa que puede ilustrarse digitalmente.

El disolvente o mezcla de disolventes usados depende del tipo del elemento de impresión flexográfico usado. En caso de que el elemento de impresión flexográfico presente una capa que puede fotopolimerizarse revelable de manera acuosa, pueden usarse agua o disolventes predominantemente acuosos. Para el caso de elementos de impresión flexográficos que pueden revelarse de manera orgánica son adecuados en particular los agentes de lavado conocidos para placas de impresión flexográficas, que habitualmente están compuestos de mezclas de distintos disolventes orgánicos que interactúan de manera conocida. Por ejemplo pueden usarse reveladores 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, así como 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 glicoléteres. Ciertos agentes de lavado adecuados se dan a conocer por ejemplo en el documento EP-A 332 070 o EP-A 433 374.

La etapa de revelado se realiza habitualmente a temperaturas por encima de 20 °C. Por motivos de seguridad y para la reducción del gasto mecánico en el aparato de revelado, la temperatura con el uso de disolventes orgánicos debería encontrarse de 5 °C a 15 °C por debajo del punto de inflamación de la mezcla de agentes de lavado usada.

Un secado de las placas de impresión flexográficas puede realizarse en una etapa de procedimiento (d). Si el elemento de impresión flexográfico presenta un soporte de una lámina de PET, se realiza un secado preferentemente a una temperatura de 40 °C a 80 °C, de manera especialmente preferente a de 50 °C a 70 °C. Si en el caso del soporte de dimensión estable del elemento de impresión flexográfico se trata de un soporte metálico, el secado puede realizarse también a temperaturas más altas de hasta aproximadamente 160 °C.

Las placas de impresión flexográficas obtenidas pueden someterse en una etapa de procedimiento (e) en caso necesario aún a un tratamiento posterior de despegado con luz UV-A y/o UV-C. Generalmente se recomienda una etapa de este tipo. Cuando se prevé la irradiación con luz de distinta longitud de onda, ésta puede realizarse al mismo tiempo o también sucesivamente.

Entre las etapas de procedimiento individuales se transporte posteriormente el elemento de impresión flexográfico la placa de impresión flexográfica de una unidad a la siguiente. El elemento de impresión flexográfico o la placa de impresión flexográfica no debe arquearse en ninguna de las etapas de procedimiento, sino que todas las etapas se realizan con el elemento de impresión flexográfico plano o la placa plana.

El revelado puede realizarse también térmicamente. En el revelado térmico no se usa ningún disolvente. En lugar de eso se lleva a contacto la capa formadora de relieve tras la exposición a modo de imagen con un material absorbente y se calienta. En caso del material absorbente se trata por ejemplo de un material no tejido poroso por ejemplo de nailon, poliéster, celulosa o materiales inorgánicos. En el transcurso del revelado térmico, el elemento de impresión flexográfico experimenta al menos en la superficie un calentamiento de temperatura de manera que se fluidifican las proporciones no polimerizadas de la capa formadora de relieve y pueden absorberse por el material absorbente. A continuación se separa el material absorbente consumido. Ciertas particularidades con respecto al revelado térmico se dan a conocer por ejemplo por los documentos US 3.264.103, US 5.175.072, WO 96/14603 o WO 01/88615. La máscara puede separarse eventualmente de manera previa por medio de un disolvente adecuado o igualmente de manera térmica.

Es objeto de la presente invención también un dispositivo para la producción en línea de placas de impresión flexográficas por medio de ilustración digital, que comprende al menos:

- (A) opcionalmente una unidad para la ilustración digital del elemento de impresión flexográfico,
- (B) una primera unidad de exposición que comprende una multiplicidad de LED dispuestos en una matriz, que pueden emitir luz UV con una intensidad de $\geq 100 \text{ mW/cm}^2$,
- (C) una segunda unidad de exposición que comprende al menos una fuente de radiación UV distinta de LED, preferentemente un tubo UV o un radiador UV,
- (D) una unidad de lavado,
- (E) una unidad de secado,
- (F) una unidad de tratamiento posterior opcional,
- (G) opcionalmente una unidad de distribución para las placas de impresión flexográficas obtenidas, así como

(H) unidades de transporte para los elementos o placas de impresión flexográficos, que unen entre sí al menos las unidades (B) a (E).

Preferentemente, las unidades (A) a (H) están diseñadas de modo que los elementos o las placas de impresión flexográficos se procesen en estado plano.

- 5 La unidad (A) sirve para la ilustración digital del elemento de impresión flexográfico. Ésta puede comprender varias unidades de funcionamiento del mismo tipo, por ejemplo láser de IR o cabezales de impresión de chorro de tinta para la ilustración digital. Puede tratarse por ejemplo de 5 a 50 unidades de funcionamiento. Mediante la actuación conjunta de un número más grande de unidades de funcionamiento puede conseguirse una ilustración más rápida del elemento de impresión flexográfico. Mediante la acción de las unidades de funcionamiento sobre la capa que
10 puede ilustrarse digitalmente del elemento de impresión flexográfico se genera una máscara sobre el elemento de impresión flexográfico. Con frecuencia se realiza esta etapa por separado en una unidad separada del dispositivo con la unidad (B) a (H).

- 15 Las unidades de funcionamiento están dispuestas habitualmente por encima del elemento de impresión flexográfico, de modo que éstas pueden ilustrar desde arriba a ser posible de manera perpendicular la capa que puede ilustrarse digitalmente. Para la ilustración debe poder realizarse adicionalmente un movimiento relativo entre las unidades de funcionamiento y el elemento de impresión flexográfico que va a ilustrarse. Para ello pueden moverse la placa, las unidades de funcionamiento o ambas. Sin embargo podría tratarse por ejemplo también de una fuente láser estacionaria, en la que se desvía únicamente el haz de láser, por ejemplo a través de un sistema de espejos.

- 20 El tipo de las unidades de funcionamiento depende del tipo de la capa que puede ilustrarse digitalmente. Para la ilustración de elementos de impresión flexográficos con capas opacas, ablativas por IR se usan láseres de IR. Preferentemente, en este caso se trata de láseres de diodos, sin que la invención deba limitarse a esto. Según esto se separa la capa opaca, ablativa por IR en los puntos en los que éste se topa con un rayo láser y se descubre la capa que puede fotopolimerizarse que se encuentra debajo de esta. Para impedir que el dispositivo de acuerdo con la invención se contamine con los productos de degradación de la capa, debería presentar la unidad de ilustración
25 en esta forma de realización de manera conveniente un dispositivo de separación por succión.

La ilustración por medio de la técnica por chorro de tinta se realiza según el principio inverso. La capa que puede ilustrarse digitalmente es transparente y aquellos puntos que no deben reticularse se cubren con tinta opaca. En caso de las unidades de funcionamiento se trata de manera correspondiente de cabezales de impresión por chorro de tinta.

- 30 Las capas termográficas que pueden ilustrarse digitalmente son transparentes y se vuelven opacas con la influencia del calor. Las unidades de funcionamiento adecuadas para la escritura de capas termográficas son por ejemplo láseres de IR o cabezales de termopresión.

Convenientemente, la unidad de ilustración (A) está estructurada modularmente, de modo que las unidades de funcionamiento pueden intercambiarse fácilmente dependiendo de la técnica de ilustración deseada.

- 35 La primera unidad de exposición (B) comprende una multiplicidad de LED dispuestos en una matriz. Ésta puede comprender varias matrices de LED.

La segunda unidad de exposición (C) comprende al menos un tubo UV o un radiador UV del tipo descrito anteriormente.

- 40 La unidad de lavado (D) comprende medios para tratar el elemento de impresión flexográfico irradiado con un agente de lavado adecuado, por ejemplo mediante pulverización o inmersión. Ésta comprende además habitualmente cepillos o materiales no tejidos móviles para acelerar la separación del polímero no polimerizado. Además, la unidad de lavado comprende habitualmente medios adecuados para la alimentación de agente de lavado fresco y para la eliminación de agente de lavado consumido.

- 45 La unidad de secado (E) sirve para el secado del elemento de impresión flexográfico. Ésta puede estar constituida, por ejemplo, por una cámara que puede calentarse o un canal de secado. La alimentación de calor puede realizarse, por ejemplo, a través de elementos de calefacción incorporados. Sin embargo, por la unidad de secado puede atravesar también ventajosamente un flujo de gas de secado caliente. Lógicamente pueden combinarse también entre sí las posibilidades de calentamiento. Como secadora debería usarse una secadora de escape de aire, para suprimir el enriquecimiento del disolvente en el espacio de gas. La concentración de disolvente en el espacio de gas debería encontrarse por debajo del límite inferior de explosión. Ventajosamente puede conducirse en círculo también un flujo de gas de secado, separándose agente de lavado que se escapa de la placa de impresión flexográfica en un dispositivo adecuado para ello y el flujo de gas de secado empobrecido se reconduce de nuevo a la unidad de secado. La separación del disolvente puede realizarse por ejemplo mediante condensación a temperaturas más
50

bajas o absorción en absorbentes adecuados.

La unidad de tratamiento posterior (F) no es necesaria en cualquier caso, por tanto es sólo opcional. Sin embargo es recomendable generalmente para el despegado superficial de la placa de impresión flexográfica obtenida. La unidad de tratamiento posterior comprende fuentes de radiación adecuadas para la irradiación de la placa de impresión flexográfica con luz UV-A y/o UV-C.

La unidad de distribución (G) sirve para la distribución de la placa de impresión flexográfica acabada. En el caso más sencillo puede tratarse a este respecto de un dispositivo de distribución sencillo del que se sacan manualmente las placas de impresión flexográficas. Por ejemplo, las placas de impresión flexográficas pueden conducirse en una cinta transportadora fuera de la unidad de tratamiento posterior (F). La unidad de distribución (G) puede comprender sin embargo también un depósito que alojar una cantidad mayor de elementos de impresión flexográficos terminados.

Las unidades de transporte (H) unen al menos las unidades (B) a (E), en caso necesario sin embargo también todas las unidades (A) a (G) entre sí, y se ocupan del transporte de los elementos o de las placas de impresión flexográficas de una unidad a la siguiente. Es concebible que los elementos o las placas de impresión flexográficos se conduzcan en un único dispositivo de transporte a través de todo el dispositivo de acuerdo con la invención. En el caso del dispositivo de transporte puede tratarse por ejemplo de una cinta transportadora, sobre la que se coloca un elemento de impresión flexográfico y por medio de dispositivos de sujeción adecuados, por ejemplo pasadores se fija sobre la cinta y se transporta. Como alternativa puede realizarse el transporte del elemento de impresión flexográfico también con ayuda de un denominado listón de transporte. Como listón de transporte se designa un dispositivo de sujeción rígido, en el que se fija el elemento de impresión flexográfico para el transporte. La fijación puede realizarse por ejemplo debido a que en el elemento de impresión flexográfico se estampan en primer lugar orificios que mantienen en posición al elemento de impresión flexográfico con ayuda de pasadores metálicos colocados sobre el listón de transporte. También es posible el uso de un mecanismo de fijación en el listón de transporte. El listón de transporte se transporta por todo el dispositivo de acuerdo con la invención y arrastra conjuntamente a este respecto el elemento de impresión flexográfico. El listón de transporte puede transportarse ventajosamente por medio de vástagos roscados accionados a través de todo el dispositivo de acuerdo con la invención, cuando en los lados exteriores del listón de transporte están presentes contornos de unión en arrastre de forma con respecto al vástago roscado.

La invención se explica en más detalle mediante los siguientes ejemplos.

Ejemplos

Placas de impresión flexográficas usadas

En el caso de las placas de impresión flexográficas usadas en los siguientes ejemplos se trataba de las denominadas placas de impresión flexográficas digitales que pueden obtenerse comercialmente de la marca nyloflex® (Flint Group), que se comercializan con el nombre de producto ACE 114 D así como FAC 470 D.

Las placas de impresión flexográficas digitales comprenden dispuestos uno sobre otro al menos

- a) un soporte de dimensión estable (en este caso una lámina de PET)
- b) una capa elastomérica sensible a la luz que puede reticularse a modo de imagen con ayuda de radiación actínica
- c) una capa de máscara que es esencialmente impermeable a la luz UV, pudiéndose usar también aún otras capas intermedias, tales como por ejemplo una capa adherente entre a) y b).

Exposición previa de las placas de impresión flexográficas

Habitualmente se irradian previamente placas de impresión flexográficas con soportes permeables a UV a partir de un grosor de al menos 1 mm completamente por el lado trasero, para generar una zona polimerizada plana, que regula la profundidad de relieve de las zonas no de imagen a una medida deseada. Debido a ello se anclan mejor elementos positivos aislados finos y por tanto se vuelven también más estables en el proceso de impresión. Las placas de impresión flexográficas de grosor de 1,14 mm se irradian previamente de manera habitual por el lado trasero con luz UV tanto tiempo que la profundidad de relieve en las zonas de no imagen asciende a de 0,5 a 0,7 mm.

Antes de la etapa de la ilustración con máscara se irradian previamente las placas de impresión flexográficas usadas en los ejemplos por el lado trasero con luz UV durante el tiempo indicado en la tabla 1, para ajustar una profundidad de relieve de aproximadamente 0,7 mm.

Ilustración digital de las placas de impresión flexográficas

Para todos los ensayos mencionados en los ejemplos se ilustraron las placas de impresión flexográficas digitales usadas con un motivo de prueba que contiene distintos elementos de prueba, entre otros varios valores tonales de trama en distinta anchura de trama y finas líneas, letras, puntos negativos así como líneas y letras negativas en dimensiones variables.

- 5 La ilustración de la máscara digital se realizó con ayuda de un sistema de láser de ablación "nano" de la empresa Flexolaser GmbH, ascendiendo la resolución de máscara usada a 2540 dpi.

Revelado de placas de impresión flexográficas

- 10 El revelado basado en disolventes de las placas de impresión flexográficas irradiadas a modo de imagen se realizó ala velocidad de lavado indicada respectivamente y con la posición de cepillos recomendada para el respectivo tipo de producto con ayuda de un aparato de lavado nyloflex® F III. Como agente de lavado se usó nylosolv® A.

- 15 Tras el proceso de lavado se secaron las placas que aún contenían disolvente de acuerdo con las recomendaciones específicas del producto a 60-65 °C y a continuación en la unidad de exposición posterior de un irradiador nyloflex® F III se irradió posteriormente con luz UVA y UVC. La exposición posterior sirve por un lado para hacer reaccionar aún cantidades residuales reactivas de monómeros y fotoiniciadores, por otro lado se queda libre de adhesivo la superficie de la placa mediante esto.

Exposición de placas de impresión flexográficas por medio de tubos UV

La exposición de placas de impresión flexográficas por medio de tubos UV se realizó en la unidad de exposición principal de un irradiador nyloflex®F III, ascendiendo la potencia de la radiación UV/A determinada con un medidor de UVA de la empresa Kühnast a la altura de la superficie de la placa en promedio a 15 mW/cm².

- 20 **Exposición de las placas de impresión flexográficas por medio de radiación UV-LED**

- 25 En el caso de la unidad de UV-LED usada se trataba de una matriz de alta potencia que estaba compuesta de 8 módulos UV-LED cuadrados en una carcasa metálica que podía enfriarse. Cada módulo de UV-LED estaba constituido según esto por 5 x 5 elementos de diodos individuales, que estaban dispuestos juntos en un campo cuadrado de aproximadamente 8 x 8 mm, de modo que la matriz total presentaba una superficie de salida de UV de aproximadamente 75 x 8 mm. Los UV-LED usados tenían un máximo de emisión a 365 nm y se activaron por medio de enfriamiento con agua y un correspondiente aparato de control hasta un nivel de potencia lo más constante posible. Tales unidades UV-LED pueden obtenerse por ejemplo por la empresa Dr. Hönle AG (Gräfelfing, Alemania) con el nombre "UV-LED Powerline".

Ejemplos A1-A5

- 30 En la capa de máscara de una placa de impresión flexográfica irradiada previamente por el lado trasero del tipo nyloflex® ACE 114 D se inscribió en primer lugar, tal como se ha explicado anteriormente, con ayuda de un láser de IR un motivo de prueba. Las zonas de no imagen permanecen según esto impermeables a UV debido a la capa de máscara que queda aún, mientras que mediante la eliminación de la máscara en las zonas de imagen se posibilita el curado de la capa de relieve que puede fotopolimerizarse por medio de radiación actínica.
 - 35 La placa de impresión flexográfica así preparada se transportó en una primera etapa de exposición en primer lugar por medio de un dispositivo de transporte de manera uniforme por debajo de una unidad UV-LED del tipo descrito y debido a ello se expuso por el lado delantero a la radiación de la unidad UV-LED, pudiéndose tomar los parámetros velocidad de exposición (velocidad de transporte de la placa por debajo de la unidad UV-LED), distancia de la superficie de la placa a la fuente de radiación y la dosis de UV aplicada por medio de UV-LED de la tabla 1.
 - 40 La placa de impresión irradiada con UV-LED se irradió a continuación en una segunda etapa de exposición durante el periodo de tiempo indicado en la tabla 1 adicionalmente con tubos UV en un irradiador nyloflex® F III. La suma de la dosis de UV de las dos etapas de exposición está expuesta igualmente en la tabla 1.
- La placa de impresión flexográfica irradiada se lavó finalmente tal como se ha descrito previamente de acuerdo con los parámetros de procesamiento recomendados específicos del producto en una etapa de revelado basada en disolventes, se secó y se irradió posteriormente.

Ejemplos A6

En la capa de máscara de una placa de impresión flexográfica irradiada previamente por el lado trasero del tipo nyloflex[®] FAC 470 D (espesor sin lámina de cubierta de 4,7 mm) se inscribió en primer lugar tal como se ha explicado anteriormente con ayuda de un láser de IR un motivo de prueba. Las zonas de no imagen permanecen según esto impermeables a UV debido a la capa de máscara que queda aún, mientras que mediante la eliminación de la máscara en las zonas de imagen se posibilita el curado de la capa de relieve que puede fotopolimerizarse por medio de radiación actínica.

La placa de impresión flexográfica así preparada se transportó en una primera etapa de exposición en primer lugar por medio de un dispositivo de transporte de manera uniforme por debajo de una unidad UV-LED del tipo descrito y debido a ello se expuso por el lado delantero a la radiación de la unidad UV-LED, pudiéndose tomar los parámetros velocidad de exposición (velocidad de transporte de la placa por debajo de la unidad UV-LED), distancia de la superficie de la placa a la fuente de radiación y la dosis de UV aplicada por medio de UV-LED de la tabla 1.

La placa de impresión irradiada con UV-LED se irradió a continuación en una segunda etapa de exposición durante el periodo de tiempo indicado en la tabla 1 adicionalmente con tubos UV en un irradiador nyloflex[®] F III. La suma de la dosis de UV de las dos etapas de exposición está expuesta igualmente en la tabla 1.

La placa de impresión flexográfica irradiada se lavó finalmente tal como se ha descrito previamente de acuerdo con los parámetros de procesamiento recomendados específicos del producto en una etapa de revelado basada en disolventes, se secó y se irradió posteriormente.

Ejemplo A7

En primer lugar se preparó un elemento de lámina que comprendía dispuestas una sobre otra las siguientes capas:

- d) una lámina de PET de 125 µm de grosor;
- c2) una capa de máscara de aproximadamente 3 µm de grosor, que puede ilustrarse digitalmente, que contiene un aglutinante polimérico y hollín (de manera idéntica a la capa de máscara que se usa en placas de impresión que pueden obtenerse comercialmente de la marca nyloflex[®]);
- c1) una capa rugosa permeable a UV que contiene un aglutinante polimérico así como partículas de sílice porosa.

La capa rugosa permeable a UV se obtuvo tal como sigue:

En primer lugar se preparó una disolución de 7 partes en peso de Macromelt 6900 en 90 partes en peso de una mezcla de disolventes (45 partes de n-propanol, 45 partes de tolueno, 10 partes de alcohol bencílico) con calentamiento hasta 50 °C. A esta disolución se añadieron a continuación 3 partes en peso de un gel de sílice poroso (Syloid[®] ED-5 de Grace & Co., diámetro de partícula promedio de 8,4 - 10,2 µm, volumen de poro 1,8 ml/g). El gel de sílice particulado se dispersó en la disolución polimérica por medio de un aparato de dispersión del tipo ULTRA-TURRAX[®] T 50 durante un periodo de tiempo de 20 min a 8000 r/min. La dispersión así obtenida se aplicó sobre una capa de máscara digital de aproximadamente 3 µm de grosor, que se encontraba sobre una lámina de PET de 125 µm de grosor. La capa de máscara digital estaba compuesta de aproximadamente el 65 % de Macromelt 6900 así como el 35 % de un hollín finamente dividido. De esta manera se generó un elemento de lámina que presentaba la secuencia de capas descrita anteriormente de lámina de PET, capa de máscara y capa de sustrato rugosa. La cantidad de aplicación de la capa de sustrato rugosa ascendía a aproximadamente 5 g/m².

El elemento de lámina descrito se alimentó en el contexto de una producción convencional del tipo de palcas de impresión nyloflex[®] ACE 170 por medio de extrusión a través del rodillo de calandrar superior, de modo que se obtuvo un elemento de impresión flexográfico que comprendía dispuestas una sobre otra las siguientes capas:

- a) una lámina de soporte de PET de dimensión estable de 125 µm de grosor con una capa adherente delgada;
- b) una capa elastomérica que puede fotopolimerizarse;
- c1) una capa rugosa permeable a UV que contiene un aglutinante polimérico así como partículas de sílice porosas con un peso de aplicación de aproximadamente 5 g/m²;
- c2) una capa de máscara de aproximadamente 3 µm de grosor, que puede ilustrarse digitalmente, que contiene un aglutinante polimérico y hollín (e manera idéntica a la capa de máscara que se usa en placas de impresión que pueden obtenerse comercialmente de la marca nyloflex[®]);
- d) una lámina protectora de PET de 125 µm de grosor.

En la capa de máscara del elemento de impresión flexográfico así fabricado, tras la exposición previa por el lado trasero se inscribió en primer lugar, tal como se ha explicado anteriormente, con ayuda de un láser de IR un motivo de prueba. Las zonas de no imagen permanecen según esto impermeables a UV debido a la capa de máscara que queda aún, mientras que mediante la eliminación de la máscara en las zonas de imagen se posibilita el curado de la capa de relieve que puede fotopolimerizarse por medio de radiación actínica.

La placa de impresión flexográfica así preparada se transportó en una primera etapa de exposición en primer lugar por medio de un dispositivo de transporte de manera uniforme por debajo de una unidad UV-LED del tipo descrito y debido a ello se expuso por el lado delantero a la radiación de la unidad UV-LED. La velocidad de exposición ascendía a 150 mm/min a una distancia de la superficie de la placa a la fuente de radiación de 5 mm. La dosis de UV aplicada por medio de UV-LED ascendía a $1,8 \text{ J/cm}^2$.

La placa de impresión irradiada con UV-LED se irradió a continuación en una segunda etapa de exposición durante 6 min adicionalmente con tubos UV en un irradiador nyloflex® F III. La suma de la dosis de UV de las dos etapas de exposición ascendía según esto a $7,2 \text{ J/cm}^2$.

La placa de impresión flexográfica irradiada se lavó finalmente a una velocidad de lavado de 270 mm/min en una etapa de revelado basada en disolventes, se secó y se irradió posteriormente.

Antes y después de la realización del procedimiento de acuerdo con la invención se realizaron registros fotográficos de la superficie del elemento de impresión flexográfico con ayuda de un microscopio de medición (empresa M-Service). Los registros están reproducidos en las figuras 1 y 2. Para la comparación se irradió un elemento de impresión flexográfico de este tipo tras la ilustración digital durante 15 minutos con tubos UV/A convencionales (15 mW/cm^2) en atmósfera ambiente y por lo demás se reveló con parámetros idénticos. La superficie de este elemento de impresión flexográfico procesado de manera convencional está reproducida en la figura 3.

Por consiguiente muestran

la figura 1 un registro fotográfico de la superficie del elemento de impresión flexográfico con capa formadora de relieve con superficie rugosa tras ablación de la capa que puede ilustrarse digitalmente, sin embargo antes de la exposición y el revelado;
la figura 2 un registro fotográfico de la superficie del elemento de impresión flexográfico con capa formadora de relieve con superficie rugosa tras ablación de la capa que puede ilustrarse digitalmente, exposición de acuerdo con la invención y revelado;
la figura 3 un registro fotográfico de la superficie del elemento de impresión flexográfico con capa formadora de relieve con superficie rugosa tras ablación de la capa que puede ilustrarse digitalmente, exposición convencional exclusivamente con un tubo de UVA y revelado.

Por medio de los registros ha de distinguirse que puede reproducirse la rugosidad de la superficie de sustrato tras la realización del procedimiento de acuerdo con la invención sobre la superficie de impresión, mientras que la rugosidad en caso de exposición con ayuda de tubos UV/A convencionales no se transfiere a la superficie del elemento de impresión debido a la acción inhibidora del oxígeno.

Ejemplo comparativo B1

En la capa de máscara de una placa de impresión flexográfica irradiada previamente por el lado trasero del tipo nyloflex® ACE 114 D se inscribió en primer lugar tal como se ha explicado anteriormente con ayuda de un láser de IR un motivo de prueba. Las zonas de no imagen permanecen según esto impermeables a UV debido a la capa de máscara que queda aún, mientras que mediante la eliminación de la máscara en las zonas de imagen se posibilita el curado de la capa de relieve que puede fotopolimerizarse por medio de radiación actínica.

La placa de impresión flexográfica así preparada se irradió por el lado delantero durante el periodo de tiempo indicado en la tabla 1 exclusivamente con tubos UV en un irradiador nyloflex® F III.

La placa de impresión flexográfica irradiada se lavó finalmente tal como se ha descrito previamente de acuerdo con los parámetros de procesamiento recomendados específicos del producto en una etapa de revelado basada en disolventes, se secó y se irradió posteriormente.

Ejemplo comparativo B2

En la capa de máscara de una placa de impresión flexográfica irradiada previamente por el lado trasero del tipo nyloflex® ACE 114 D se inscribió en primer lugar tal como se ha explicado anteriormente con ayuda de un láser de IR un motivo de prueba. Las zonas de no imagen permanecen según esto impermeables a UV debido a la capa de máscara que queda aún, mientras que mediante la eliminación de la máscara en las zonas de imagen se posibilita el

curado de la capa de relieve que puede fotopolimerizarse por medio de radiación actínica.

- 5 La placa de impresión flexográfica así preparada se transportó en una única etapa de exposición por medio de un dispositivo de transporte de manera uniforme por debajo de dos unidades de UV-LED conectadas una detrás de otra y debido a ello se expuso por el lado delantero a la radiación de las dos unidades de UV-LED, pudiéndose tomar los parámetros velocidad de exposición (velocidad de transporte de la placa por debajo de las unidades de UV-LED), distancia de la superficie de la placa a la fuente de radiación y la dosis de UV aplicada por medio de UV-LED de la tabla 1.

- 10 La placa de impresión flexográfica irradiada se lavó finalmente tal como se ha descrito previamente de acuerdo con los parámetros de procesamiento recomendados específicos del producto en una etapa de revelado basada en disolventes, se secó y se irradió posteriormente.

Ejemplo comparativo B3

- 15 En la capa de máscara de una placa de impresión flexográfica irradiada previamente por el lado trasero del tipo nyloflex[®] ACE 114 D se inscribió en primer lugar tal como se ha explicado anteriormente con ayuda de un láser de IR un motivo de prueba. Las zonas de no imagen permanecen según esto impermeables a UV debido a la capa de máscara que queda aún, mientras que mediante la eliminación de la máscara en las zonas de imagen se posibilita el curado de la capa de relieve que puede fotopolimerizarse por medio de radiación actínica.

La placa de impresión flexográfica así preparada se irradió por el lado delantero en una primera etapa durante el periodo de tiempo indicado en la tabla 1 con tubos UV en un irradiador nyloflex[®] F III.

- 20 En otra etapa se transportó la placa de impresión a continuación por medio de un dispositivo de transporte de manera uniforme por debajo de la unidad UV-LED descrita anteriormente y debido a ello se expuso por el lado delantero a la radiación de la unidad de UV-LED, pudiéndose tomar los parámetros velocidad de exposición (velocidad de transporte de la placa por debajo de la unidad de UV-LED), distancia de la superficie de la placa a la fuente de radiación y la dosis de UV aplicada por medio de UV-LED de la tabla 1. La suma de la dosis de UV de todas las etapas de exposición está expuesta igualmente en la tabla 1.
- 25 La placa de impresión flexográfica irradiada se lavó finalmente tal como se ha descrito previamente de acuerdo con los parámetros de procesamiento recomendados específicos del producto en una etapa de revelado basada en disolventes, se secó y se irradió posteriormente.

Evaluación de los elementos de prueba

a) Profundidad de punto negativo de 400 µm

- 30 La profundidad del punto negativo de 400 µm es una medida para la diferenciación entre zonas de imagen y de no imagen en la impresión. Mientras se desee que los elementos de imagen de impresión estén configurados de manera estable, debería ser lo más alta posible la profundidad intermedia en las zonas de no imagen, para que permanezcan abiertas las zonas de no imagen también en un proceso de impresión más largo y no conduzcan a fallos en la imagen de impresión.

- 35 b) Dimensión mínima de elementos positivos configurados de manera estable (punto positivo, línea positiva, trama)

Cuanto más pequeña sea la dimensión de los primeros elementos positivos configurados de manera estable, mejor es la resolución de la placa de impresión y pueden reproducirse detalles más finos en el proceso de impresión. Los valores tonales de trama estables más pequeños elevan además el alcance del valor tonal y con ello el contraste en particular en desarrollos de valor tonal e imágenes reticuladas.

- 40 c) Cuadrícula de 60 µm

La cuadrícula de 60 µm es un elemento de prueba que representa líneas positivas finas cruzadas en el motivo. Tales elementos son críticos en la impresión flexográfica, dado que éstos han de anclarse de manera estable con dificultad mediante la anchura de elemento baja y al mismo tiempo debido a su geometría son susceptibles frente a la acción de hinchamiento del agente de lavado.

- 45 Si la cuadrícula no está configurada de manera completa y/o si bien la cuadrícula está configurada como tal, sin embargo tras secado trasero se deforma aún de manera ondulada, entonces se evalúa la cuadrícula con "-".

Si la cuadrícula está configurada de manera ondulada tan sólo mínimamente (que puede distinguirse sólo con el uso de un microscopio), sin embargo por lo demás de manera estable, entonces la cuadrícula se evalúa con “o”.

Si bien la cuadrícula está configurada de manera anclada y estable, sin embargo la anchura de líneas en la superficie es más pequeña que lo establecido en los datos, entonces se evalúa la cuadrícula con “(+)”.

- 5 En caso de configuración completa, estable y una anchura que corresponde esencialmente a la anchura del elemento en los datos del motivo, entonces se evalúa la cuadrícula con “+”.

d) Valor tonal del campo de trama del 15 % a 146 lpi, medido sobre la placa

- 10 Se usan tramas para la reproducción de semitonos, es decir para la representación de zonas con motivo, que no corresponden al 100 % a uno de los colores primarios usados en el proceso de impresión. De esta manera pueden generarse colores mixtos de distinto brillo.

En el presente caso se usó una denominada “trama autotípica”, es decir la superficie entramada se divide en un número fijo de células de trama. La variación de brillo y la impresión de color se realiza principalmente por medio del tamaño de un punto en esta célula (la amplitud).

- 15 El campo de trama usado tiene en los datos de motivo una cobertura superficial del 15 %. El valor tonal medido de este campo en la superficie de la placa es una medida para la exactitud de la copia. Si el valor medido sobre la placa es más pequeño que en los datos, entonces se habla de reducción de valor tonal. Esto puede ser deseable por un lado para compensar por ejemplo el aumento del valor tonal en el propio proceso de impresión, por otro lado entonces los puntos de trama por debajo de un determinado valor tonal ya no están anclados de manera estable y ya no se forman. Debido a ello se pierden escalas de grises y se tiene un alcance de valor tonal más bajo en la impresión. Se conoce el efecto de la reducción del valor tonal en la exposición de placas de impresión flexográficas digitales según el estado de la técnica con tubos UV. Mediante el efecto de inhibición de la polimerización del oxígeno durante la exposición se perturba la polimerización de los puntos de trama, de modo que los puntos de trama sobre la placa se vuelven más pequeños que lo establecido en los datos. Sin embargo, la fuerza de este efecto depende de la intensidad de la radiación UV y por tanto puede acarrear valores tonales oscilantes en caso de modificaciones en la intensidad de los tubos UV usados.
- 20
- 25

En el caso ideal, los puntos de trama sobre la placa tienen una cobertura superficial casi igual que en los datos en los que se basan, sin embargo disponen también de concavidades suficientes entre los puntos de trama individuales para impedir en el proceso de impresión acumulaciones de color en la proximidad de la superficie de impresión.

Interpretación de los resultados de ensayo

- 30 Tal como puede distinguirse por medio de los ejemplos A1-A5 y B2, con la exposición con la radiación UVA intensiva de UV-LED se reproducen bien elementos positivos finos tales como puntos, líneas y tramas. En particular, según esto era también sorprendente que a pesar de la alta intensidad UV no se producía un calentamiento fuerte indeseado de la placa > 50 °C, de modo que la estabilidad de dimensión de un soporte de lámina de PET no se ve afectada, aunque debido a la alta intensidad UV únicamente el calor de polimerización producido del proceso de reticulación podría hacer esperar temperaturas más altas.
- 35

- En los valores tonales de trama medidos sobre la placa puede leerse además que el valor tonal copiado sobre la placa usando radiación UV-LED con aproximadamente el 13 % se aproxima mucho al valor tonal de datos subyacente del 15 % a 146 lpi. Es decir, la exposición se realiza de manera muy exacta a la copia. Al mismo tiempo, usando radiación UV-LED los puntos de trama en la superficie apenas están redondeados, de manera que se garantiza un proceso de impresión más estable y más reproducible, dado que los puntos de trama finos fuertemente redondeados pueden originar aumentos del valor tonal de distinta intensidad dependiendo de la disposición en el proceso de impresión. La baja reducción del valor tonal que queda en la copia sobre la placa es sin embargo absolutamente deseable, dado que en el proceso de impresión siempre se produce un ligero aumento del valor tonal mediante la disposición de impresión, de modo que una ligera reducción de los elementos ayuda a compensar éste en la impresión y mejorar así el alcance de contraste de la imagen de impresión.
- 40
- 45

- Sin embargo, para la configuración de determinados elementos finos críticos tales como una rejilla de líneas de 60 µm de ancho se requiere una dosis muy alta de radiación UV-LED. En el ejemplo comparativo B2, aproximadamente 4,4 J/cm² de radiación UV-LED pura no son suficientes aún para configurar de manera suficientemente estable una rejilla de este tipo. Una dosis de UV-LED así de alta requiere además muchos elementos LED para obtener tiempos de exposición aceptables. En particular en sistemas de ejecución automatizados (por ejemplo en acoplamiento con una unidad de lavado conectada posteriormente) serían necesarios entonces en placas ACE 114 D usadas en los ejemplos con una velocidad de lavado de 300 mm/min más de 5 listones de UV-LED conectados uno detrás de otro, lo que originaría enormes costes y haría antieconómico con ello el proceso de exposición.
- 50

Sin embargo, por medio de los ejemplos A2-A5 puede leerse bien que una determinada dosis mínima de radiación UV-LED suponiendo también una combinación más económica de radiación UV-LED y una exposición conectada posteriormente con radiación UV de una fuente de radiación convencional permita la exactitud de copia deseada. Especialmente con una dosis de UV-LED de $> 1 \text{ J/cm}^2$ se generan elementos estables, de copia exacta sobre la placa, suprimiéndose la inhibición del oxígeno que se produce durante la exposición con fuentes de radiación UV de intensidad más baja. Si la dosis de UV-LED es demasiado baja, pueden producirse por el contrario huecos en elementos finos, lo que conduce en el proceso de impresión a oscilaciones en la imagen de impresión e impresiones defectuosas. El ejemplo A1 aclara esto, dado que los valores tonales medidos sobre la placa con el 15 % de datos y 146 lpi aún oscilan, lo que es debido a huecos en los puntos de trama. En este caso la dosis inicial de UV-LED con $< 1 \text{ J/cm}^2$ es aún demasiado baja.

El ejemplo A6 aclara que también con elementos de impresión flexográficos más gruesos, que se usan por ejemplo para la impresión de cartón corrugado u otros sustratos rugosos o desiguales, mediante una exposición inicial con UV-LED seguida de una exposición energéticamente baja de tubos UV/A pueden reproducirse datos de resolución muy fina con más exactitud de copia. La reproducción de un valor tonal del 15 % con un ancho de trama de 146 lpi proporciona en caso de exposición convencional del mismo elemento de impresión flexográfico con tubos UV/A sobre la placa un valor tonal de sólo el 2-3 %, mientras que en la realización del procedimiento de acuerdo con la invención con valor tonal del 10,6 % sobre la placa se obtiene un valor claramente más denso que se encuentra en el valor ideal. Además tienen los puntos de trama en la realización del procedimiento de acuerdo con la invención superficies de punto definidas, esencialmente planas.

Una inversión del orden, o sea en primer lugar la exposición con una fuente de radiación UV habitual de intensidad relativamente baja (tubos UVA) y una exposición posterior con radiación UV-LED altamente energética no genera por el contrario el efecto deseado (ejemplo comparativo B3), dado que una inhibición de la polimerización que ha tenido ya lugar mediante oxígeno también mediante exposición posterior con radiación UV altamente energética ya no es reversible, es decir la reproducción ya no se realiza entonces con exactitud de copia.

N.º de ejemplo	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3
Tipo de placa	ACE 114 D	ACE 114 D	ACE 114 D	ACE 114 D	ACE 114 D	FAC 470 D	ACE 114 D	ACE 114 D	ACE 114 D
Procesamiento de placa									
Tiempo de exposición previa por el lado trasero	19	19	19	19	19	115	19	19	19
Fuente de radiación UV	UV-LED 365	UV-LED 365	UV-LED 365	UV-LED 365	UV-LED 365	UV-LED 365	Tubos de UV	UV-LED 365	UV-LED 365
Número de unidades UV-LED a continuación	1	1	1	1	1	1		2	1
Tiempo de primera / última fuente de radiación	3	6	6	6	6	11		62	6
Exposición previa de tubos UVA							15		6
Intensidad UV de UV-LED	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0	---	300,0	300,0
Distancia fuente de radiación / placa	5	5	5	5	5	5	-	5	5
Velocidad de exposición	300	150	150	150	150	80	-	120	150
Dosis UV de LED	0,9	1,8	1,8	1,8	1,8	3,3		4,4	1,8
Exposición posterior de tubos UVA	6	2	4	6	8	6			
Dosis UV de LED y tubos	6,3	3,6	5,4	7,2	9,0	8,7	13,5	4,4	7,2
Velocidad de lavado	270	270	270	270	270	80	270	270	270

Propiedades de exposición													
Profundidad de punto negativo de 400 µm	µm	180	190	185	185	170	135	170	150	180			
Punto positivo estable min.	µm	300	200	200	200	200	300	200	200	200			
Línea positiva estable min.	µm	80	120	80	40	40	100	20	80	60			
Cuadrícula de 60 µm		0	0	0	+	+	0	(+)	-	(+)			
Trama estable min. a 123 lpi	%	5	5	4	3	4	7	5	3	5			
Trama estable min. a 146 lpi	%	5	6	5	4	5	8	6	3	6			
Valor tonal de trama del 15 % de datos a 146 lpi	%	8 - 10	13,2	13,0	12,7	12,9	10,6	6,6	13,4	6,2			

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de placas de impresión flexográficas, en el que se usa como material de partida un elemento de impresión flexográfico que puede fotopolimerizarse, que comprende dispuestos uno sobre otro al menos
- 5
 - un soporte de dimensión estable y
 - al menos una capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse, al menos que comprende un aglutinante elastomérico, un compuesto etilénicamente insaturado y un fotoiniciador,
 - opcionalmente una capa rugosa permeable a UV, al menos que comprende una sustancia particulada,
 - una capa que puede ilustrarse digitalmente,
- 10 y el procedimiento comprende al menos las siguientes etapas:
 - (a) generar una máscara mediante ilustración de la capa que puede ilustrarse digitalmente,
 - (b) irradiar la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse a través de la máscara con luz actínica y fotopolimerizar las zonas de imagen de la capa y
 - (c) revelar la capa fotopolimerizada mediante lavado de las zonas no fotopolimerizadas de la capa formadora de relieve con un disolvente orgánico o mediante revelado térmico, **caracterizado por que**
- 15 la etapa (b) comprende dos etapas de exposición (b-1) y (b-2), en el que en una primera etapa (b-1) se realiza una exposición con luz actínica con una intensidad de $\geq 100 \text{ mW/cm}^2$ de una multiplicidad de UV-LED y a continuación en una segunda etapa (b-2) se realiza una exposición con luz actínica con una intensidad de $< 100 \text{ mW/cm}^2$ de una fuente de radiación UV distinta de UV-LED.
- 20 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la fuente de radiación usada en la etapa (b-2) es un tubo UV o un radiador UV.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** los UV-LED usados en la etapa (b-1) presentan un máximo de emisión en el intervalo de longitudes de onda de 350-405 nm, por ejemplo a 350 nm, 365 nm, 375 nm, 385 nm, 395 nm o 405 nm.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** la intensidad en la primera etapa de exposición (b-1) asciende a $\geq 150 \text{ mW/cm}^2$.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la intensidad en la segunda etapa de exposición (b-2) asciende a $\leq 50 \text{ mW/cm}^2$.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la dosis de radiación en la primera etapa de exposición (b-1) asciende a de 1 a 4 J/cm^2 y en la segunda etapa de exposición (b-2) a de 2 a 8 J/cm^2 .
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** la capa que puede ilustrarse digitalmente es una capa que puede separarse por láser.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado por que** entre la capa formadora de relieve que puede fotopolimerizarse y la capa que puede ilustrarse digitalmente está prevista una capa rugosa permeable a UV, al menos que comprende una sustancia particulada con un diámetro de partícula promedio de 0,5 - 50 μm .
- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** la capa rugosa permeable a UV contiene un aglutinante polimérico o una cera.
10. Dispositivo para la producción en línea de placas de impresión flexográficas por medio de ilustración digital, que al menos comprende:
- 40 (A) opcionalmente una unidad para la ilustración digital del elemento de impresión flexográfico,
(B) una primera unidad de exposición, que comprende una multiplicidad de LED dispuestos en una matriz, que pueden emitir luz UV con una intensidad de $\geq 100 \text{ mW/cm}^2$,
(C) una segunda unidad de exposición, que comprende al menos una fuente de radiación UV distinta de LED, preferentemente un tubo UV o un radiador UV,
- 45 (D) una unidad de lavado,
(E) una unidad de secado,
(F) opcionalmente una unidad de tratamiento posterior,
(G) opcionalmente una unidad de distribución para las placas de impresión flexográficas obtenidas, así como

(H) unidades de transporte para los elementos o las placas de impresión flexográficos, que conectan las unidades (A) a (G) entre sí.

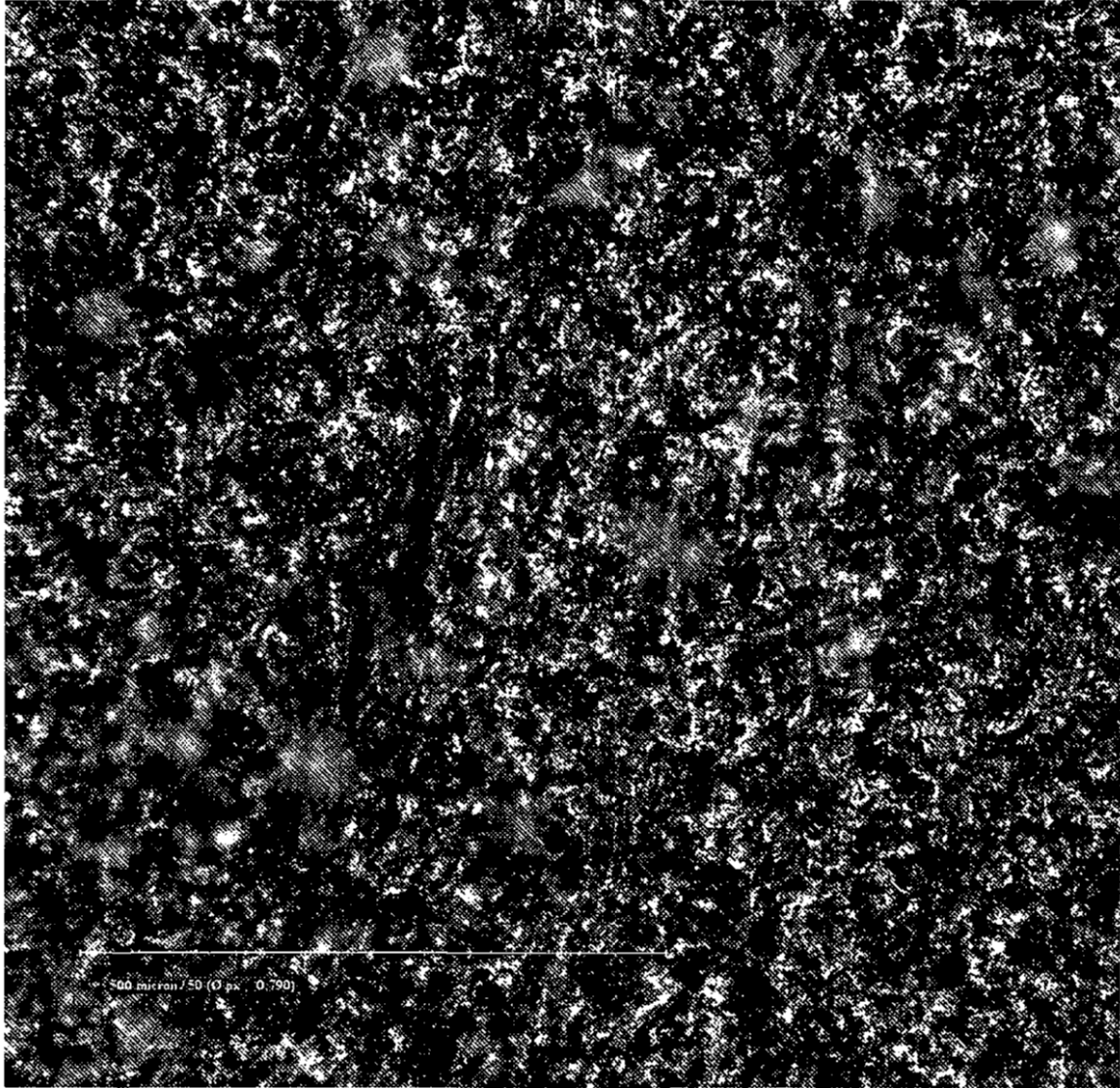


Fig. 1

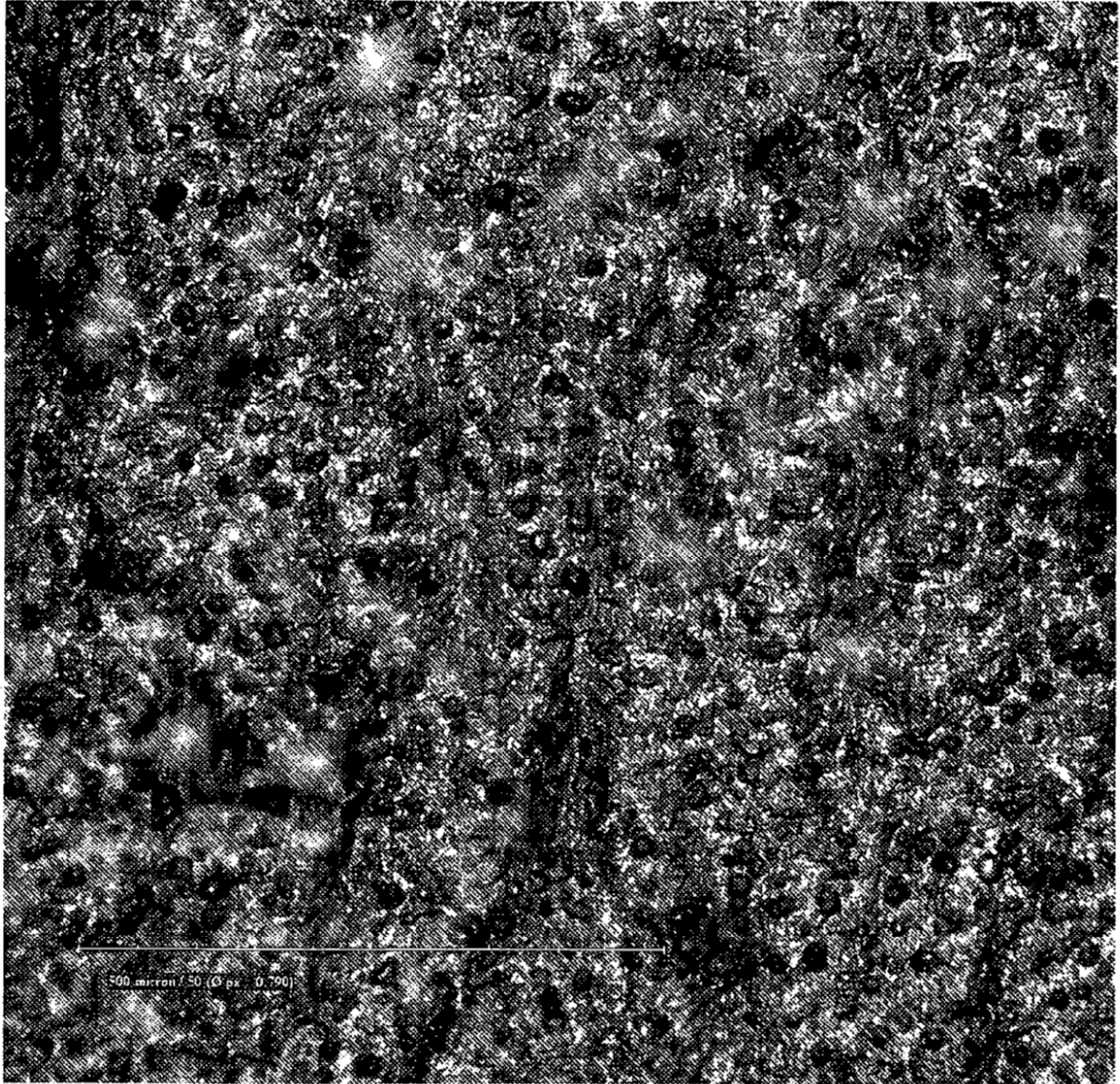


Fig. 2

