

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 365**

51 Int. Cl.:

G03F 7/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2013 PCT/US2013/051240**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014 WO14035566**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2013 E 13832873 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 2888632**

54 Título: **Método de mejora del rendimiento de impresión con planchas de impresión flexográfica**

30 Prioridad:

27.08.2012 US 201213595473

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

25.04.2018

73 Titular/es:

MACDERMID PRINTING SOLUTIONS, LLC

(100.0%)

245 Freight Street

Waterbury, Connecticut 06702, US

72 Inventor/es:

BALDWIN, KYLE, P.

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 665 365 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

Método de mejora del rendimiento de impresión con planchas de impresión flexográfica

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere, en general, a un método para adaptar la forma de los puntos de impresión creados durante la producción de planchas de impresión de imágenes en relieve, para configurar tales puntos de impresión para una impresión óptima sobre diversos sustratos.

10

Antecedentes de la invención

La flexografía es un método de impresión que se usa comúnmente para tiradas de gran volumen. La flexografía se emplea para imprimir en diversos sustratos, tales como papel, cartulina, cartón corrugado, películas, láminas y laminados. Los periódicos y las bolsas de supermercado son ejemplos a destacar. Las superficies gruesas y las películas estiradas solo pueden imprimirse de manera económica mediante flexografía.

15

Las planchas de impresión flexográfica son planchas en relieve con elementos de imagen, que se elevan sobre áreas abiertas. En general, la plancha es relativamente blanda y lo suficientemente flexible como para envolver un cilindro de impresión, y lo suficientemente resistente como para imprimir más de un millón de copias. Dichas planchas ofrecen una serie de ventajas frente a la impresora, basadas principalmente en su durabilidad y en la facilidad con la que pueden fabricarse. Una plancha de impresión flexográfica común, tal como la entrega el fabricante de la misma, es un artículo de varias capas que está compuesto, en orden, por una capa de refuerzo o soporte; una o más capas fotocurables no expuestas; opcionalmente una capa protectora o película de sustrato; y, a menudo, una lámina de cubierta protectora.

20

25

La capa de soporte (o refuerzo) presta soporte a la plancha. La capa de soporte puede formarse con un material transparente u opaco, tal como papel, película de celulosa, plástico o metal. Los materiales preferidos incluyen láminas fabricadas con materiales poliméricos sintéticos, tales como poliésteres, poliestireno, poliolefinas, poliamidas y similares. Una capa de soporte ampliamente utilizada es una película flexible de tereftalato de polietileno.

30

La una o más capas fotocurables pueden incluir cualquiera de los fotopolímeros, monómeros, iniciadores, diluyentes reactivos o no reactivos, cargas y colorantes conocidos. Tal como se usa en el presente documento, el término "fotocurable" se refiere a una composición que experimenta polimerización, reticulación o cualquier otra reacción de curado o endurecimiento en respuesta a la radiación actínica, con el resultado de que las porciones no expuestas del material pueden separarse y eliminarse selectivamente de las porciones expuestas (curadas), para formar un patrón de relieve tridimensional de material curado. En las Solicitudes de Patente Europea nº 0 456 336 A2 y 0 640 878 A1 de Goss, y otros, la Patente Británica nº 1.366.769, la Pat. de Estados Unidos nº 5.223.375 de Berrier y otros, la Pat. de Estados Unidos 3.867.153 de MacLahan, la Pat. de Estados Unidos nº 4.264.705 de Allen, las Pat. de Estados Unidos nº 4.323.636, 4.323.637, 4.369.246 y 4.423.135 de Chen y otros, la Pat. de Estados Unidos nº 3.265.765 de Holden y otros, la Pat. de Estados Unidos nº 4.320.188 de Heinz y otros, la Pat. de Estados Unidos nº 4.427.759 de Gruetzmacher y otros, la Pat. de Estados Unidos nº 4.622.088 de Miny, y la Pat. de Estados Unidos nº 5.135.827 de Bohm y otros se describen materiales fotocurables ejemplares. También puede usarse más de una capa fotocurable.

35

40

45

Los materiales fotocurables generalmente se reticulan (curan) y se endurecen mediante polimerización por radicales, en al menos alguna región de longitud de onda actínica. Tal como se usa en el presente documento, "radiación actínica" es una radiación capaz de polimerizar, reticular o curar la capa fotocurable. La radiación actínica incluye, por ejemplo, luz amplificada (por ejemplo, láser) y no amplificada, particularmente en las regiones de longitud de onda UV y violeta.

50

La película de sustrato es una capa delgada que protege el fotopolímero del polvo y aumenta su facilidad de manejo. En un proceso de fabricación de plancha convencional ("analógico"), la película de sustrato es transparente a la luz UV, y la impresora despegga la lámina de cubierta de la plancha tosca de impresión, y coloca un negativo sobre la capa de película de sustrato. La plancha y el negativo se someten entonces a exposición por inundación de luz ultravioleta, a través del negativo. Las áreas expuestas a la luz curan o endurecen, y las áreas no expuestas se eliminan (revelan) para crear la imagen en relieve sobre la plancha de impresión.

55

En un proceso "digital" o "directo a plancha", se guía un láser mediante una imagen almacenada en un archivo electrónico de datos, y se usa para crear un negativo *in situ* en una capa de enmascaramiento digital (es decir, removible por láser), que generalmente es una película de sustrato que se ha modificado para que incluya un material radiopaco. Se eliminan entonces las porciones de la capa removible por láser, mediante la exposición de la capa de enmascaramiento a radiación láser con una longitud de onda y potencia de láser seleccionadas. En la Pat. de Estados Unidos nº 5.925.500, de Yang y otros, y en las Pat. de Estados Unidos nº 5.262.275 y 6.238.837 de Fan, por ejemplo, se describen ejemplos de capas removibles por láser. Las etapas de procesamiento para formar

60

65

elementos de impresión de imágenes en relieve generalmente incluyen lo siguiente:

- 1) La generación de imágenes, que puede ser por ablación de máscaras para planchas de impresión digitales del tipo "ordenador a plancha", o por producción de negativos para planchas analógicas convencionales;
- 2) La contra exposición, para crear una capa de suelo en la capa fotocurable y establecer la profundidad del relieve;
- 3) La exposición de la cara a través de la máscara (o negativo) para reticular y curar de manera selectiva porciones de la capa fotocurable no cubiertas por la máscara, creando así la imagen en relieve;
- 4) El revelado para eliminar el fotopolímero no expuesto, por disolvente (que incluye agua) o revelado térmico; y
- 5) Si es necesario, las posteriores exposición y reducción de la viscosidad.

También se proporcionan habitualmente láminas de recubrimiento extraíbles, para proteger el elemento de impresión fotocurable de los daños durante el transporte y la manipulación. Antes de procesar los elementos de impresión, se retiran la una o más láminas de recubrimiento y se expone la superficie fotosensible a radiación actínica, en la forma de una imagen. Tras la exposición a radiación actínica en forma de una imagen, se produce la polimerización, y por tanto la insolubilización, de la capa fotopolimerizable en las áreas expuestas. El tratamiento con un solvente de revelado (o revelado térmico) adecuado elimina las áreas no expuestas de la capa fotopolimerizable, dejando un relieve de impresión que puede usarse para la impresión flexográfica.

Tal como se usa en el presente documento, "contra exposición" se refiere a exponer a radiación actínica la capa fotopolimerizable de la mantilla, en el lado opuesto al que soporta o finalmente soportará el relieve. Esta etapa habitualmente se logra a través de una capa de soporte transparente, y se usa para crear una capa poco profunda de material fotocurado, es decir, el "suelo", en el lado de soporte de la capa fotocurable. El propósito del suelo generalmente es sensibilizar la capa fotocurable, y establecer la profundidad del relieve.

Después de la breve etapa de exposición posterior (es decir, breve en comparación con la posterior etapa de exposición en forma de imagen), se lleva a cabo una exposición en forma de imagen utilizando una máscara digital o una máscara de negativo fotográfico, que está en contacto con la capa fotocurable y a través de la cual se dirige la radiación actínica.

El tipo de radiación utilizada depende del tipo de fotoiniciador en la capa fotopolimerizable. La máscara digital o el negativo fotográfico evita que el material situado debajo se vea expuesto a la radiación actínica y, por lo tanto, las áreas cubiertas por la máscara no se polimerizarán, mientras que las áreas no cubiertas por la máscara se verán expuestas a la radiación actínica y se polimerizarán. Puede usarse cualquier fuente convencional de radiación actínica para esta etapa de exposición. Ejemplos de fuentes visibles y de UV adecuadas incluyen arcos de carbono, arcos de vapor de mercurio, lámparas fluorescentes, unidades de flash electrónico, unidades de haz de electrones y lámparas de inundación fotográficas.

Tras la formación de imágenes, se revela el elemento de impresión fotosensible para eliminar las porciones no polimerizadas de la capa de material fotocurable, y desvelar la imagen en relieve reticulada en el elemento de impresión fotosensible curado. Métodos habituales de revelado incluyen el lavado con diversos solventes o agua, a menudo con un cepillo. Otras posibilidades para el revelado incluyen el uso de una cuchilla de aire o de revelado térmico, que normalmente utiliza calor más un material de transferencia. La superficie resultante presentará un patrón en relieve, que normalmente comprende una pluralidad de puntos que reproducen la imagen a imprimir. Tras revelar la imagen en relieve, puede montarse el elemento de impresión de imágenes en relieve resultante en una prensa, y comenzar la impresión.

La forma de los puntos y la profundidad del relieve, entre otros factores, afectan a la calidad de la imagen impresa. Adicionalmente, utilizando planchas de impresión flexográficas resulta muy difícil imprimir pequeños elementos gráficos, tales como puntos finos, líneas e incluso texto, y mantener al mismo tiempo el texto inverso abierto y las sombras. En las áreas más claras de la imagen (comúnmente denominadas claros), la densidad de la imagen está representada por el área total de puntos en una representación de pantalla de semitonos de una imagen de tono continuo. Para el tramado de amplitud modulada (FM), esto implica reducir una pluralidad de puntos de semitono ubicados en una cuadrícula periódica fija, a un tamaño muy pequeño, estando representada la densidad de los claros por el área de los puntos. Para el tramado de frecuencia modulada (FM), el tamaño de los puntos de semitono generalmente se mantiene en algún valor fijo, y el número de puntos ubicados al azar o pseudoaleatoriamente representa la densidad de la imagen. En ambos casos, es necesario imprimir tamaños de punto muy pequeños para representar adecuadamente las áreas más luminosas.

Mantener un tamaño pequeño de los puntos en las planchas flexográficas puede resultar muy difícil debido a la naturaleza del proceso de fabricación de planchas. En los procesos digitales de fabricación de planchas que utilizan una capa de máscara opaca a los rayos UV, la combinación de la máscara y la exposición a los rayos UV produce puntos de relieve que tienen una forma generalmente cónica. Los puntos más pequeños son propensos a ser eliminados durante el procesamiento, lo que significa que no se transferirá tinta a estas áreas durante la impresión (es decir, el punto no queda "sujeto" sobre la plancha y/o sobre la prensa). Alternativamente, si los puntos superan el procesamiento, son susceptibles de sufrir daños en la prensa. Por ejemplo, los puntos pequeños a veces se doblan

y/o se rompen parcialmente durante la impresión, causando una transferencia excesiva de tinta o la ausencia de transferencia de tinta.

Como se describe en la Pat. de Estados Unidos nº 8.158.331 de Recchia y en la Sol. De Pat. de Estados Unidos nº 2011/0079158 de Recchia y otros, se ha observado que un conjunto particular de características geométricas define una forma de los puntos de flexografía que produce un rendimiento de impresión superior, incluyendo, pero sin limitación, (1) la planaridad de la superficie de los puntos; (2) el ángulo del reborde del punto; (3) la profundidad de relieve entre los puntos; y (4) la nitidez del borde en el punto en que la parte superior de los puntos pasa al reborde de los puntos.

Los inventores de la presente invención han observado que el uso de uno o más conjuntos de LED UV, a la hora de reticular y curar selectivamente láminas de fotopolímeros, puede producir una imagen en relieve que comprenda puntos de impresión flexográfica con características geométricas deseables.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para adaptar o modificar la forma de los puntos de impresión en relieve de un elemento de impresión de imágenes en relieve, para una impresión óptima sobre diversos sustratos y/o en diversas condiciones.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método mejorado para producir elementos de impresión de imágenes en relieve que comprendan puntos con características geométricas deseables.

Otro objeto más de la presente invención es crear un elemento de impresión de imágenes en relieve que comprenda puntos de impresión que presenten una estructura superior, en términos de la superficie de impresión, la definición de los bordes, el ángulo de los rebordes, la profundidad y la altura de los puntos.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método mejorado para crear un elemento de impresión de imágenes en relieve que tenga puntos de relieve a medida, en términos de la definición de los bordes, el ángulo de los rebordes y/o la superficie de impresión.

Para ello, en una realización la presente invención se refiere, en general, a un método para adaptar la forma de una pluralidad de puntos de impresión en relieve creados en una pieza tosca de impresión fotosensible, durante un proceso de fabricación de planchas, comprendiendo dicha pieza tosca de impresión fotosensible al menos una capa fotocurable dispuesta sobre una capa de refuerzo, comprendiendo el método las etapas de:

a) exponer selectivamente la al menos una capa fotocurable a una fuente de radiación actínica, para reticular y curar selectivamente la al menos una capa fotocurable; y

b) revelar la pieza tosca de impresión fotosensible expuesta, para desvelar la imagen en relieve en la misma, comprendiendo dicha imagen en relieve la pluralidad de puntos de impresión en relieve;

donde la fuente de radiación actínica comprende una matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV, que comprende al menos cuatro filas, y el uso de la matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV produce puntos de impresión en relieve que tienen al menos una característica geométrica, seleccionada del grupo que consiste en una planaridad deseada de una superficie superior de los puntos de impresión en relieve, un ángulo deseado de reborde de los puntos de impresión en relieve, y una nitidez deseada de borde de los puntos de impresión en relieve, donde las filas alternativas de luces LED UV, de la matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV, presentan diferentes longitudes de onda pico y operan a longitudes de onda en el intervalo de 360 nm a 420 nm, y donde la al menos una capa fotocurable comprende un fotoiniciador, donde dicho fotoiniciador tiene un pico de absorción UV-Vis en el intervalo de la longitud de onda operativa del conjunto de luz de tipo LED UV.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 representa un medio para caracterizar la planaridad de la superficie de impresión de un punto, donde p es la distancia a través de la parte superior del punto, y r_1 es el radio de curvatura en la superficie del punto.

La Figura 2 representa un punto de flexografía y su borde, donde p es la distancia a través de la parte superior del punto. Esto se usa en la caracterización de la nitidez de los bordes r_e : p , donde r_e es el radio de curvatura en la intersección del reborde y la parte superior del punto.

La Figura 3 representa la medición del ángulo θ de reborde del punto.

La Figura 4 representa un diagrama UV-Vis de Irgacure 651.

La Figura 5 representa un gráfico UV-Vis de Darocur TPO.

La Figura 6 representa un gráfico UV-Vis de Irgacure 819.

La Figura 7 representa las velocidades de línea de un sistema de seguimiento de UV, para entradas específicas.

La Figura 8 representa un intervalo lento ampliado del sistema de seguimiento de UV.

La Figura 9 representa la construcción del suelo para el Darocur TPO de alto nivel, expuesto a 395 nm.

La Figura 10 representa imágenes MEB de diversas composiciones de fotopolímero, expuestas utilizando la

fuentes de luz de 365 nm, de Digital Light Labs, con un nivel de entrada del 25 %.

La Figura 11 representa imágenes MEB de diversas composiciones de fotopolímero, expuestas utilizando una fuente de luz de 395 nm, de UV Process Supply.

5 La Figura 12 representa imágenes MEB de diversas composiciones de fotopolímero, expuestas utilizando una fuente de luz de 415 nm, de UV Process Supply.

La Figura 13 representa imágenes MEB de diversas composiciones de fotopolímero, expuestas utilizando una mezcla de fuentes de luz de 365 nm y 395 nm.

10 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Los inventores de la presente invención han determinado que la forma y la estructura de los puntos de impresión, de un elemento de impresión de imágenes en relieve, tienen un profundo impacto en la forma en que imprime el elemento de impresión de imágenes en relieve.

15 Sin embargo, los inventores de la presente invención también han determinado que la forma y la estructura de los puntos de impresión pueden alterarse o adaptarse usando conjuntos de LED UV. Más específicamente, los inventores de la presente invención han determinado que usando conjuntos de LED UV es posible controlar el ángulo de los puntos de impresión resultantes.

20 Debe comprenderse que pueden operarse conjuntos de LED UV individuales a diferentes longitudes de onda. También debe comprenderse que la luz UV procedente de un conjunto de LED UV está en un intervalo de longitudes de onda, a menudo denominado Distribución de Energía Espectral, con un pico a una longitud de onda que es la longitud de onda identificada. Por ejemplo, hay disponibles conjuntos de LED UV con longitudes de onda de 365 nm, 375 nm, 385 nm, 395 nm, 405 nm y 415 nm, entre otros.

25 En una realización, la presente invención se refiere en general a un método para adaptar la forma de una pluralidad de puntos de impresión en relieve, creados en una pieza tosca de impresión fotosensible durante un proceso de fabricación de planchas, comprendiendo dicha pieza tosca de impresión fotosensible al menos una capa fotocurable dispuesta sobre una capa de refuerzo, comprendiendo el método las etapas de:

- 30 a) exponer selectivamente la al menos una capa fotocurable a una fuente de radiación actínica, para reticular y curar selectivamente la al menos una capa fotocurable; y
 b) revelar la pieza tosca de impresión fotosensible expuesta, para desvelar la imagen en relieve en la misma, comprendiendo dicha imagen en relieve la pluralidad de puntos de impresión en relieve;

35 donde la fuente de radiación actínica comprende una matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV, que comprende al menos cuatro filas, y el uso del conjunto de conjuntos de luz de tipo LED UV produce puntos de impresión en relieve que tienen al menos una característica geométrica, a seleccionar del grupo que consiste en una planaridad deseada de la superficie superior de los puntos de impresión en relieve, un ángulo de reborde deseado de los puntos de impresión en relieve, y una nitidez de borde deseada de los puntos de impresión en relieve, donde las filas alternativas de luces LED UV, de la matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV, tienen diferentes longitudes de onda pico, y operan con longitudes de onda en el intervalo de 360 nm a 420 nm, y donde la al menos una capa fotocurable comprende un fotoiniciador, donde dicho fotoiniciador tiene un pico de absorción de UV-Vis en el intervalo de la longitud de onda operativa del conjunto de luz de tipo LED UV.

45 La al menos una capa fotocurable puede estar recubierta con una película de sustrato, que es una capa delgada que protege del polvo a la al menos una capa fotocurable, y aumenta su facilidad de manipulación. En un proceso de fabricación de planchas convencional ("analógico"), la película de sustrato es transparente a la luz UV, y la impresora coloca un negativo sobre la capa de película de sustrato. Se somete entonces la plancha, que incluye al menos una capa fotoendurecible y un negativo, a la exposición por inundación con luz UV a través del negativo. Las áreas expuestas a la luz curan o se endurecen y las áreas no expuestas se eliminan (revelan), para crear la imagen en relieve sobre la plancha de impresión. En la alternativa, puede colocarse un negativo directamente sobre la al menos una capa fotocurable.

55 En la alternativa, en un proceso "digital" o "directo a plancha", se recubre la al menos una capa fotocurable con una capa de enmascaramiento, que puede ser una película de sustrato que se haya modificado para incluir un material radiopaco. En este caso, se usa un láser guiado por una imagen almacenada en un archivo electrónico de datos, para crear un "negativo" *in situ* en la capa de enmascaramiento. Se extirpan las porciones de la capa removibles por láser, exponiendo la capa de enmascaramiento a radiación láser con una longitud de onda y potencia seleccionadas del láser. A continuación, se somete la al menos una capa fotocurable, con el negativo *in situ* sobre la misma, a la exposición por inundación con luz UV a través del negativo *in situ*. Las áreas expuestas a la luz curan o se endurecen y las áreas no expuestas se eliminan (revelan), para crear la imagen en relieve sobre la plancha de impresión. La exposición selectiva a la fuente de radiación actínica puede lograrse usando el método analógico o el digital.

65

Los conjuntos de LED UV pueden colocarse en filas secuenciales. Por ejemplo, todos los conjuntos de LED UV de una fila pueden emitir luz con la misma longitud de onda (es decir, 365 nm, 395 nm, 415 nm), presentando la siguiente fila conjuntos de LED UV que emitan luz a una longitud de onda diferente, y así sucesivamente, y se repite entonces el patrón para las filas restantes. También pueden cambiarse el patrón o el orden.

5 La matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV comprende al menos cuatro filas. En una matriz de cuatro filas de bombillas, la primera y la tercera fila podrían ser de 365 nm, mientras que la segunda y cuarta filas podrían ser de 395 nm. Cada longitud de onda podría estar en un circuito separado, que tuviera la capacidad de modular la intensidad por separado, lo que permitiría al usuario personalizar la formación de puntos. En una realización, la matriz de luces de tipo LED UV podría estar dispuesta en dos filas alternas de 50.

Los inventores de la presente invención han observado que pueden variarse tanto el ángulo de los conjuntos de luz de tipo LED UV como las longitudes de onda de los conjuntos de luz de tipo LED UV, para producir puntos de impresión en relieve que tengan la característica geométrica deseada.

15 Las filas alternas de luces LED UV de la matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV tienen diferentes longitudes de onda. Estas longitudes de onda operan en la frecuencia UV o cercana a UV, en el intervalo de aproximadamente 320 nm a aproximadamente 420 nm, preferentemente en el intervalo de aproximadamente 360 nm a aproximadamente 420 nm.

20 Por ejemplo, se observó que, para una formulación fotocurable, una fuente de luz con una longitud de onda de 365 nm producía un punto en ángulo agudo y una fuente de luz con una longitud de onda de 395 nm producía un punto en ángulo ancho. Al usar una combinación de las fuentes de luz de tipo LED UV de 365 nm y 395 nm, se observó que era posible obtener una forma de punto que estaba aproximadamente entre las dos fuentes de luz individuales. Así, en una realización preferida, las filas alternas de conjuntos de luz de tipo LED UV funcionan con longitudes de onda de 365 nm y 395 nm. Sin embargo, en la puesta en práctica de la presente invención también pueden usarse otras longitudes de onda adecuadas de los conjuntos de luz de tipo LED UV, y combinaciones de las mismas. Además, también puede controlarse la intensidad de la luz de cada uno de los conjuntos de luz de tipo LED UV, para proporcionar un control adicional y personalizar más precisamente las características geométricas de los puntos de impresión en relieve.

30 La al menos una capa fotocurable puede comprender cualquiera de los fotopolímeros, monómeros, iniciadores, diluyentes reactivos o no reactivos, cargas y colorantes conocidos. La al menos una capa fotocurable comprende un fotoiniciador, que tiene un pico de absorción de UV-Vis que está cerca o en el intervalo de la longitud de onda operativa del conjunto de luz de tipo LED UV.

35 En otra realización preferida, las filas alternas de conjuntos de luz de tipo LED UV están dispuestas de modo que tengan tener diferentes ángulos de luz, medidos según impacta la luz sobre la al menos una capa fotocurable. Así, es posible usar diferentes ángulos de luz y una sola longitud de onda para controlar efectivamente la forma y el ángulo de los puntos de impresión. Por ejemplo, las filas alternas de conjuntos de luz de tipo LED UV pueden comprender conjuntos de luz colimada de tipo LED UV y conjuntos de luz no colimada de tipo LED UV. En otra realización, las filas alternas de conjuntos de luz de tipo LED UV pueden comprender diferentes ángulos de colimación, de modo que las filas alternas incidan sobre la al menos una capa fotocurable en diferentes ángulos.

45 Finalmente, también pueden usarse una combinación de luces de tipo LED UV con diferentes longitudes de onda, y diferentes ángulos de luz, para controlar la forma y el ángulo de los puntos de impresión.

50 La planaridad de la parte superior de un punto se puede medir como el radio de curvatura en la superficie superior del punto, r_t , como se muestra en la Figura 1. Cabe observar que una superficie redondeada del punto no es ideal desde el punto de vista de la impresión, dado que el tamaño de la zona de contacto entre la superficie de impresión y el punto varía exponencialmente con la fuerza de impresión. Por lo tanto, la parte superior del punto presenta preferentemente una planaridad donde el radio de curvatura del punto superior es mayor que el espesor de la capa de fotopolímero, más preferentemente el doble del espesor de la capa de fotopolímero, y más preferentemente más de tres veces el espesor total de la capa de fotopolímero.

55 El ángulo del reborde del punto se define, como se muestra en la Figura 2, como el ángulo θ formado por la parte superior y el lateral del punto. En el extremo, una columna vertical tendría un ángulo de reborde de 90° , pero en la práctica la mayoría de los puntos de flexografía tienen un ángulo que es considerablemente menor, a menudo más cercano a 45° que a 90° .

60 Resulta preferible un ángulo de reborde del punto de $> 50^\circ$, en todo el intervalo tonal. Tal como se usa en el presente documento, el ángulo de reborde del punto significa el ángulo formado por la intersección de una línea horizontal, tangencial a la parte superior del punto, y una línea que represente la pared lateral del punto adyacente, como se muestra en la Figura 2.

65

La nitidez del borde se refiere a la presencia de un límite bien definido entre la parte superior y el reborde del punto plano, y generalmente resulta preferible que los bordes del punto sean nítidos y estén bien definidos, como se muestra en la Figura 3. Estos bordes bien definidos del punto separan mejor la porción de "impresión" de la porción de "soporte" del punto, lo que permite un área de contacto más uniforme entre el punto y el sustrato durante la impresión.

La nitidez del borde se puede definir como la proporción de r_e , el radio de curvatura (en la intersección del reborde y la parte superior del punto) con p , el ancho de la parte superior o superficie de impresión del punto, como se muestra en la Figura 3. Para un punto con una punta realmente redondeada, es difícil definir la superficie de impresión exacta dado que no hay realmente un borde en el sentido habitual, y la proporción de $r_e:p$ puede acercarse al 50 %. Por el contrario, un punto de bordes agudos tendría un valor muy pequeño de r_e , y $r_e:p$ se acercaría a cero. En la práctica, es preferible un $r_e:p$ inferior al 5 %, siendo lo más preferible un $r_e:p$ inferior al 2 %. La Figura 3 muestra un punto de flexografía y su borde, donde p es la distancia a través de la superior del punto y demuestra la caracterización de la nitidez del borde. $r_e:p$, donde r_e es el radio de curvatura en la intersección del reborde y la parte superior del punto.

Adicionalmente, uno de los beneficios de la invención descrita en el presente documento es que no es necesario llevar a cabo una exposición de choque. Durante la exposición de choque, se usa una dosis de radiación actínica de "exposición previa", de baja intensidad, para sensibilizar la al menos una capa fotocurable antes de someter la plancha a la dosis principal de intensidad más alta de radiación actínica. La exposición de choque se aplica a toda el área de la plancha, y es una exposición breve y de baja dosis de la plancha que reduce la concentración de oxígeno, lo que inhibe la polimerización del elemento de impresión y ayuda a preservar las características finas (es decir, puntos claros, líneas finas, puntos aislados, etc.) en la plancha acabada. Sin embargo, la etapa de sensibilización previa también puede provocar el llenado de los tonos de sombra, reduciendo de este modo el intervalo tonal de los medios tonos de la imagen. Así, los inventores de la presente invención han observado que el uso de una matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV proporciona un resultado aceptable, sin la necesidad de efectuar una exposición de choque.

Ejemplo I:

Se llevó a cabo un estudio para evaluar composiciones fotopolimerizables que contenían una variedad de fotoiniciadores, para estudiar cómo interactuaba cada una con fuentes de luz de dos longitudes de onda (365 nm y 395 nm). Sorprendentemente, se descubrió que las fuentes de luz tanto de 395 nm como de 365 nm producían puntos medios a anchos.

Se ensayaron tres unidades de conjuntos LED UV, procedentes de UV Process Supply, Inc. y con longitudes de onda de 365 nm, 395 nm y 415 nm, cada una con una intensidad de aproximadamente 10 a 30 mW. Además, también se comprobó una unidad procedente de Digital Light Labs, Inc., que tiene una longitud de onda de 365 nm y una intensidad de aproximadamente 175 mW.

Se prepararon diversas formulaciones de planchas de impresión de polímero laminar de hoja fotopolimerizable usando fotoiniciadores, que tenían un pico de aproximadamente 365 nm. Un ejemplo de un fotoiniciador adecuado es la 2,2-dimetioxi-1,2-di(fenil)etanona procedente de Ciba Specialty Chemicals, Inc., con el nombre comercial Irgacure 651.

En la Figura 4 se representan los espectros UV-Vis del Irgacure 651 en tres concentraciones crecientes.

Como se puede observar en la Figura 4, el Irgacure 651 tiene picos de absorción a 250 y 340 nm. Como referencia, el espectro UV-Vis del conjunto LED de 395 nm procedente de UV Process Supply, Inc. tiene un ancho de banda muy estrecho, que es típico de las fuentes de luz LED UV. Por lo tanto, podría suponerse que una fuente de luz de 395 nm estaría fuera del rango utilizable para el Irgacure I-651. Sin embargo, se descubrió que la formulación de fotopolímero que contenía Irgacure I-651 se curaba bastante bien con la fuente de luz de 395 nm. El ancho de banda de la fuente de luz LED de 365 nm de UV Process Supply, Inc. también es bastante estrecho.

Dos tipos de fotoiniciadores, comercialmente disponibles y cuya publicidad indica que se inician con longitudes de onda superiores son la mono acil fosfina (MAPO) y la bis acil fosfina (BAPO). Los fotoiniciadores MAPO incluyen óxido de difenil (2,4,6-trimetilbenzoil)-fosfina, comercializado por BASF con el nombre comercial de Darocur TPO. Los fotoiniciadores BAPO incluyen óxido de fenil bis (2,4,6-trimetilbenzoil) fosfina, comercializado por BASF con el nombre comercial Irgacure 819. En las Figuras 5 y 6 se muestran gráficos UV-Vis del Darocur TPO y el Irgacure 819. Los picos de absorción de la MAPO están a 295 nm, 368 nm, 380 nm y 393 nm. Los picos de absorción de la BAPO están a 295 nm y 370 nm. Otros fotoiniciadores cuya publicidad anuncia que se inician con longitudes de onda más altas incluyen el Bis (eta 5-2,4-ciclopentadien-1-il) Bis [2,6-difluoro-3-) 1H-pirrol-1-il] titanio, que es un metaloceno comercializado por BASF con el nombre comercial de Irgacure 784 y que tiene picos de absorción a 398 y 470.

La principal diferencia entre la MAPO y la BAPO es que la BAPO genera dos radicales por molécula cuando se energiza, mientras que la MAPO solo genera un radical por molécula. Además de la MAPO y la BAPO, se

examinaron otros tres fotoiniciadores comunes iniciados por UV: el Irgacure 651 (α,α -dimetoxi- α -fenilacetofenona), el Irgacure 184 (1-hidroxi-ciclohexil-fenil-cetona) y el Irgacure 369 (2-bencil-2-(dimetilamino)-1-[4-(4 morfolinil)-1-propanona).

- 5 La Tabla 1 describe diversas formulaciones de fotoiniciadores de alto y bajo nivel que se usaron para investigar el uso de unidades LED UV, para reticular y polimerizar formulaciones fotosensibles en la preparación de planchas de impresión de imágenes en relieve.

Tabla 1. Formulaciones fotosensibles que contienen varios fotoiniciadores

	651 LO	651 HI	184 LO	184 HI	369 LO	369 HI	819 LO	819 HI	TPO LO	TPO HI
Kraton D1102	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00	61,00
Ricon 130	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50
HDDA	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Irgacure 651	0,50	2,00								
Irgacure 184			0,50	2,00						
Irgacure 369					0,50	1,33				
Irgacure 819							0,50	2,00		
TPO									0,50	2,00
BHT	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Savinyl Red 3BLS	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

- 10 Cada fotoiniciador se preparó a niveles del 0,5 % y el 2,0 % en la formulación fotosensible, excepto que el alto nivel de Irgacure 369 y el alto nivel de Irgacure 819 no se llevaron a cabo porque no se disolvieron por completo. Una vez formuladas todas las planchas, se determinaron sus velocidades de polimerización con contraexposición usando una unidad de exposición estándar de tipo almeja (tubos fluorescentes de 365 nm), según se indica en la Tabla 2.

15 Tabla 2. Velocidades de polimerización con contraexposición de formulaciones fotosensibles que contienen varios fotoiniciadores

Tiempo (seg)	651 LO	651 HI	369 LO	369 HI	184 LO	184 HI	TPO LO	TPO HI	819 LO
0	7	7	7	7	7	7	7	7	7
30	7	7,0	7,0	16,0	7	7	12,8	14,7	16,2
40	7	1,2	7,0	23,3	7	7	21,0	16,5	23,8
50	7	17,7	11,8	26,8	7	7	29,2	18,2	32,2
60	7	21,7	17,8	31,0	7	7	29,3	19,0	34,3
70	7		22,0		7	7	32,3	20,0	36,7
120	7,0				7	7			
150	21,8				7	7			
180	31,5				7	7			
210	39,0				7	7			
240	43,5				7	7			

- 20 Para una plancha laminar 45G, el suelo objetivo era de 0,635 a 0,762 mm. Ningún nivel de Irgacure I-184 produjo suelo alguno después de cuatro minutos en la unidad tipo almeja. Fueron necesarios diez minutos completos con el alto nivel de Irgacure I-184 para producir un suelo de 0,635 mm. Sin embargo, más tarde se descubrió que la falta de curación del suelo por parte del Irgacure 184 se debía principalmente al PET que se utilizó. Cuando se utilizaba un PET de baja absorción de UV, el Irgacure 184 curó fácilmente el suelo.

- 25 Fue interesante que algunos de los fotoiniciadores en realidad construyeran un suelo más rápidamente que el Irgacure I-651, que se usa comúnmente en las formulaciones de planchas de impresión. Se observó que el Darocur TPO de alto nivel formaba un suelo más lentamente que el Darocur TPO de nivel inferior, lo cual puede deberse a la absorción a través de la molécula de Darocur TPO escindida. Las planchas se hicieron sobre tereftalato de polietileno (PET) DTF628 a 045G de espesor. El PET DTF628 absorbe mucha luz a 365 nm, por lo que se cree que el uso de un PET diferente puede producir resultados de construcción de suelo más rápidos.
- 30

A continuación, se colocaron planchas sometidas a ablación digital con suelos pre-curados bajo las diferentes fuentes de luz de tipo LED UV en un sistema de seguimiento UV, que fue diseñado para ser muy estable a velocidades de operación muy bajas. Se trazó un gráfico de velocidades de línea para entradas porcentuales específicas que se muestra en las Figuras 7 y 8.

5 Como puede observarse en los gráficos, la velocidad es esencialmente lineal desde una entrada del 20 % hasta una entrada del 80 %. La dirección de avance más rápida es de aproximadamente 1,28 m/min. La velocidad máxima es de aproximadamente 2,13 m/min y se produce en la dirección de retorno (retroceso), pero no es ajustable. Para los propósitos de este estudio, se eligió una velocidad de línea de 0,034 m/min (entrada del 10 %). La salida no estaba limitada y la altura desde la fuente de luz a la superficie de la plancha se estableció en 12,7 mm.

10 La Figura 9 representa el perfil de construcción de suelo que utiliza la formulación de TPO de alto nivel en combinación con la fuente de luz de tipo LED de 395 nm de UV Process. El sistema de seguimiento de UV se ejecutó en configuraciones específicas y las planchas se procesaron (es decir, se revelaron) en disolvente.

15 La Figura 10 representa imágenes MEB de puntos procedentes de la combinación de la unidad Digital Light de 365 nm con cada una de las formulaciones de fotoiniciadores probadas.

20 Como puede observarse, varias de las formulaciones probadas presentaron una forma de punto excelente bajo una fuente de luz de 365 nm. Mientras que la formulación de Irgacure I-189 de bajo nivel comenzó a formar puntos planos, las formulaciones Irgacure I-651, Darocur TPO e Irgacure I-369 presentaron verdaderos puntos con cúspide plana. El bajo nivel de cada formulación de fotoiniciador evaluada presentó la formación de puntos digitales redondeados estándar. Si bien los puntos de Irgacure I-651 eran como postes telefónicos, parecía que las formulaciones de Darocur TPO e Irgacure I-369 se imprimirían bien.

25 La Figura 11 representa las imágenes MEB de puntos para diferentes formulaciones curadas con la unidad de luz UV Process de 395 nm.

30 Las formulaciones de Irgacure I-184 e Irgacure I-651 no se han representado porque eran incapaces de mantener punto alguno. Las formulaciones más prometedoras para la formulación de puntos usando una fuente de luz de 395 nm contenían Darocur TPO e Irgacure I-369 como fotoiniciador.

35 Sin embargo, se observó que solo la formulación de TPO formaba puntos aceptables con el conjunto LED de 415 nm de UV Process, como se observa en la Figura 12.

40 La mejor formación de puntos fue a 365 nm con los fotoiniciadores Irgacure I-651 y Darocur TPO, y con el fotoiniciador Darocur TPO a 395 nm. Por lo tanto, se decidió intentar combinar dos longitudes de onda en una secuencia de exposición en serie. En primer lugar, se curó la formulación de alto nivel de Darocur TPO con una longitud de onda e inmediatamente después con la otra longitud de onda. Se cambió el orden de las fuentes de luz y se volvió a ejecutar con el nivel alto de Darocur TPO.

45 La Figura 15 muestra los resultados de estas combinaciones de luz con Darocur TPO. También se muestran, como comparación, las pruebas con longitudes de onda individuales, al igual que una exposición tipo almeja. Los resultados muestran que los puntos tenían un ancho promedio entre las dos exposiciones individuales. Por lo tanto, se puede ver que puede optimizarse un diseño específico de una matriz de conjuntos de LED UV para una formación de puntos específica.

50 La formulación I-651 de Irgacure no se probó porque se observó poca formación de puntos a la longitud de onda de 395 nm, aunque se cree que podría usarse una relación mayor de 365 nm frente a la longitud de onda de 395 nm para ajustar la forma del punto.

55 Se descubrió con sorpresa que la mejor formación de puntos se producía con el Darocur TPO y una fuente de luz de tipo LED de 365 nm de longitud de onda. Otra sorpresa fue lo bien que funcionó el fotoiniciador Irgacure I-369 con la fuente de luz de tipo LED de 365 nm.

Los resultados indicaron que el uso de una mezcla de longitudes de onda puede minimizar el efecto. Es decir, en lugar de utilizar dos fuentes de luz diferentes en sucesión, se puede construir una fuente de luz que tenga bombillas de diferentes longitudes de onda dispersadas por toda la matriz.

60 Por ejemplo, el conjunto de luz de tipo LED UV puede comprender una matriz dispuesta con cuatro filas de bombillas. La primera y la tercera fila de la matriz pueden ser de 365 nm, mientras que la segunda y cuarta filas de la matriz pueden ser de 395 nm. Cada longitud de onda puede estar en un circuito separado que tendría la capacidad de modular separadamente modular la intensidad, permitiendo al usuario personalizar la formación de puntos.

REIVINDICACIONES

1. Un método para adaptar la forma de una pluralidad de puntos de impresión en relieve, creados en una pieza tosca de impresión fotosensible durante un proceso de fabricación de planchas, comprendiendo dicha pieza tosca de impresión fotosensible al menos una capa fotocurable dispuesta sobre una capa de refuerzo, comprendiendo el método las etapas de:
- 5 a) exponer selectivamente la al menos una capa fotocurable a una fuente de radiación actínica, para reticular y curar selectivamente la al menos una capa fotocurable; y
- 10 b) revelar la pieza tosca de impresión fotosensible expuesta, para desvelar la imagen en relieve en la misma, comprendiendo dicha imagen en relieve la pluralidad de puntos de impresión en relieve;
- donde la fuente de radiación actínica comprende una matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV, que comprende al menos cuatro filas, y el uso de la matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV produce puntos de impresión en relieve que tienen al menos una característica geométrica, seleccionada del grupo que consiste en una planaridad deseada de una superficie superior de los puntos de impresión en relieve, un ángulo deseado de reborde de los puntos de impresión en relieve, y una nitidez deseada de borde de los puntos de impresión en relieve, donde las filas alternativas de luces LED UV, de la matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV, presentan diferentes longitudes de onda pico y operan a longitudes de onda en el intervalo de 360 nm a 420 nm, y donde la al menos una capa fotocurable comprende un fotoiniciador, donde dicho fotoiniciador tiene un pico de absorción UV-Vis en el intervalo de la longitud de onda operativa del conjunto de luz de tipo LED UV.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde las filas alternativas de conjuntos de luz de tipo LED UV operan a longitudes de onda de 365 nm y 395 nm.
- 25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde se disponen filas alternativas de conjuntos de luz de tipo LED UV para que tengan diferentes ángulos de luz.
- 30 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, donde las filas alternativas de luces LED UV comprenden conjuntos de luz colimada de tipo LED UV y conjuntos de luz no colimada de tipo LED UV.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el ángulo de reborde del punto de impresión en relieve es mayor de aproximadamente 50°.
- 35 6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la nitidez del borde de los puntos de impresión en relieve, definida como la proporción del radio de curvatura r_c , en la intersección de un reborde y la parte superior del punto de impresión en relieve, con el ancho de la superficie de impresión superior del punto p es inferior a aproximadamente el 5 %.
- 40 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, donde la proporción de $r_c:p$ es inferior a aproximadamente el 2 %.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde no se lleva a cabo una exposición de choque.
- 45 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la matriz de conjuntos de luz de tipo LED UV comprende al menos dos conjuntos de luz de tipo LED con longitudes de onda de pico que son diferentes entre sí.
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde los puntos de impresión en relieve comprenden una planaridad que es mayor que el grosor de la al menos una capa fotocurable.

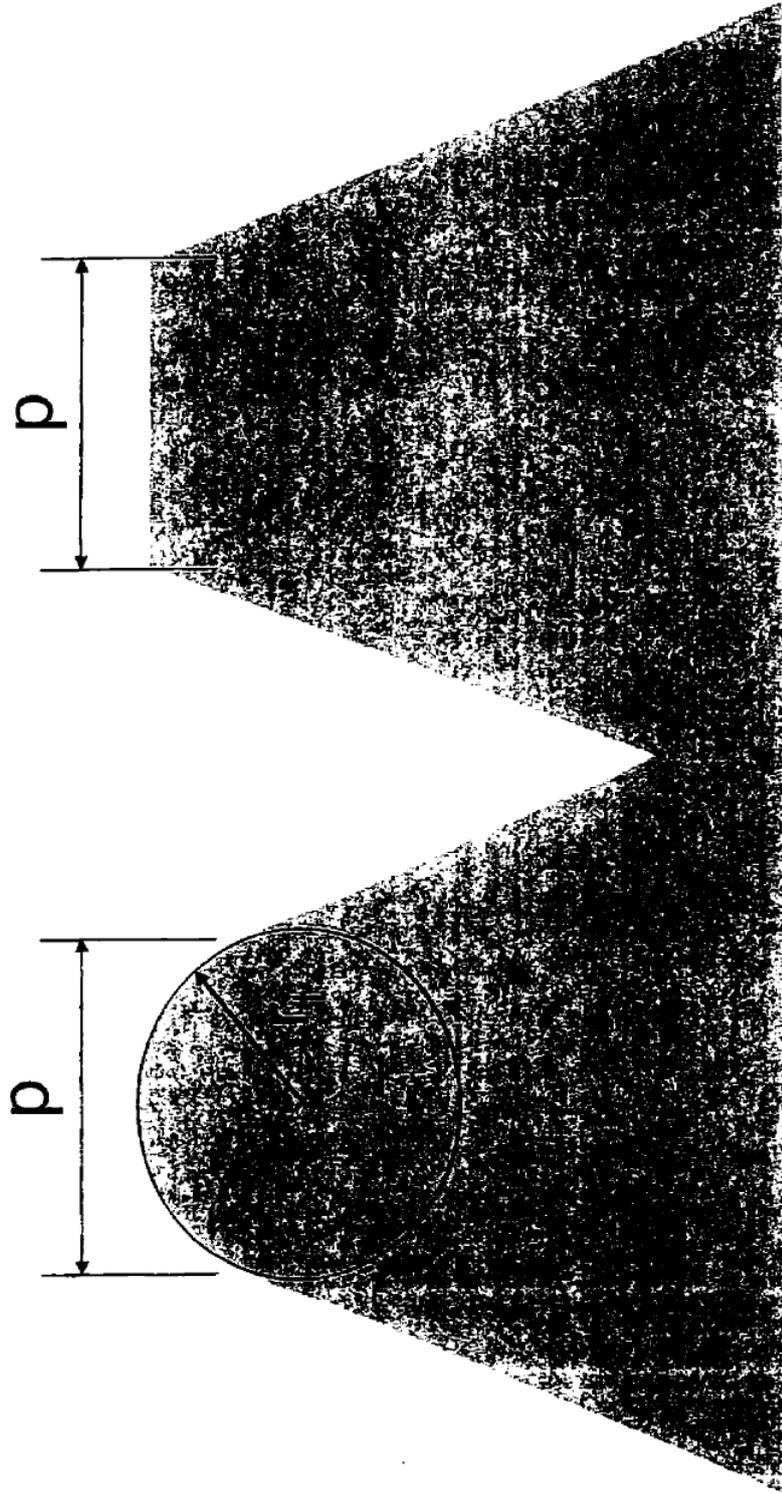


Fig. 1

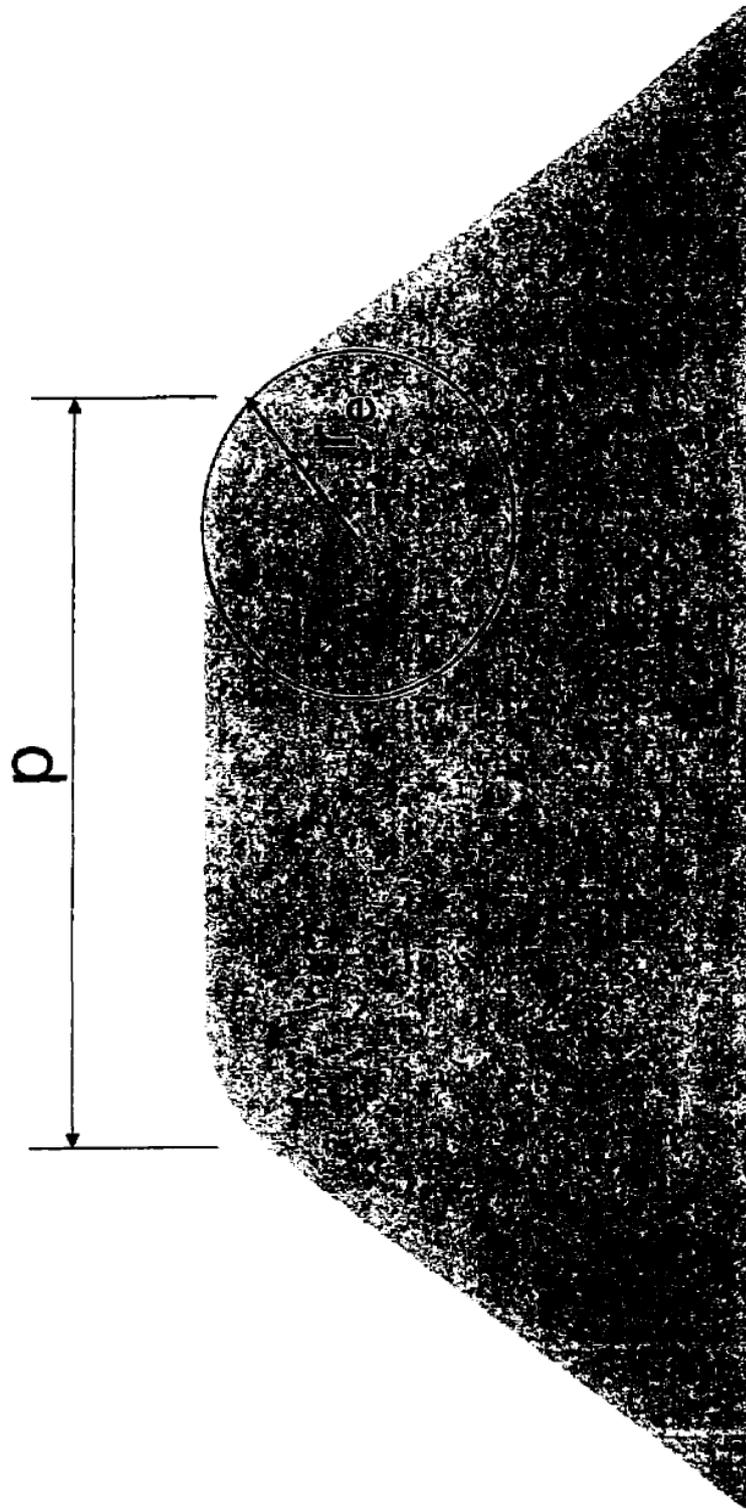


Fig. 2

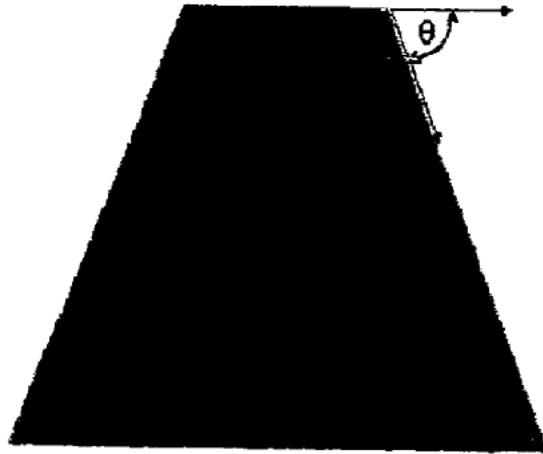


Fig. 3

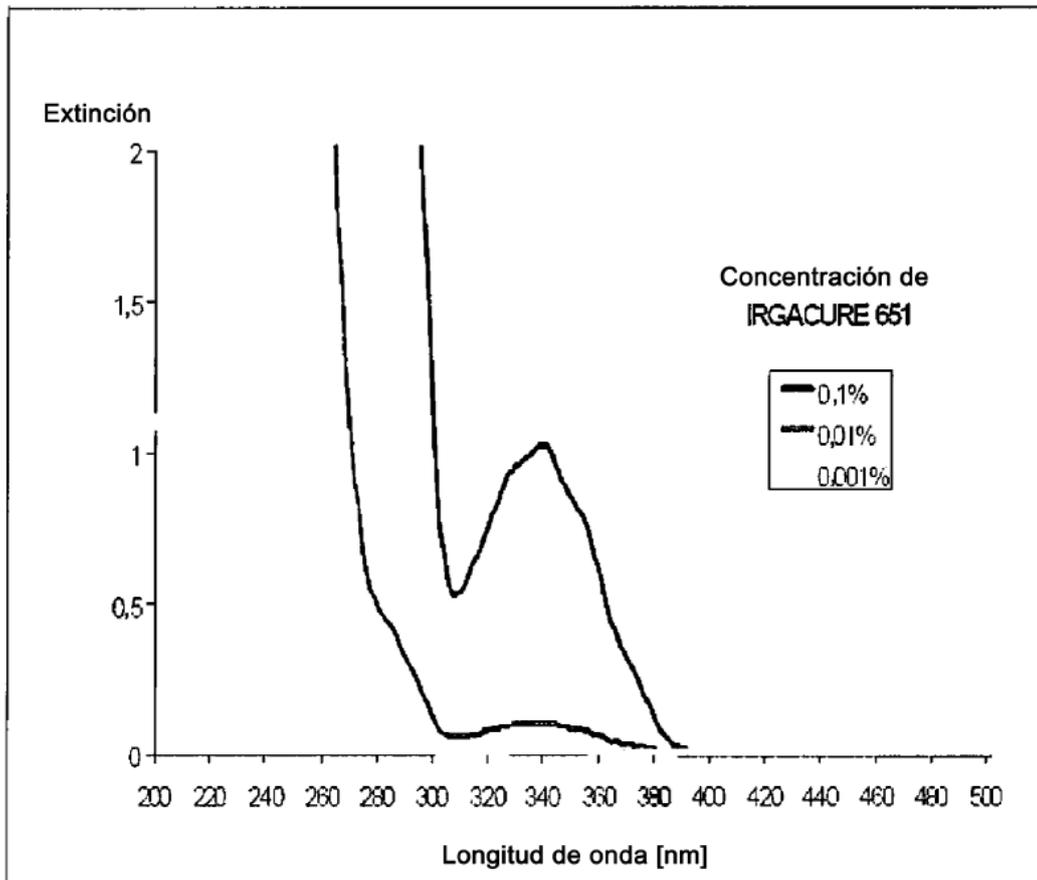


Fig. 4

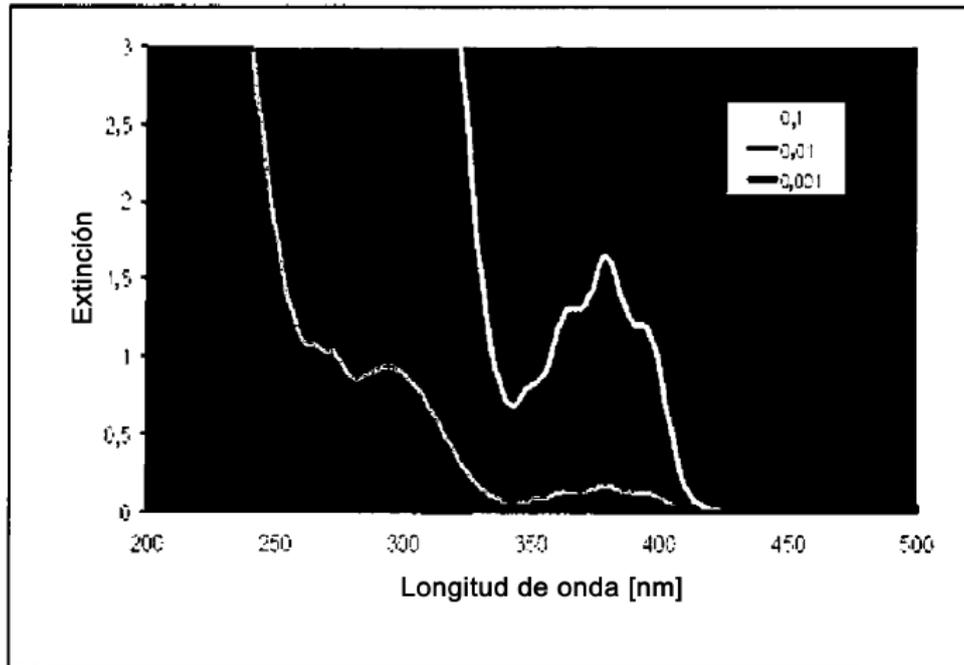


Fig. 5

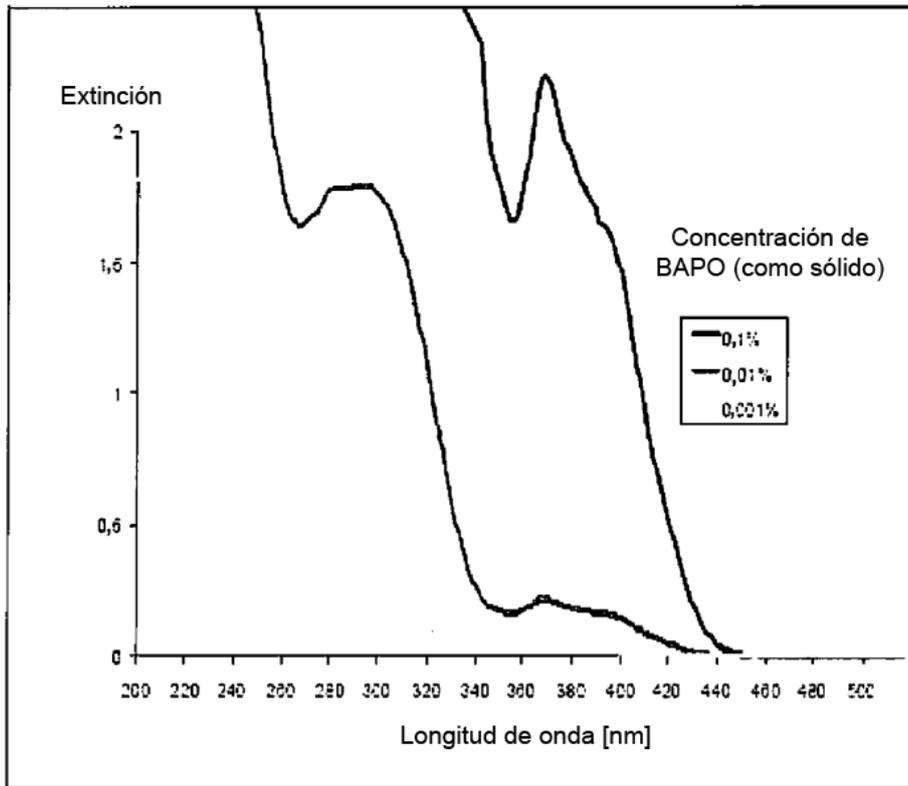


Fig. 6

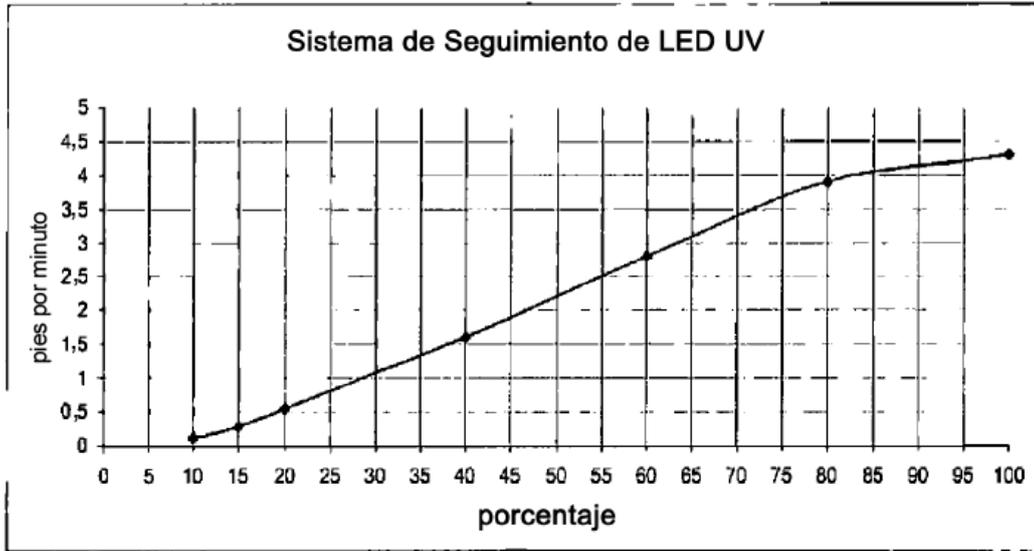


Fig. 7

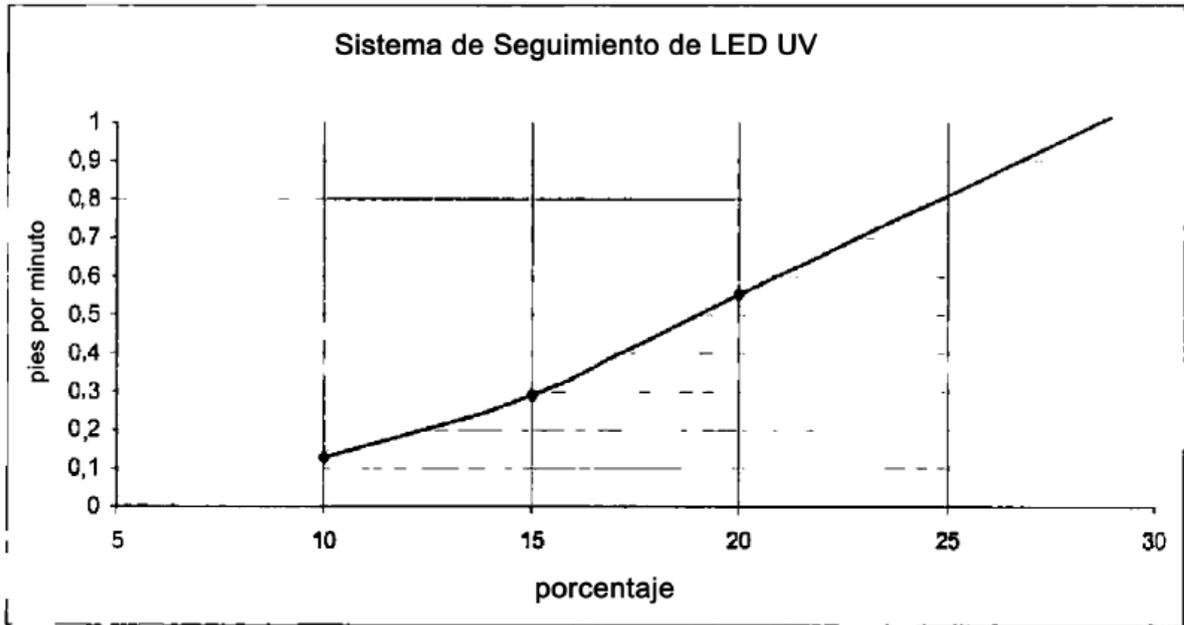


Fig. 8

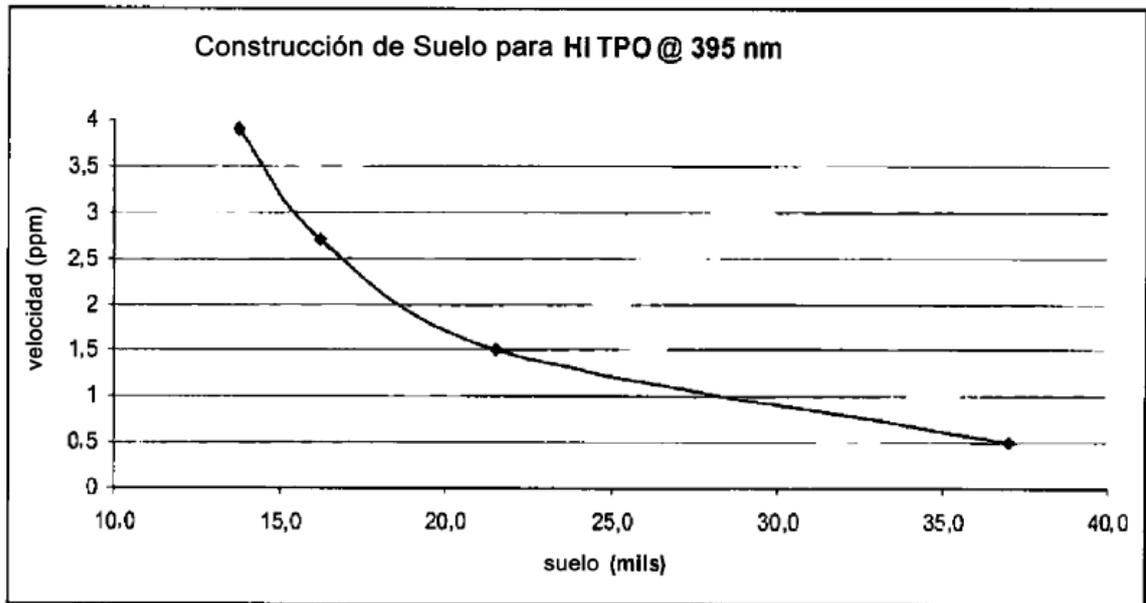


Fig. 9

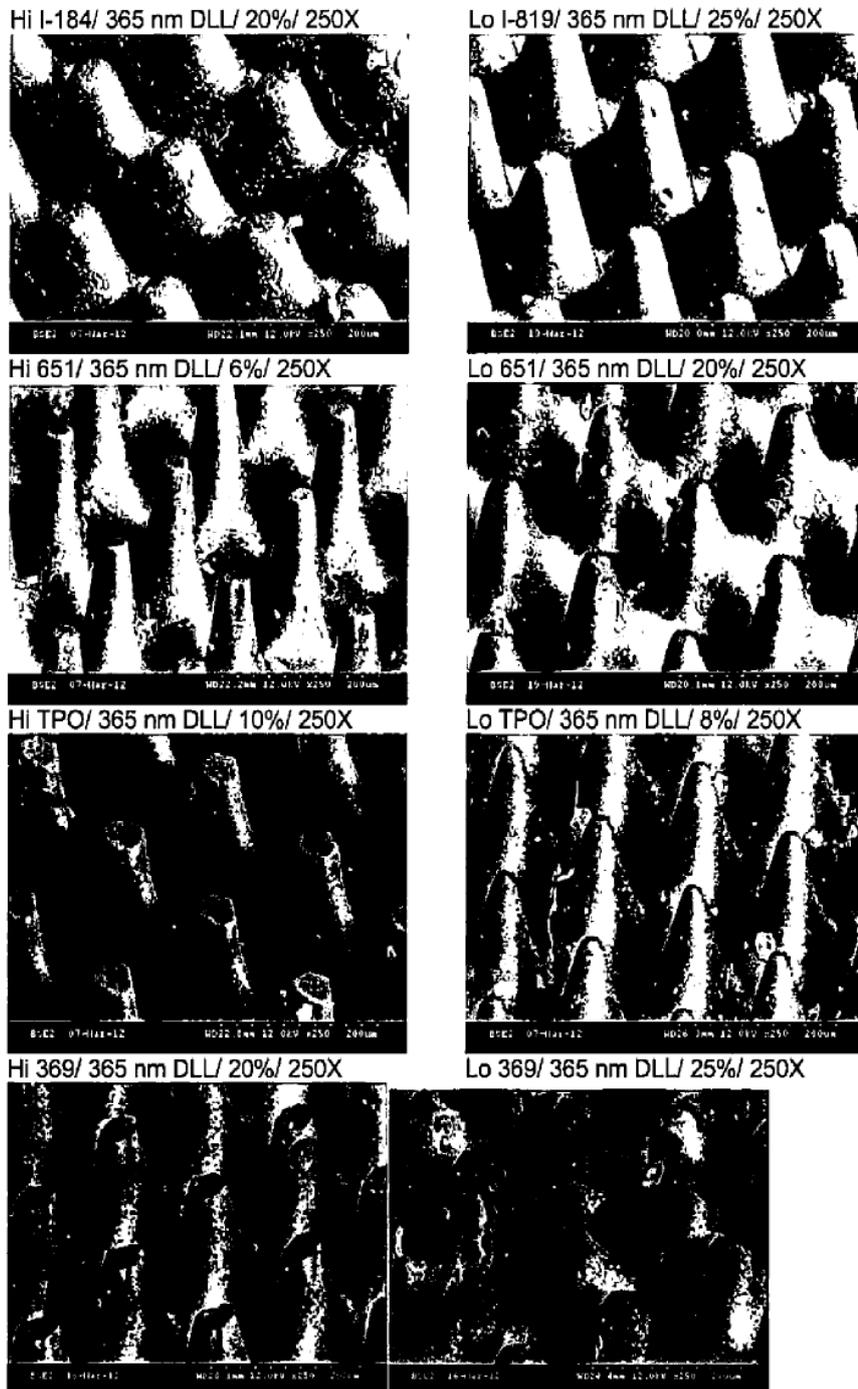


Fig. 10

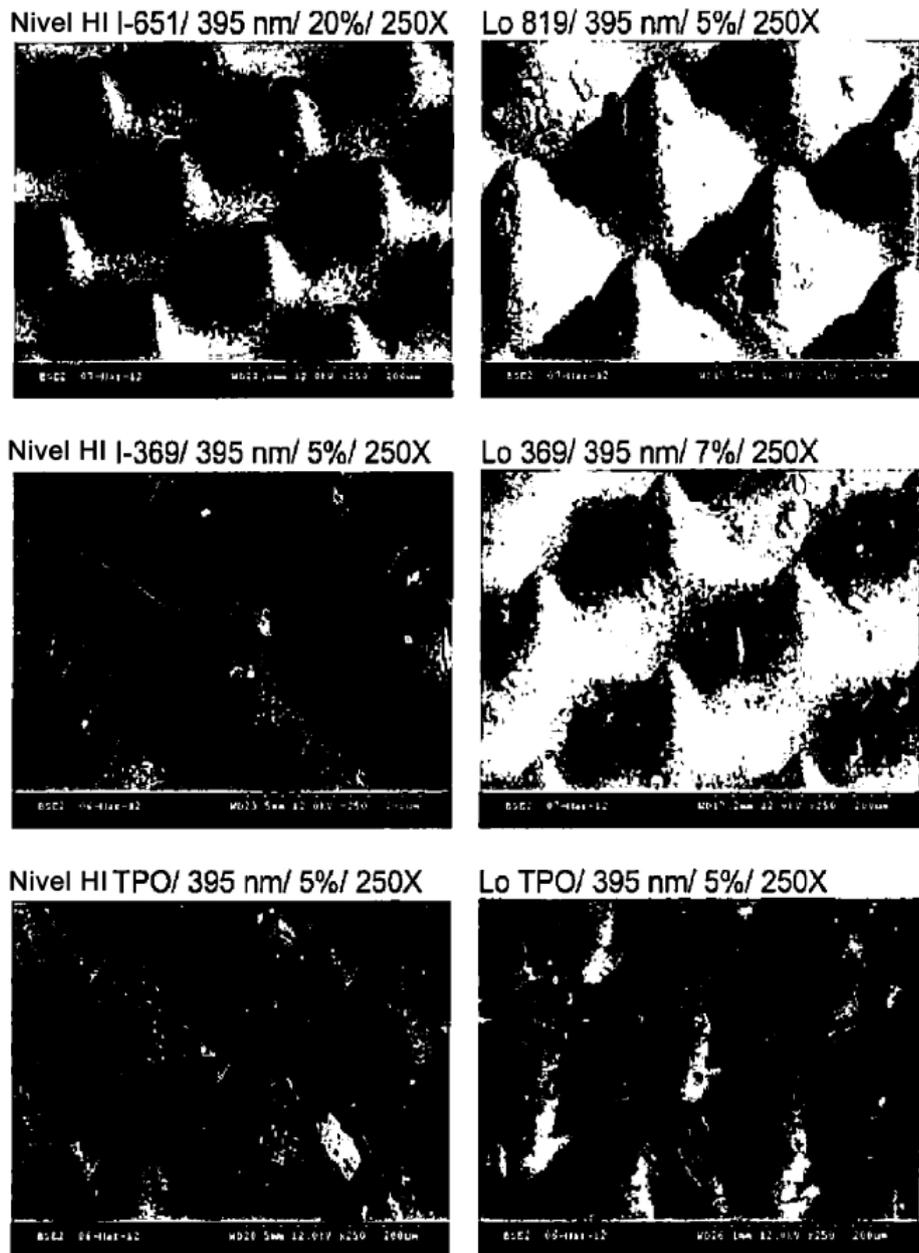
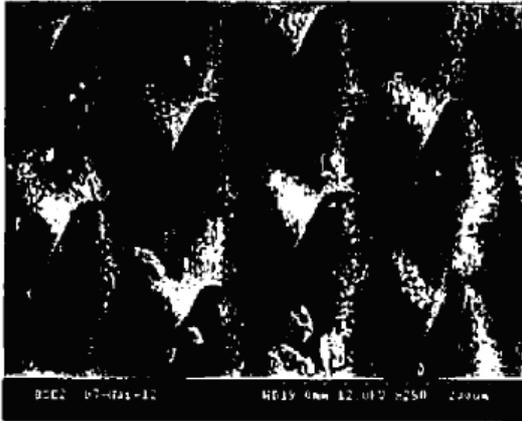
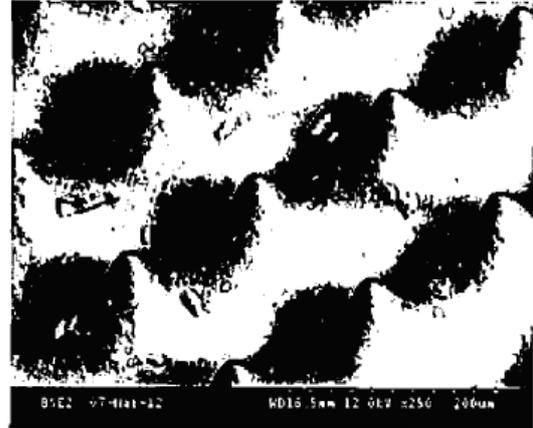


Fig. 11

Nivel HI TPO/ 415 nm/ 6%/ 250X



Lo TPO/ 415 nm/ 10%/ 250X



Lo 819/ 415 nm/ 10%/ 250X

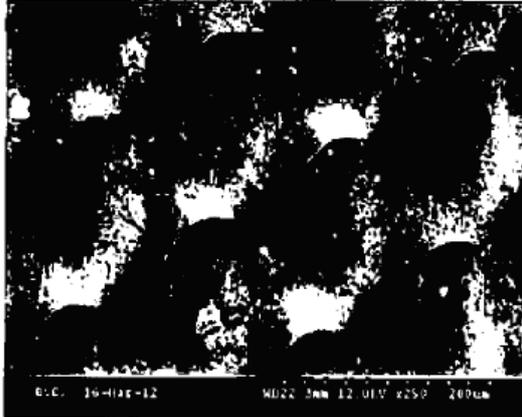
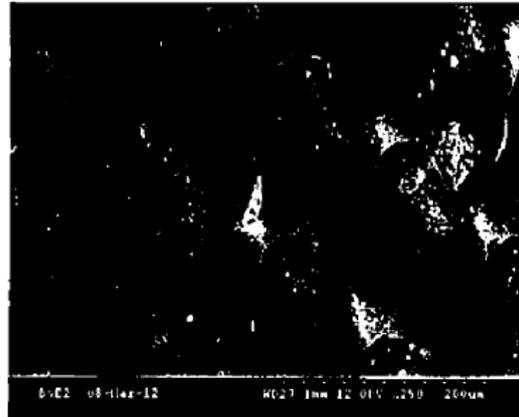
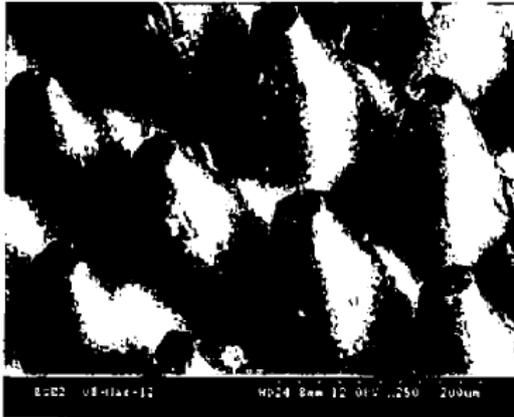
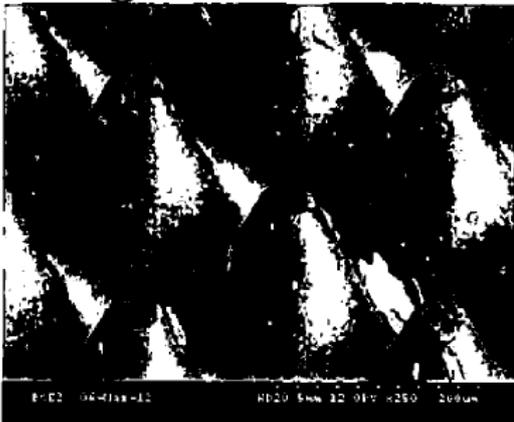


Fig. 12

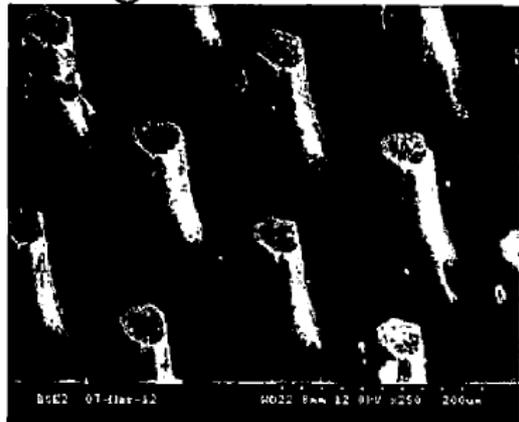
Hi TPO/ 365 nm 1° 395 nm 2° / 8%/ 250X Hi TPO/ 395 nm 1° 365 nm 2° / 8%/ 250X



Hi TPO @ 395



Hi TPO @ 365



Tipo Almeja @ 365 nm

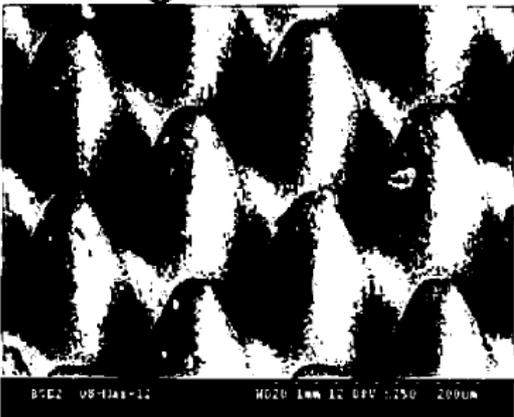


Fig. 13