

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 935 519**

51 Int. Cl.:

**B41M 7/00** (2006.01)

**B41M 5/52** (2006.01)

**C09D 11/40** (2014.01)

**C09D 11/322** (2014.01)

**B41J 2/045** (2006.01)

**B44C 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2020** **E 20166543 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.12.2022** **EP 3888918**

54 Título: **Procedimientos de impresión por inyección de tinta y sistemas de impresión por inyección de tinta**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**07.03.2023**

73 Titular/es:  
**AGFA NV (100.0%)**  
**Septestraat 27**  
**2640 Mortsel, BE**

72 Inventor/es:  
**DE MEUTTER, STEFAAN;**  
**TILEMANS, DAVID y**  
**LENAERTS, JENS**

74 Agente/Representante:  
**TEMIÑO CENICEROS, Ignacio**

ES 2 935 519 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

Procedimientos de impresión por inyección de tinta y sistemas de impresión por inyección de tinta

5

### Campo de la invención

La presente invención hace referencia a procedimientos de impresión por inyección de tinta y a sistemas de impresión por inyección de tinta en los que se utilizan formas de onda específicas y tintas de inyección pigmentadas.

10

### Antecedentes de la invención

Los sistemas de impresión por inyección de tinta de uso industrial están reemplazando a los sistemas de impresión offset, flexográfica y por huecograbado gracias a sus ventajas de impresión variable y de corto tiempo de configuración, lo que posibilita una fabricación ajustada ("*just-in-time*"), tiradas cortas y productos personalizados. Estos sistemas de impresión por inyección de tinta deben satisfacer estrictos requisitos de fiabilidad y de productividad. Las formas de onda y las tintas de inyección son factores importantes a la hora de satisfacer estos requisitos.

15

Una forma de onda es un conjunto de movimientos de actuador cronometrados que se utilizan para propagar y controlar ondas de presión acústica dentro de una cámara de tinta de un cabezal de impresión en escala de grises para eyectar una gotita de tinta por una boquilla. Por ejemplo, una forma de onda puede operar a una frecuencia de 30 Kilociclos (KHz) y generar tres gotitas de distinto tamaño al activarse selectivamente distintos pulsos de la forma de onda. La finalidad es eyectar las distintas gotitas a aproximadamente la misma velocidad de gota.

20

La impresión por inyección de tinta piezoeléctrica se basa en el movimiento de un transductor cerámico piezoeléctrico al aplicarle tensión. Al aplicar tensión, la forma del transductor cerámico piezoeléctrico en el cabezal de impresión cambia y forma una cavidad que posteriormente se rellena con tinta. Cuando la tensión vuelve a desconectarse, la cerámica se expande y recupera su forma original, generando así una onda de presión que provoca la formación de una gota que se eyecta desde la boquilla de un cabezal de impresión. Los cabezales piezoeléctricos de impresión por inyección de tinta pueden utilizar pulsos eléctricos de accionamiento de gran amplitud y corto tiempo de subida para lanzar pulsos de onda de presión con el fin de eyectar gotas de tinta rápidas (gran velocidad de gota).

25

30

Una forma de onda también está adaptada a una tinta de inyección, pero la energía acústica total en una cámara de tinta puede ser mucho mayor que la energía necesaria para disparar una gota de tinta. El exceso de energía es una fuente de disparos incontrolados de gotas satélite, de interferencia con gotas posteriores, de distintas velocidades de gotita y de perturbaciones entre boquillas, todo lo cual deteriora el rendimiento de chorro de un cabezal de impresión.

35

Para mejorar la calidad de imagen se emplean gotitas de tinta más pequeñas, lo cual significa que se tienen que depositar más gotitas de tinta por punto. Por consiguiente, las formas de onda tienen que operar a una frecuencia elevada, por ejemplo, a 60 KHz o más, para lograr una velocidad de impresión de 100 a 150 m/min. Cuanto mayor sea la frecuencia de impresión, mayor será la probabilidad de que la presión en la cámara de tinta no se haya amortiguado todavía hasta llegar a cero cuando lleguen la gota y la onda de presión siguientes y, por tanto, mayor será el potencial de obtener un mal rendimiento de chorro.

40

Ha tenido lugar un gran desarrollo de formas de onda y de tintas de inyección a bajas frecuencias, tal y como se ilustra en el documento **US 2010328381** (KONICA MINOLTA), a unos 20 KHz, y en el documento **WO 2015/023363** (FUJIFILM DIMATIX), a unos 30 KHz. Sin embargo, a una frecuencia elevada de 60 KHz o más, todavía se necesitan formas de onda y tintas de inyección adecuadas para que pueda realizarse una impresión de inyección de tinta fiable con un buen rendimiento de chorro a grandes velocidades de impresión y con una buena calidad de imagen. Del documento WO 2009/080684 se conoce un ejemplo de sistema de impresión por inyección de tinta ejemplar.

45

50

### Resumen de la invención

Con el fin de superar los problemas descritos anteriormente, realizaciones preferidas de la presente invención se han realizado mediante un procedimiento de impresión por inyección de tinta tal y como se define en la reivindicación 1.

55

Sorprendentemente, se descubrió que, al incluir un periodo de tiempo de inactividad específico entre dos pulsos de eyección, se podían eyectar de manera fiable gotitas de tinta de gran tamaño de una tinta de inyección específica utilizando solo 2 subgotas, cuando normalmente se necesitan 3. Esto permitió aumentar la frecuencia del cabezal de impresión en escala de grises y trabajar de manera fiable a tres niveles de gris en vez de a cuatro, con un efecto mínimo en la calidad de imagen.

60

Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de impresión por inyección de tinta para la impresión fiable a una frecuencia de eyección elevada.

65

Otro objeto de la invención proporcionar procedimientos de fabricación industriales mejorados en los que se utilizan procedimientos y sistemas de impresión por inyección de tinta de acuerdo con la invención.

Otras ventajas y realizaciones de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción.

5

### Breve descripción de los dibujos

En la **Figura 1** se ilustra un pulso 1 de una forma de onda que tiene un tiempo de subida 2 para alcanzar una cierta tensión, un tiempo de inactividad 3 para mantener la tensión y un tiempo de caída 4 para eliminar la tensión aplicada. La tensión aplicada le da al pulso su amplitud 5. El momento en el que se deja de aplicar tensión se denomina tiempo final 6 del pulso.

En la **Figura 2** se muestra una representación esquemática de una sección transversal de un solo módulo de cabezal de impresión en escala de grises piezoeléctrico de tipo gota a demanda (*drop on demand*). Este módulo 10 incluye un actuador 11 pegado a un cuerpo de módulo 12, donde tinta entra en el módulo 10 a través de un suministro de tinta 16 y se dirige a través de una característica de impedancia 20 hasta una cámara de tinta 15. La tinta es presurizada en la cámara de tinta 15 por un actuador 11 y se dirige hasta una abertura de boquilla exterior 14 desde la que gotitas son eyectadas por una placa de boquillas 13. El actuador 11 incluye una capa piezoeléctrica 17, cuya forma puede modificarse aplicando una forma de onda de tensión a las capas metálicas unidas a la superficie de la capa piezoeléctrica 17, donde esta última tiene a menudo un grosor de unos 20  $\mu\text{m}$ . Una capa metálica sobre la capa piezoeléctrica 17 forma un electrodo de tierra 18. Una capa metálica superior sobre la capa piezoeléctrica 17 forma un electrodo de accionamiento 19.

En la **Figura 3** se muestra una forma de onda que abarca cuatro periodos de resonancia acústica (PRA), incluyendo cada PRA un pulso que tenga una amplitud A1, A2, A3 o A4.

En la **Figura 4** se ilustra cómo se obtienen tres niveles de escala de grises (Nivel 0, 1 y 2) activando selectivamente distintos pulsos de la forma de onda. En el nivel 0 no se eyecta ninguna gotita de tinta, mientras que en el nivel 1 se produce una gotita de tinta más pequeña que en el nivel 2.

30

### Definiciones

El término "periodo de resonancia acústica" (PRA) de un cabezal de impresión es el periodo de tiempo que se refiere al tiempo que tarda una onda de presión en desplazarse en ambos sentidos dentro de una cámara de tinta. Es una característica de cada tipo de cabezal de impresión y puede diferir en función de la tinta empleada. Concretamente, el periodo está relacionado con la velocidad del sonido en la tinta. El periodo de resonancia acústica puede medirse cambiando la temporización entre dos movimientos cerámicos en una única forma de onda de gota.

El término "ciclo de eyección" es el tiempo que se tarda en realizar el registro de un píxel (un punto de deposición de gotita) de una imagen a imprimir. El ciclo de eyección puede abarcar múltiples periodos de resonancia acústica que contienen o carecen de un pulso.

### Descripción de realizaciones

#### Procedimientos de impresión por inyección de tinta

Una realización preferida de la invención es un procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises que incluye las etapas de: a) suministrar una tinta de inyección pigmentada a un cabezal de impresión en escala de grises que tenga boquillas con una superficie de boquilla específica exterior de menos de 500  $\mu\text{m}^2$  y que tenga un periodo de resonancia acústica PRA de no más de 5,5  $\mu\text{s}$ , y b) aplicar una forma de onda de tensión para eyectar tinta de inyección pigmentada desde una boquilla de la cabezal de impresión en escala de grises dentro de un ciclo de eyección,

en el que la tinta de inyección pigmentada tiene una viscosidad de al menos 3,8 mPa.s a la temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de 1.000  $\text{s}^{-1}$ ,

en el que la forma de onda de tensión para eyectar la gota de tinta más grande incluye, en orden cronológico, un primer pulso de eyección que tiene una amplitud A1 y un segundo pulso de eyección que tiene una amplitud A3, satisfaciendo la amplitud A1 la relación:

$$0,50 \times A3 < A1 < 1,40 \times A3, \text{ y}$$

en el que un periodo de tiempo entre el tiempo final del primer pulso de eyección y el tiempo final del segundo pulso de eyección define un periodo de tiempo de inactividad que no incluye ningún otro pulso de eyección, teniendo el periodo de tiempo una duración entre 1,5 a 2,5 veces el periodo de resonancia acústica PRA, y en el que cualquier pulso sin eyección que tenga una amplitud A2 y esté presente durante el periodo de tiempo de inactividad satisface la relación:  $A2 \leq 0,15 \times A3$ .

65

El periodo de tiempo de inactividad puede incluir un pulso sin eyección que satisface la relación  $A2 \leq 0,15 \times A3$ , pero preferiblemente no hay presente ningún pulso durante el periodo de tiempo de inactividad.

5 En una realización más preferida, la relación para los pulsos de eyección que tienen una amplitud  $A1$  y  $A3$  es, preferiblemente,  $0,65 \times A3 < A1 < 0,90 \times A3$ , más preferiblemente  $0,75 \times A3 < A1 < 0,85 \times A3$ . En estos últimos rangos normalmente no se observa ningún satélite.

10 Normalmente, un cabezal de impresión contiene varios cientos de módulos 10 como se ilustra en la Figura 2. Como se ilustra en la Figura 2, la boquilla en una placa de boquillas 13 suele tener una abertura de boquilla exterior 14 que es inferior a la abertura de boquilla interior. La abertura de boquilla interior es la abertura que está orientada hacia la cámara de tinta 15, mientras que la abertura de boquilla exterior 14 está orientada hacia el ambiente exterior del cabezal de impresión. La abertura de boquilla suele tener una forma circular, ovalada, cuadrada o rectangular, pero puede también tener otras formas más complejas.

15 La superficie de boquilla específica NS se calcula en función de las dimensiones de la boquilla exterior utilizando fórmulas matemáticas bien conocidas para superficies específicas. Por ejemplo, en el caso de una boquilla circular, la superficie de boquilla específica NS se calcula mediante la fórmula:  $NS = \pi \times r^2$ , en la que el radio  $r$  es la mitad del diámetro exterior de la boquilla.

20 En la presente invención, los cabezales de impresión en escala de grises tienen boquillas con una superficie de boquilla específica exterior NS de menos de  $500 \mu\text{m}^2$ , preferiblemente entre  $100$  y  $350 \mu\text{m}^2$ , más preferiblemente entre  $150$  y  $300 \mu\text{m}^2$  y lo más preferiblemente entre  $200$  y  $250 \mu\text{m}^2$ . En estos rangos, los cabezales de impresión en escala de grises son capaces de producir imágenes de una excelente calidad de imagen.

25 Preferiblemente, el cabezal de impresión en escala de grises es un cabezal de impresión piezoeléctrico, más preferiblemente un cabezal de impresión piezoeléctrico de flujo pasante. En un cabezal de impresión piezoeléctrico de flujo pasante, a menudo también denominado cabezal de impresión recirculante, la tinta fluye continuamente a través de una entrada de tinta que atraviesa la cámara de tinta y solo sale de la boquilla cuando es necesario; de lo contrario, la tinta saldría continuamente del canal de tinta a través de una salida de tinta del cabezal de impresión. El otro tipo de cabezal de impresión es un denominado cabezal de impresión de activador final ("*end shooter*") o cabezal de impresión con una sola boquilla ("*single ended*"), en el que la tinta fluye a través de una entrada de tinta del cabezal de impresión al interior de la cámara de tinta y solo puede salir de la cámara de tinta a través una boquilla.

30 Algunos ejemplos comerciales de cabezales de impresión "end shooter" son, por ejemplo, los cabezales de impresión piezoeléctricos Gen5 y Gen5S de RICOH y KJ4B de KYOCERA. Algunos ejemplos de cabezales de impresión piezoeléctricos de flujo pasante para obtener la invención son los cabezales de impresión Samba G3L y G5L de FUJI DIMATIX y los cabezales de impresión de flujo pasante de XAAR.

35 En una realización preferida del procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises, el cabezal de impresión en escala de grises es un cabezal de impresión piezoeléctrico de flujo pasante. Un cabezal de impresión de este tipo presenta una fiabilidad mejorada, ya que la tinta en la cámara de tinta permanece en movimiento, evitándose así, o al menos reduciéndose, la obstrucción del cabezal de impresión por sedimentación de los pigmentos de la tinta de inyección después de un período de tiempo prolongado sin disparar a través de la boquilla y eliminándose automáticamente las burbujas de aire creadas por una difusión rectificada a mayores frecuencias de disparo.

40 En un proceso de impresión por inyección de tinta de múltiples pasadas, el cabezal de impresión por inyección de tinta se desplaza hacia atrás y hacia delante en una dirección transversal, a través del sustrato receptor de tinta en movimiento. Si el cabezal de impresión se sale de la zona del sustrato, todas las boquillas de cabezal de impresión pueden disparar simultáneamente (algo conocido como "spitting", o "escupimiento") en una escupidera de estación de servicio, con lo que se purgan todas las boquillas, volviéndose a aplicar humedad y desbloqueándose las boquillas de esta manera. Esto tiene como resultado un pequeño desperdicio de tinta, pero ningún desperdicio de sustrato.

45 La impresión por inyección de tinta de una sola pasada puede llevarse a cabo usando cabezales de impresión por inyección de tinta de ancho de página o múltiples cabezales de impresión por inyección de tinta, escalonados, que cubren toda la anchura de la superficie receptora de tinta. En un proceso de impresión de una sola pasada, los cabezales de impresión por inyección de tinta normalmente permanecen estacionarios y el sustrato se transporta bajo los cabezales de impresión por inyección de tinta. A medida que los cabezales de impresión se sitúan encima del sustrato, el escupimiento de tinta de inyección para purgar las boquillas de cabezal de impresión daría lugar, además de a un desperdicio de tinta, a un desperdicio de sustrato. Además, también se necesita una eliminación de larga duración de tales partes de sustrato no impresas con la imagen deseada. Así pues, con el uso de cabezales de impresión de flujo pasante se observó una productividad mejorada cuando el método de impresión por inyección de tinta en escala de grises era un método de impresión por inyección de tinta de una sola pasada.

50 En una realización preferida del procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises, el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises es un procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises de una sola pasada, ya que permite maximizar la productividad en comparación con la impresión por

inyección de tinta de múltiples pasadas.

En los cabezales de impresión en escala de grises, una forma de onda aplicada a los electrodos de un módulo permite formar múltiples gotas de tinta, que pueden combinarse después de salir de la boquilla de tinta para formar una gota de tinta más grande. Cuando se necesita una gran depositación (*laydown*) de tinta, se necesitan gotitas de tinta de gran tamaño, mientras que para tener una gran resolución y poca granularidad se necesita una gotita de tinta de pequeño tamaño. Por regla general, para imprimir con una buena calidad de imagen de manera productiva, el volumen de la gotita grande debe ser, preferiblemente, entre 1,6 y 2,4 veces mayor que el volumen de la gotita pequeña. Para conseguir esta proporción, los cabezales de impresión en escala de grises normalmente requieren que se combinen tres gotas de tinta para formar la gotita de tinta de gran tamaño. En este caso, también se encuentra disponible una gotita de tinta de tamaño medio que consta de dos gotas de tinta y que tiene un tamaño entre el de la gotita de tinta pequeña y el de la gotita grande, pero se vio que no era realmente útil a la hora de mejorar la calidad de imagen o la productividad.

En la presente invención, se descubrió sorprendentemente que, si se ajusta la viscosidad de eyección de una tinta de inyección pigmentada a una viscosidad de al menos un 3,8 mPa·s a una temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s<sup>-1</sup> y se utiliza una forma de onda muy específica, dos gotas de tinta eran suficientes para obtener la gota de tinta de gran tamaño que tiene la proporción deseada de 1,6/2,4 con respecto a las gotitas de tinta pequeñas. La forma de onda de tensión para eyectar la gota de tinta más grande incluye, en orden cronológico, un primer pulso de eyección que tiene una amplitud A1 y un segundo pulso de eyección que tiene una amplitud A3, satisfaciendo la amplitud A1 la relación  $0,50 \times A3 < A1 < 1,40 \times A3$ , y un periodo de tiempo entre el tiempo final del primer pulso de eyección y el tiempo final del segundo pulso de eyección define un periodo de tiempo de inactividad que no incluye ningún otro pulso de eyección, teniendo el periodo de tiempo una duración de entre 1,5 y 2,5 veces el periodo de resonancia acústica PRA, lo más preferiblemente una duración de aproximadamente dos veces el PRA.

Se supone que, durante el periodo de inactividad, la cámara de tinta se llena con más tinta que cuando se aplica un pulso de eyección en cada uno de tres periodos de resonancia acústica consecutivos. Además, cuando se aplica un pulso en cada uno de tres periodos de resonancia acústica consecutivos, esto genera un exceso de energía acústica considerablemente más grande dentro de la cámara de tinta. Esto hace necesaria la aplicación de un denominado pulso de cancelación en un PRA adicional para amortiguar la presión dentro de la cámara de tinta antes de que lleguen la gota y la onda de presión siguientes, ya que, de lo contrario, se produciría un mal rendimiento de chorro, tal como la aparición de satélites y velocidades de gota diferentes. El pulso de cancelación extra en un periodo de resonancia acústica adicional también reduce la frecuencia de impresión (KHz) y, por tanto, también la velocidad de impresión (m/min.). Todo esto se ilustra en los ejemplos descritos a continuación en la presente memoria. El periodo de tiempo de inactividad incluye un pulso sin eyección, pero preferiblemente el periodo de tiempo de inactividad no tiene ningún pulso.

Preferiblemente, también se aplica un pulso cuando no hay que eyectar ninguna gotita de tinta. Un pulso de este tipo hace que el menisco de fluido en la boquilla se mueva en respuesta al mismo sin que se eyecte una gotita. Un pulso sin eyección así se denomina habitualmente "pulso de cosquilleo" (*tickle pulse*). Al aplicar un pulso de cosquilleo, pueden reducirse los efectos de la evaporación de fluido de una boquilla, lo cual minimiza la posibilidad de que se seque la boquilla. Esto puede resultar especialmente ventajoso cuando se eyectan tintas muy volátiles, tales como tintas de inyección acuosas o a base de disolvente, y/o cuando una boquilla de inyección de tinta permanece inactiva durante un largo periodo de tiempo durante el funcionamiento. El aumento de la "latencia", es decir, el tiempo que una boquilla inactiva sigue siendo capaz de ser reiniciada con un rendimiento de chorro óptimo, mejora la fiabilidad del proceso de impresión por inyección de tinta. Un pulso de cosquilleo de este tipo es especialmente útil en la impresión de inyección de tinta de una sola pasada, donde una avería de boquilla crea un artefacto de línea en la imagen impresa. En la impresión por inyección de tinta de múltiples pasadas, una avería de boquilla puede enmascararse en las múltiples pasadas realizadas por las boquillas vecinas cuando imprimen.

En una realización preferida para la eyección de ninguna gotita de tinta o de pequeñas gotitas de tinta, una forma de onda de tensión aplica un pulso de cosquilleo que incluye un pulso sin eyección que tiene una amplitud A2 que satisface la siguiente relación:  $0,10 \times A3 < A2 < 0,30 \times A3$ . Si la amplitud A2 es menor que  $0,10 \times A3$ , no se observa ninguna mejora de la latencia. Para una amplitud mayor que  $0,30 \times A3$ , se podría seguir eyectando una gotita de la boquilla mediante la aplicación del pulso sin eyección.

En la presente invención, preferiblemente se eyecta una pequeña gota de tinta aplicando una forma de onda de tensión para eyectar la tinta de inyección pigmentada desde una boquilla del cabezal de impresión en escala de grises dentro de un ciclo de eyección, en el que la forma de onda de tensión incluye preferiblemente, en orden cronológico, un pulso sin eyección que tiene una amplitud A2 que satisface la relación  $0,10 \times A3 < A2 < 0,30 \times A3$  y un pulso de eyección que tiene una amplitud A3.

La forma de onda de tensión puede aplicarse al módulo de inyección de tinta de manera periódica, correspondiente a cada ciclo de eyección del módulo. En una realización preferida del procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises, el ciclo de eyección corresponde a aproximadamente tres veces el periodo de resonancia acústica PRA. Si el periodo de resonancia acústica tiene entonces una duración de no más de 5,5 μs, se puede obtener una

frecuencia de eyección mayor que 60 KHz, lo que permite imprimir a gran velocidad.

5 A la hora de producir una gotita de tinta de gran tamaño, el periodo de tiempo que define el periodo de tiempo de inactividad entre el primer pulso de eyección que tiene una amplitud A1 y el segundo pulso de eyección que tiene una amplitud A3 tiene una duración entre 1,5 y 2,5 veces el periodo de resonancia acústica. En una realización preferida del procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises, el periodo de tiempo que define el periodo de tiempo de inactividad corresponde a dos veces el periodo de resonancia acústica, ya que para este periodo se obtiene un óptimo rendimiento del chorro.

10 En las formas de onda de acuerdo con la invención, el tiempo de permanencia de un pulso de eyección tiene preferiblemente una duración de entre un 20% y un 60%, más preferiblemente, una duración de entre un 30% y un 50%, del PRA.

#### 15 Sistemas de impresión por inyección de tinta

Preferiblemente, el sistema de impresión por inyección de tinta está configurado para ejecutar todos los procedimientos de impresión por inyección de tinta en escala de grises descritos anteriormente.

20 Una realización preferida de la invención es un sistema de impresión por inyección de tinta que comprende: a) un cabezal de impresión en escala de grises piezoeléctrico de flujo pasante que incluye módulos 10 que tienen una boquilla 14 que tiene una superficie de boquilla exterior específica de menos de  $500 \mu\text{m}^2$ , una cámara de tinta 15 que está conectada a la boquilla 14 y un actuador 11 que está conectado a la cámara de tinta para variar un volumen de la cámara de tinta, en el que la cámara de tinta tiene un periodo de resonancia acústica (PRA) de no más de  $5,5 \mu\text{s}$  y en el que en la cámara de tinta se suministra una tinta de inyección pigmentada que tiene una viscosidad de al menos un  $3,8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  a temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de  $1.000 \text{ s}^{-1}$ , y b) un dispositivo de generación de forma de onda de tensión que está configurado para generar una forma de onda de tensión para eyectar la gota de tinta más grande dentro de un ciclo de eyección que incluye, en orden cronológico, un primer pulso de eyección que tiene una amplitud A1 y un segundo pulso de eyección que tiene una amplitud A3, satisfaciendo la amplitud A1 la relación  $0,50 \times A3 < A1 < 1,40 \times A3$ , preferiblemente  $0,65 \times A3 < A1 < 0,90 \times A3$ , y en la que un periodo de tiempo entre el tiempo final del primer pulso de eyección y el tiempo final del segundo pulso de eyección define un periodo de tiempo de inactividad que no incluye ningún otro pulso de eyección, teniendo el periodo de tiempo una duración entre 1,5 a 2,5 veces el periodo de resonancia acústica PRA, y en la que cualquier pulso sin eyección que tiene una amplitud A2 durante el periodo de tiempo de inactividad satisface la relación:  $A2 \leq 0,15 \times A3$ . El periodo de tiempo de inactividad incluye un pulso sin eyección, pero preferiblemente no contiene ningún pulso.

35 En una realización preferida del sistema de impresión por inyección de tinta, el dispositivo de generación de forma de onda de tensión además está configurado para generar una forma de onda de tensión que no provoque ninguna eyección de la tinta de inyección pigmentada desde una boquilla del cabezal de impresión en escala de grises dentro de un solo ciclo de eyección, en el que la forma de onda de tensión incluye un pulso sin eyección que tiene una amplitud A2 que satisface la relación  $0,10 \times A3 < A2 < 0,30 \times A3$ , y/o además está configurado para generar una forma de onda de tensión para eyectar la tinta de inyección pigmentada desde una boquilla del cabezal de impresión en escala de grises dentro de un solo ciclo de eyección, en el que la forma de onda de tensión incluye, en orden cronológico, un pulso sin eyección que tiene una amplitud A2 que satisface la relación  $0,10 \times A3 < A2 < 0,30 \times A3$  y un pulso de eyección que tiene una amplitud A3.

40 En una realización preferida del sistema de impresión por inyección de tinta, el ciclo de eyección es igual a aproximadamente tres veces el periodo de resonancia acústica PRA y/o el periodo de resonancia acústica PRA tiene una duración de no más de  $5,5 \mu\text{s}$ , preferiblemente entre  $3,0 \mu\text{s}$  y  $5,2 \mu\text{s}$ , más preferiblemente entre  $4,0$  a  $4,8 \mu\text{s}$ .

50 No existe ninguna limitación en cuanto al material piezoeléctrico utilizado en los actuadores de cabezales de impresión piezoeléctricos, a condición de que al aplicar tensión ocurra una deformación. Entre los materiales piezoeléctricos preferidos se incluyen el PZT ( $\text{PbZrO}_3\text{—PbTiO}_3$ ) y un tercer componente añadido al PZT. El tercer componente contiene  $\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Mn}_{1/3}\text{Sb}_{2/3})\text{O}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Co}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3$ . Además, también pueden utilizarse  $\text{BaTiO}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{LiNbO}_3$  and  $\text{LiTaO}_3$  para producirlo.

55 Como material para la placa de boquillas 13 de la Figura 2 se utiliza preferiblemente silicio o, alternativamente, una resina sintética o un metal. Entre las resinas sintéticas preferidas se incluyen una resina de poliimida, una resina de tereftalato de polietileno, un polímero de cristal líquido, una resina de poliamida aromática, una resina de naftalato de polietileno y una resina de polisulfona. Como material metálico se utiliza preferiblemente el acero inoxidable. La placa de boquillas de resina sintética o de metal tiene preferiblemente un recubrimiento no humectante.

#### 60 Tintas de inyección pigmentadas

65 La tinta de inyección pigmentada tiene una viscosidad de al menos un  $3,8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  a temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de  $1.000 \text{ s}^{-1}$ , y preferiblemente la viscosidad se encuentra en el rango de  $4,0$  a  $6,0 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ .

La tinta de inyección pigmentada puede ser una tinta de inyección curable por radiación UV o a base de disolvente, pero es preferiblemente una tinta de inyección pigmentada acuosa. Las tintas de inyección curables por radiación UV contienen uno o más fotoiniciadores y compuestos polimerizables, a menudo acrilatos, que pueden entrañar riesgos para la salud, por ejemplo, en envases alimentarios. Por lo general, las tintas de inyección a base de disolvente dan lugar a problemas para el medio ambiente y también entrañan riesgos de explosión debido a la volatilidad de los disolventes orgánicos.

La tinta de inyección pigmentada acuosa tiene una viscosidad de al menos un 3,8 mPa.s a temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s<sup>-1</sup>, y preferiblemente la viscosidad se encuentra en el rango de 4,0 a 6,0 mPa.s. Un componente principal en la tinta de inyección pigmentada acuosa es agua. Cuando el agua se calienta, empieza a evaporarse. Tal evaporación también tiene lugar en la boquilla del cabezal de impresión. Por lo tanto, la temperatura de eyección no es, preferiblemente, demasiado alta a fin de limitar la evaporación en la boquilla. Esta se produce especialmente durante periodos sin eyección prolongados y afecta negativamente al rendimiento de chorro debido, por ejemplo, a una variación de la viscosidad de la tinta en la boquilla o incluso a la obstrucción de la boquilla. Por otra parte, la temperatura de eyección tampoco puede ser demasiado baja, puesto que también pueden producirse variaciones de la viscosidad por cambios en la temperatura ambiente (p. ej., en verano frente al invierno) de la sala en la que se maneje la impresora por inyección de tinta. La temperatura de eyección es preferiblemente de al menos 25 °C, ya que el coste energético de acondicionar la sala de la impresora sigue siendo limitado en general, por lo que la productividad no se ve muy afectada.

En una realización preferida del procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises, la tinta de inyección pigmentada acuosa se eyecciona a una temperatura de eyección de entre 28 °C y 42 °C, más preferiblemente de entre 30 °C y 38 °C, ya que, entonces, a menudo no es necesario ningún acondicionamiento de aire en la sala en la que maneje la impresora de inyección de tinta y también se limita la evaporación en la boquilla.

También puede lidiarse con la latencia debido a la evaporación incluyendo uno o más disolventes orgánicos que tengan un punto de ebullición más alto que el agua. Sin embargo, la productividad también puede verse reducida si se utilizan grandes cantidades de tales disolventes orgánicos, puesto que se tarda más tiempo en secar las muestras impresas por inyección de tinta. Por lo tanto, en una realización preferida del procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises, el contenido de agua de la tinta de inyección pigmentada acuosa es de al menos un 50% en peso con respecto al peso total de la tinta de inyección pigmentada acuosa, más preferiblemente el contenido de agua se encuentra entre el 52% en peso y el 70% en peso con respecto al peso total de la tinta de inyección pigmentada acuosa. Entonces, el medio líquido de la tinta de inyección pigmentada acuosa que tiene un contenido de agua de no más de un 70% en peso todavía puede complementarse fácilmente con uno o más disolventes orgánicos que tengan un punto de ebullición más elevado y que también tengan una viscosidad superior que el agua para obtener una viscosidad de al menos 3,8 mPa.s a la temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s<sup>-1</sup>.

#### Pigmentos de color

Por motivos de solidez a la luz, los colorantes en las tintas de inyección pigmentadas acuosas incluyen preferiblemente pigmentos de color en vez de solo tintes. Pueden emplearse pigmentos orgánicos y/o inorgánicos, pero, preferiblemente, se utilizan pigmentos de color orgánicos ya que permiten maximizar el gamut de colores. Puede utilizarse un único pigmento o una mezcla de pigmentos en las tintas de inyección acuosas. Pigmentos de color adecuados pueden escogerse entre los descritos por **HERBST, Willy, et al.**, Industrial Organic Pigments, Production, Properties, Applications, 3a edición, Wiley - VCH, 2004, ISBN 3527305769.

La selección de pigmentos de color depende a menudo de la aplicación. Por ejemplo, si las imágenes que van a reproducirse son reproducciones de madera, preferiblemente se utiliza un conjunto de tintas de inyección CRYK en vez de un conjunto de tintas de inyección CMYK.

Otra causa de latencia es la dispersión subóptima del pigmento de color. Los pigmentos de color suelen dispersarse mediante dispersantes poliméricos que tienen partes de anclaje hidrófobas que se adhieren a la superficie hidrófoba de las partículas de pigmento de color y partes hidrófilas disueltas en el medio de dispersión acuoso para lograr la estabilización estérica del pigmento de color. Los siguientes pigmentos resultaron adecuados para obtener una buena dispersión y, por tanto, una buena productividad del procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises:

- para una tinta de inyección acuosa cian: un pigmento de β-ftalocianina de cobre, preferiblemente C.I. Pigment Blue 15:3,

- para una tinta de inyección acuosa roja: un pigmento seleccionado del grupo que consta de C.I. Pigment Red 57/1, C.I. Pigment Red 122, C.I. Pigment Red 170, C.I. Pigment Red 175, C.I. Pigment Red 176, C.I. Pigment Red 187, C.I. Pigment Red 188, C.I. Pigment Red 207, C.I. Pigment Red 242, C.I. Pigment Red 254, C.I. Pigment Red 272 y cristales mixtos de los mismos,

- para una tinta de inyección acuosa amarilla: un pigmento seleccionado del grupo que consta de C.I. Pigment Yellow 74, C.I. Pigment Yellow 83, C.I. Pigment Yellow 97, C.I. Pigment Yellow 110, C.I. Pigment Yellow 120, C.I. Pigment Yellow 138, C.I. Pigment Yellow 150, C.I. Pigment Yellow 151, C.I. Pigment Yellow 154, C.I. Pigment Yellow 155, C.I. Pigment Yellow 175, C.I. Pigment Yellow 180, C.I. Pigment Yellow 181, C.I. Pigment Yellow 194, C.I. Pigment Yellow

213, C.I. Pigment Yellow 214 y cristales mixtos de los mismos, y  
- para una tinta de inyección acuosa negra: un pigmento de negro de carbón.

5 Las partículas de pigmento en la tinta de inyección pigmentada deben ser lo suficientemente pequeñas como para permitir que la tinta fluya libremente a través del dispositivo de impresión por inyección de tinta, especialmente a través de las boquillas de eyección. Preferiblemente, el tamaño (diámetro) de partícula medio TPM es inferior a 200 nm, más preferiblemente inferior a 160 nm para obtener un buen rendimiento del chorro. También es deseable filtrar las tintas de inyección acuosas a fin de eliminar partículas demasiado grandes utilizando un filtro con un tamaño de poro de 1 µm, preferiblemente 0,5 µm.

10 Para imprimir colores de madera, se observó que se necesita considerablemente menos tinta cian que tinta roja o tinta amarilla. Para mejorar la granularidad de una imagen de madera impresa, resulta ventajoso que tinta cian contenga menos pigmento que la tinta de inyección roja o amarilla. Por lo tanto, a fin de obtener una buena calidad de imagen, el conjunto de tintas de inyección pigmentadas acuosas CRYK satisface preferiblemente la relación: % en peso (cian) < % en peso (rojo) ≤ % en peso (amarillo), en la que el peso en peso (cian) es el porcentaje en peso del pigmento cian en la tinta de inyección acuosa cian, el % en peso (rojo) es el porcentaje en peso del pigmento rojo en la tinta de inyección acuosa roja y el % en peso (amarillo) es el porcentaje en peso del pigmento amarillo en la tinta de inyección acuosa amarilla, estando todos los porcentajes en peso (% en peso) basados en el peso total de la tinta de inyección pigmentada acuosa.

20 En una realización particularmente preferida, el conjunto de tintas de inyección acuosas CRYK fue diseñado para tener una óptima concentración de pigmento en cada tinta de inyección a fin de lograr una buena calidad de imagen para una amplia gama de patrones de color de madera, al mismo tiempo que se mantenía la productividad. Por lo tanto, la tinta de inyección acuosa cian contiene preferiblemente entre el 1,5% en peso y el 2,5% en peso de un pigmento de β-ftalocianina de cobre, en el que el porcentaje en peso (% en peso) está basado en el peso total de la tinta de inyección cian. La tinta de inyección acuosa roja contiene preferiblemente entre el 2,0% en peso y el 4,0% en peso de pigmento rojo, en el que el porcentaje en peso (% en peso) está basado en el peso total de la tinta de inyección roja. La tinta de inyección acuosa amarilla contiene preferiblemente entre el 3,0% en peso y el 5,0% en peso de pigmento amarillo, en el que el porcentaje en peso (% en peso) está basado en el peso total de la tinta de inyección amarilla.

30 En la impresión por inyección de tinta se puede utilizar una tinta de inyección acuosa negra para la eliminación del color subyacente (UCR según sus siglas en inglés, "*Under Colour Removal*"). El proceso UCR es un proceso en el que, durante el proceso de separación de los colores, se eliminan el amarillo, el magenta y el cian que se solapan y se sustituyen solamente por tinta negra. Se vio que era ventajoso tener una concentración de pigmento en la tinta de inyección negra algo comparable a la de la tinta de inyección acuosa de color rojo y, preferiblemente, entre la concentración de pigmento de las tintas roja y amarilla. La tinta de inyección acuosa negra contiene preferiblemente entre el 2,2% en peso y el 5,0% en peso, más preferiblemente entre el 2,4% en peso y el 4,0% en peso de un pigmento de negro de carbón, en el que el porcentaje en peso (% en peso) está basado en el peso total de la tinta de inyección negra. Si la concentración de pigmento de negro de carbón es menor que un 2,2 o que un 2,4% en peso, entonces se necesita demasiada tinta negra para obtener algunos patrones de madera más oscura, lo cual reduce la productividad (cuanta más tinta, más secado). Si la concentración de pigmento de negro de carbón es mayor que un 4,0 o incluso que un 5,0% en peso, entonces se obtiene una calidad de imagen reducida debido a una mayor granularidad, especialmente en el caso de motivos de madera pálida.

45 Preferiblemente, el conjunto de tintas de inyección acuosas utilizado en el procedimiento de impresión por inyección de tinta según la presente invención consta de las tintas de inyección acuosas pigmentadas de color cian, rojo, amarillo y negro descritas anteriormente. Un conjunto de tintas acuosas de inyección de tinta así permite tener una gama de colores más que suficiente con un coste de equipación y mantenimiento aceptable, especialmente en el caso de impresoras de inyección de tinta de una sola pasada que tengan una anchura de impresión de más de 1,5 m o incluso de más de 2 m. En la impresión de una sola pasada, la totalidad de la anchura de impresión debe ser cubierta por cabezales de impresión para cada color, por lo que un menor número de tintas de distintos colores reduce el coste sustancialmente.

55 Si se requiere una mayor calidad respecto a la granularidad, se pueden añadir una o más tintas de inyección acuosas claras al conjunto de tintas de inyección acuosas pigmentadas. Una tinta de inyección clara tiene preferiblemente el mismo pigmento que una correspondiente tinta de inyección acuosa del mismo color, pero a una concentración mucho menor. Preferiblemente, el conjunto de tintas de inyección acuosas contiene una o más tintas de inyección acuosas claras que contienen un pigmento en una cantidad de entre el 0,1% en peso y el 1,2% en peso de un pigmento, en el que el porcentaje en peso (% en peso) está basado en el peso total de la tinta de inyección acuosa clara.

60 Sin embargo, añadir tintas de inyección de tinta claras para cada color cian, rojo, amarillo y negro representa un coste económico considerable, especialmente en el caso de la impresión de inyección de tinta de una sola pasada, y también aumenta la complejidad de la impresora de inyección de tinta. Se vio que el mejor compromiso entre una granulosis mejorada y el coste económico se conseguía añadiendo al conjunto de tintas de inyección de tinta CRYK solo una tinta de inyección acuosa claro de color negro que tenía una cantidad muy pequeña de pigmento negro. Preferiblemente, esta tinta de inyección acuosa de color negro claro contiene entre el 0,1% en pesos y el 0,6% en peso,

más preferiblemente entre el 0,2% en peso y el 0,3% en peso de pigmento de negro de carbón, en el que el porcentaje en peso (% en peso) está basado en el peso total de la tinta de inyección acuosa de color negro claro.

5 Preferiblemente, la tensión superficial estática de la tinta de inyección acuosa se encuentra en el rango de 18 mN/m a 40 mN/m a 25 °C, más preferiblemente en el rango de aproximadamente 19 mN/m a aproximadamente 35 mN/m a 25 °C. En estos rangos, la difusión de la tinta es óptima para obtener una buena calidad de imagen sobre, por ejemplo, papel decorativo utilizado para fabricar paneles decorativos.

10 Dispersantes poliméricos

Preferiblemente, las tintas de inyección acuosas pigmentadas contienen un dispersante polimérico para dispersar el pigmento. Una o más tintas de inyección acuosas pueden también contener un sinergista de dispersión para mejorar aún más la calidad y la estabilidad de dispersión de la tinta.

15 Los dispersantes poliméricos adecuados son copolímeros de dos monómeros, pero pueden contener tres, cuatro, cinco o incluso más monómeros. Las propiedades de los dispersantes poliméricos dependen tanto de la naturaleza de los monómeros como de su distribución en el polímero. Preferiblemente, los dispersantes copoliméricos presentan las siguientes composiciones de polímero:

- 20 • monómeros polimerizados estadísticamente (por ejemplo, monómeros A y B polimerizados en ABBAABAB),
- monómeros polimerizados según un ordenamiento alternado (por ejemplo, monómeros A y B polimerizados en ABABABAB),
- monómeros polimerizados (ahusados) en gradiente (por ejemplo, monómeros A y B polimerizados en AAABAABBABBB),
- 25 • copolímeros de bloque (por ejemplo, monómeros A y B polimerizados en AAAAABBBBBB) en los que la longitud de bloque de cada uno de los bloques (2, 3, 4, 5 o incluso más) es importante para la capacidad de dispersión del dispersante polimérico,
- copolímeros de injerto (copolímeros de injerto consistentes en una estructura básica polimérica con cadenas laterales poliméricas unidas a la cadena principal), y
- 30 • formas mixtas de estos polímeros, como por ejemplo copolímeros de bloque en gradiente.

35 Dispersantes adecuados son los dispersantes DISPERBYK™, disponibles en BYK CHEMIE, los dispersantes JONCRYL™, disponibles en JOHNSON POLYMERS, y los dispersantes SOLSPERSE™, disponibles en ZENECA. En el documento MC CUTCHEON, *Functional Materials, North American Edition*, Glen Rock, N.J.: Manufacturing Confectioner Publishing Co., 1990, págs. 110-129, se describe una lista detallada de dispersantes no poliméricos y algunos dispersantes poliméricos.

40 El dispersante polimérico tiene, preferiblemente, un peso molecular promedio en número Mn de entre 500 y 30.000, más preferiblemente de entre 1.500 y 10.000, a fin de obtener un buen rendimiento del chorro.

El dispersante polimérico tiene, preferiblemente, un peso molecular promedio en peso Mw inferior a 100.000, más preferiblemente inferior a 50.000 y lo más preferiblemente inferior a 30.000, a fin de obtener un buen rendimiento del chorro.

45 En una realización particularmente preferida, el dispersante polimérico utilizado en las tintas de inyección acuosas de color cian, rojo y negro es un copolímero que comprende entre el 3% en moles y el 11% en moles de un (met)acrilato de larga cadena alifática en el que la larga cadena alifática contiene al meno 10 átomos de carbono.

50 El (met)acrilato de larga cadena alifática contiene preferiblemente 10 a 18 átomos de carbono. El (met)acrilato de larga cadena alifática es preferiblemente el (met)acrilato de decilo. El dispersante polimérico puede prepararse mediante una simple polimerización controlada de una mezcla de monómeros y/u oligómeros que incluye entre el 3% en moles y el 11% en moles de un (met)acrilato de larga cadena alifática en el que la larga cadena alifática contiene al meno 10 átomos de carbono.

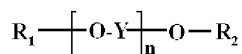
55 Un dispersante polimérico comercialmente disponible que es un copolímero que comprende entre el 3% en moles y el 11% en moles de un (met)acrilato de larga cadena alifática es Edaplan™ 482, un dispersante polimérico de MUNZING.

Disolventes orgánicos

60 Entre los disolventes orgánicos adecuados se incluyen triacetina, N-metil-2-pirrolidona, 2-pirrolidona, glicerol, urea, tiourea, etilen urea, alquil urea, alquil tiourea, dialquil urea y dialquil tiourea, dioles, incluidos etanodiolos, propanodiolos, propanotrioles, butanodiolos, pentanodiolos y hexanodiolos. El glicerol y el 1,2-hexanodiol son los disolventes orgánicos preferidos, puesto que estos últimos dos disolventes orgánicos demostraron ser los más eficaces a la hora de mejorar la latencia.

65

Para ajustar la viscosidad de la tinta de inyección acuosa, preferiblemente se utiliza un éter dialquílico de polialquilenglicol representado por la Fórmula (A) en el medio de dispersión acuoso:



Fórmula (A)

5 en la que cada uno de  $R_1$  y  $R_2$  se selecciona independientemente de entre un grupo alquilo que comprende 1 a 4 átomos de carbono, Y representa un grupo etileno o un grupo propileno y n es un número entero seleccionado de entre 5 a 20. Los grupos alquilo  $R_1$  y  $R_2$  de los éteres dialquílicos de polialquilenglicol según la Fórmula (A) representan preferiblemente metilo y/o etilo. Lo más preferiblemente, ambos grupos alquilo  $R_1$  y  $R_2$  representan un grupo metilo.

10 En una realización preferida, los éteres dialquílicos de polialquilenglicol según la Fórmula (A) son éteres dialquílicos de polietilenglicol, preferiblemente éteres dimetilílicos de polietilenglicol, ya que pueden mezclarse fácilmente con agua para obtener una dispersión de pigmento acuosa.

15 En lugar de compuestos puros también puede utilizarse una mezcla de éteres dialquílicos de polialquilenglicol. Entre las mezclas adecuadas de éteres dialquílicos de polialquilenglicol se incluyen mezclas de éteres dimetilílicos de polietilenglicol que tienen un peso molecular medio de al menos 200, tales como Polyglicol DME 200™, Polyglicol DME 250™ y Polyglicol DME 500™ de CLARIANT. Los éteres dialquílicos de polialquilenglicol utilizados en la tinta de inyección acuosa tienen preferiblemente un peso molecular medio entre 200 y 800.

20 Entre otros disolventes orgánicos preferidos que tienen una buena solubilidad en agua se incluyen el etilenglicol, el propilenglicol, el dietilenglicol, el trietilenglicol, el dipropilenglicol, el 1,3-propanodiol, el 1,2-butanodiol, el 2,3-butanodiol, el 1,3-butanodiol, el 1,2,3-trihidroxiopropano(glicerol), el 1,4-butanodiol, el 2,2-dimetil-1,3-propanodiol, el 2-metil-1,3-propanodiol, el 1,2-pentanodiol, el 2,4-pentanodiol, el 2-metil-2,4-pentanodiol, el 1,5-pentanodiol, el 1,6-hexanodiol, el 2-etil-1,3-hexanodiol, el 1,2-hexanodiol y el 2,5-hexanodiol, el éter monometílico de dipropilenglicol, el éter n-propílico de dipropilenglicol, el éter metílico de tripropilenglicol, el éter n-propílico de tripropilenglicol, el éter fenílico de dipropilenglicol, el éter n-butílico de propilenglicol, el éter t-butílico de propilenglicol, el éter metílico de dietilenglicol, el éter n-propílico de etilenglicol, el éter metílico de trietilenglicol, el éter etílico de trietilenglicol, el éter n-hexílico de dietilenglicol y el éter fenílico de etilenglicol, la 2-pirrolidona, la N-metilpirrolidona, la N-etilpirrolidona, el 2,5,7,10-tetraoxaundecano (TOU), el 1,3-dioxolano, el 1-(2-butoxi-1-metiletoxi)-2-propanol (Solvenol DPnB) o el 1 (o 2)-(2-butoximetiletoxi)propanol (Dowanol DPnB), el butildiglicol, la N,N-dimetillactamida, la 3-metoxi-N,N-dimetilpropionamida, el 3-metoxi-3-metil-1-butanol (MMB) y la alfa-metil-gamma-butirolactona (MBL).

#### 35 Tensioactivos

Preferiblemente, las tintas de inyección acuosas contienen al menos un tensioactivo. El/los tensioactivo(s) puede(n) ser aniónico(s), catiónico(s), no iónico(s) o zwitteriónico(s) y suele(n) añadirse en una cantidad total inferior al 1% en peso con respecto al peso total de la tinta de inyección y, particularmente, en una cantidad total inferior al 0,3% en peso con respecto al peso total de la tinta de inyección. Dicha cantidad total se expresa como sólidos secos.

40 Entre los tensioactivos adecuados para las tintas de inyección acuosas se incluyen sales de ácidos grasos, ésteres de sales de un alcohol superior, sales de sulfonato de alquilbenceno, sales de ésteres de sulfosuccinato y sales de ésteres de fosfato de un alcohol superior (por ejemplo, dodecibenceno sulfonato sódico y dioctilsulfosuccinato sódico), aductos de óxido de etileno de un alcohol superior, aductos de óxido de etileno de un alquilfenol, aductos de óxido de etileno de un éster de ácido graso de alcohol polihídrico, aductos de acetilenglicol y de óxido de etileno de los mismos (por ejemplo, nonilfenil éter de polioxietileno y SURFYNOL™ 104, 104H, 440, 465 y TG, disponible en AIR PRODUCTS & CHEMICALS INC.).

50 Los tensioactivos preferidos se seleccionan de entre tensioactivos de flúor, tales como hidrocarburos fluorados.

Entre los ejemplos adecuados de tensioactivos fluorados aniónico se incluyen Capstone™ FS-63, Capstone™ FS-61 (fabricado por DU PONT), Ftergent™ 100, Ftergent™ 110 y Ftergent™ 150 (fabricados por Neos Co. Ltd.) y Chemguard™ S-760P (fabricado por Chemguard, Inc.).

55 Un tensioactivo fluorado comercial particularmente preferido es Capstone™ FS3100 de DU PONT.

En una realización preferida de la tinta de inyección acuosa, el tensioactivo es un tensioactivo fluorado, más preferiblemente un tensioactivo fluorado alcoxilado y lo más preferiblemente un tensioactivo fluorado alcoxilado que contiene un grupo ácido sulfónico o una sal del mismo.

60

## Biocidas

Entre los biocidas adecuados para las tintas de inyección acuosas utilizadas en la presente invención se incluyen el deshidroacetato de sodio, el 2-fenoxietanol, el benzoato de sodio, el piridinio-1-óxido de sodio, el p-hidroxibenzoato de etilo y la 1,2-benzisotiazolin-3-ona y sales de los mismos.

- 5 Los biocidas preferidos son Proxel™ GXL, Proxel™ K y Proxel™ Ultra 5, disponibles en ARCH UK BIOCIDES, y Bronidox™, disponible en COGNIS.

Un biocida particularmente preferido es un biocida a base de 1,2-benzisotiazolin-3-ona.

- 10 Se añade, preferiblemente, una cantidad de biocida de entre el 0,001 y el 3% en peso, más preferiblemente de entre el 0,01 y el 1,0% en peso con respecto, en ambos casos, al peso total de la tinta de inyección acuosa.

## Reguladores de pH

- 15 Desde el punto de vista de la estabilidad de dispersión, la tinta de inyección pigmentada tiene preferiblemente un pH de 7,5 o superior a 25 °C.

- 20 La tinta de inyección acuosa puede contener al menos un regulador de pH. Entre los reguladores de pH adecuados se incluyen NaOH, KOH, NEt<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y (poli)alcanolaminas, tales como la trietanolamina y el 2-amino-2-metil-1-propanol.

Los reguladores de pH preferidos son la trietanolamina, NaOH y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

- 25 Preferiblemente, el valor de pH se ajusta a un valor de entre 7,5 y 10,0, más preferiblemente de entre 8,0 y 9,0. Se ha observado que este último rango de pH se traduce en una mejor estabilidad de la tinta y una óptima compatibilidad con los cabezales de impresión por inyección de tinta de tipo piezoeléctrico.

## Otros aditivos

- 30 Además de los componentes descritos anteriormente, la tinta puede incluir otros aditivos según sea necesario.

- 35 Entre los ejemplos de los otros componentes se incluyen aditivos conocidos tales como un inhibidor de decoloración, un estabilizador de emulsión, un mejorador de penetración, un absorbedor de radiación ultravioleta, un agente antiséptico, un agente antifúngico, un regulador de viscosidad, un inhibidor de corrosión y un agente quelante.

Entre los absorbedores de radiación ultravioleta preferidos se incluyen compuestos de benzofenona, compuestos de benzotriazol, compuestos de éster de ácido salicílico y hidroxifeniltriazina.

## Procedimientos de fabricación de tintas de inyección

- 40 Las tintas de inyección acuosas pigmentadas pueden prepararse precipitando o moliendo el pigmento de color en un medio de dispersión en presencia del dispersante polimérico o simplemente mezclando un pigmento de color autodispersante en la tinta.

- 45 Los aparatos de mezcla pueden incluir un amasador de presión, un amasador abierto, una mezcladora planetaria, un *dissolver* (dispersor, aparato de dispersión a alta velocidad) y una mezcladora Dalton Universal. Son aparatos de molienda y dispersión adecuados un molino de bolas, un molino de perlas, un molino coloidal, un dispersador de alta velocidad, dobles rodillos, un molino de bolas pequeñas, un acondicionador de pintura y rodillos triples. Las dispersiones también pueden prepararse utilizando energía ultrasónica.

- 50 Si la tinta de inyección contiene más de un pigmento, la tinta de color puede prepararse utilizando dispersiones diferentes para cada pigmento o, como alternativa, pueden mezclarse y comolarse diversos pigmentos al preparar la dispersión.

- 55 El proceso de dispersión puede realizarse en un modo discontinuo, continuo o semicontinuo.

- 60 Las cantidades y proporciones preferidas de los ingredientes de la molienda del molino pueden variar en función de los pigmentos específicos. Los contenidos de la mezcla de molienda comprenden la molienda de molino y los medios de molienda. La molienda de molino comprende el pigmento, el dispersante y un vehículo líquido, preferiblemente agua. En el caso de tintas de inyección acuosas, el pigmento suele estar presente en la molienda de molino en una proporción de entre el 10 y el 30% en peso, sin computar los medios de molienda. La proporción en peso de los pigmentos con respecto al dispersante es de entre 20:1 y 1:2.

- 65 El tiempo de molienda puede variar en gran medida y depende de la selección del pigmento, de los medios mecánicos y de las condiciones de residencia, del tamaño de partícula inicial y final deseado, etc. En la presente invención, pueden prepararse dispersiones de pigmento con un tamaño de partícula medio inferior a 150 nm.

Una vez finalizada la molienda, los medios de molienda se separan del producto particulado molido (en forma seca o de dispersión líquida) empleando técnicas de separación convencionales tales como la filtración o el tamizado a través de un tamiz de malla o similar. A menudo, el tamiz se sitúa dentro del molino, como por ejemplo en el caso de los molinos de bolas pequeñas. El concentrado de pigmento molido se separa de los medios de molienda preferiblemente por filtración.

En general, es deseable preparar las tintas de color en forma de una molienda de molino concentrada, la cual debe diluirse posteriormente en la concentración apropiada para su utilización en el sistema de impresión por inyección de tinta. Esta técnica permite preparar una mayor cantidad de tinta pigmentada utilizando el equipo. Si la molienda de molino se preparó en un disolvente, ésta se diluye con agua y, opcionalmente, con otros disolventes en la concentración apropiada. Si se preparó en agua, la molienda de molino se diluye con agua adicional o con disolventes miscibles en agua para alcanzar en ella la concentración deseada. Mediante la dilución, la tinta de inyección se ajusta a la viscosidad, el color, el matiz, la densidad de saturación y la cobertura del área impresa deseados de la aplicación particular. La viscosidad también puede ajustarse utilizando polietilenglicoles de bajo peso molecular que tienen, por ejemplo, un peso molecular promedio en número de entre 200 y 800. Un ejemplo es PEG 200 de CLARIANT.

### **Aplicabilidad industrial**

Los procedimientos de impresión por inyección de tinta descritos anteriormente pueden utilizarse en muchas aplicaciones, pero pueden explotarse de manera ventajosa en procedimientos de fabricación de paneles decorativos y cartón ondulado impreso.

#### Procedimientos de fabricación de paneles decorativos

Un procedimiento de fabricación de paneles decorativos preferido comprende las etapas de:

- a) imprimir papel decorativo mediante el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises como descrito anteriormente,
- b) impregnar el papel decorativo impreso con una resina termocurable,
- c) prensar en caliente el papel decorativo impreso impregnado con resina termocurable en un laminado decorativo, y
- d) cortar el laminado decorativo en paneles decorativos seleccionados del grupo que consta de paneles para suelos, paneles para cocinas, paneles para mobiliario y paneles para paredes.

Preferiblemente, el papel decorativo impreso impregnado con resina termocurable se prensa en caliente entre una capa central y una capa protectora y se corta para obtener un panel decorativo seleccionado del grupo que consta de paneles para suelos, paneles para cocinas, paneles para mobiliario y paneles para paredes. Preferiblemente se utiliza una resina a base de melanina como resina termocurable.

Preferiblemente, el papel decorativo incluye múltiples capas receptoras de tinta, de las cuales una capa receptora de tinta más exterior no contiene ningún pigmento inorgánico o una cantidad de pigmento inorgánico que es inferior a la de las una o más capas receptoras de tinta situadas entre el sustrato de papel y la capa receptora de tinta más exterior. La ventaja es que se mejora la fiabilidad de impresión. Para lograr un secado rápido, las capas receptoras de tinta contienen grandes cantidades de pigmentos inorgánicos, tales como sílice pirógena, lo cual puede crear problemas de polvo debido al transporte del sustrato de papel en la impresora de inyección de tinta, especialmente en una pasada de impresión por inyección de tinta de una sola pasada, en la que se emplean velocidades muy elevadas para transportar el sustrato de papel debajo de los cabezales de impresión. Este problema de polvo se reduce con una capa receptora de tinta más exterior que no contenga nada, o solo contenga una pequeña cantidad, de pigmentos inorgánicos.

Preferiblemente, las una o más capas receptoras de tinta incluyen un pigmento inorgánico seleccionado del grupo que consta de hidratos de alúmina, óxidos de aluminio, hidróxidos de aluminio, silicatos de aluminio y sílices. Las una o más capas receptoras de tinta incluyen un aglutinante polimérico que se selecciona preferiblemente del grupo que consta de alcohol polivinílico, un copolímero de alcohol vinílico o un alcohol polivinílico modificado. Preferiblemente, las una o más capas receptoras de tinta contienen un agente de trituración seleccionado del grupo que consta de un aglutinante polimérico catiónico, un pigmento inorgánico catiónico y sales multivalentes.

En una realización, el sustrato de papel es un sustrato de papel de color, más preferiblemente un sustrato de papel teñido en la masa. Gracias al uso de un sustrato de papel de color se reduce la cantidad de tinta de inyección necesaria para formar la imagen de color.

Se observó que se obtiene una mejor calidad de imagen cuando la impresión por inyección de tinta se realiza de una manera tal que las nervaduras de madera en la imagen en color se extienden en una dirección que corresponde sustancialmente a la dirección de impresión por inyección de tinta. Para un proceso de impresión por inyección de tinta de una sola pasada, la dirección de impresión por inyección de tinta es la dirección de transporte del sustrato de papel. En un proceso de impresión por inyección de tinta de múltiples pasadas, la dirección de impresión por inyección de tinta es la dirección de barrido de los cabezales de impresión.

En una realización preferida, el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises se utiliza para fabricar paneles decorativos que incluyen una lengüeta y una ranura con las que puede obtenerse una unión mecánica sin pegamento entre paneles decorativos.

5 Preferiblemente, el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises es parte de un proceso de laminación por presión directa (DPL, según sus siglas en inglés) en el que la capa decorativa es incorporada a una pila a prensar junto con una capa central y una capa protectora y, preferiblemente, también una capa compensadora. Por supuesto, no se excluye que el procedimiento de la invención pueda formar parte de un proceso de laminación compacto (CPL, según sus siglas en inglés) o de laminación a alta presión (HPL, según sus siglas en inglés) en el que la capa decorativa se prensa en caliente al menos junto con una pluralidad de capas centrales de papel impregnadas de resina, por ejemplo, de papel denominado de estraza (papel Kraft), para formar un sustrato debajo de la capa decorativa, y en el que la capa laminada prensada y curada obtenida, o tablero laminado, se pegue, en el caso de un proceso HPL, a otro sustrato, tal como un tablero de partículas o un tablero de aglomerado de media o de alta densidad.

15 En una realización preferida, una capa protectora que contiene un papel impregnado con resina termocurable se aplica sobre la imagen de color impresa por inyección de tinta. La resina termocurable puede ser una resina termocurable de color para reducir la cantidad de tinta de inyección que hay que imprimir.

#### 20 Procedimiento de fabricación de cartón ondulado impreso

Un procedimiento de fabricación de cartón ondulado impreso preferido comprende las etapas de:

- 25 a) proporcionar un cartón de revestimiento de papel con una capa receptora de tinta, y  
b) imprimir por inyección de tinta una imagen sobre la capa receptora de tinta mediante el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises como descrito anteriormente.

30 En una realización preferida del procedimiento de fabricación, la impresión por inyección de tinta se lleva a cabo según un proceso de impresión de una sola pasada. Las máquinas de inyección de tinta de una sola pasada trabajan a velocidades muy altas; algunas a hasta 150 m/min. Por ejemplo, la obstrucción de una o más boquillas por tinta de inyección se traduce en artefactos de línea en la imagen impresa, un desperdicio de materiales e interrupciones del proceso de impresión. Esto representa no solo una pérdida económica, sino también una pérdida de productividad. Al usar el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises descrito anteriormente, puede evitarse esta pérdida de productividad y proporcionarse una calidad de imagen mejorada.

35 Aunque la impresión por inyección de tinta puede llevarse a cabo directamente sobre un cartón ondulado que tenga una o más capas receptoras de tinta, el procedimiento de fabricación comprende, preferiblemente, una etapa c) de laminar el cartón de revestimiento de papel impreso por inyección de tinta sobre una cartulina ondulada de un cartón ondulado. Esto último resulta ventajoso para la calidad de imagen.

40 Preferiblemente, el procedimiento de fabricación incluye también una etapa en la que se aplica una capa de barniz protectora sobre la imagen impresa por inyección de tinta. Por lo general, esta capa de barniz protectora también aumenta el brillo de la imagen impresa por inyección de tinta, lo cual resulta beneficioso para la calidad de imagen.

45 En una realización particularmente preferida del procedimiento de fabricación, se aplican una capa receptora de tinta y/o una capa de barniz protectora por impresión flexográfica, lo cual resulta beneficioso para la productividad. La capa receptora de tinte y la capa de barniz protectora también pueden aplicarse por recubrimiento, por ejemplo, utilizando un aplicador de barra o un aplicador con cuchilla de recubrimiento. Sin embargo, los procedimientos de recubrimiento generan por lo general más desperdicios, ya que lleva algo de tiempo alcanzar un estado de recubrimiento estable de buena calidad. La impresión flexográfica tiene la ventaja de que los cilindros de impresión pueden incorporarse fácilmente en el sistema de impresión por inyección de tinta y operan a la misma velocidad de impresión.

50 El cartón ondulado preferido en la presente invención es un cartón ondulado simple cara o un cartón ondulado doble cara, más preferiblemente un cartón ondulado simple cara ya que esto tiene una resistencia suficiente y es fácil de plegar. El cartón ondulado de una cara no tiene en general suficiente resistencia como para sostener los artículos comerciales, mientras que el cartón de triple pared suele ser más difícil de plegar para formar una caja de embalaje.

55 El cartón utilizado en el cartón ondulado, como papel Kraft, tiene normalmente un color pardusco. En una realización preferida del procedimiento de fabricación descrito anteriormente, el cartón de revestimiento de papel tiene un color blanco. Al tener un fondo blanco, se obtiene una calidad de imagen mejorada. Los colores impresos por inyección de tinta sobre el cartón de revestimiento de papel blanco tienen una viveza mucho mayor que cuando se imprimen sobre cartón de revestimiento de papel Kraft de color pardusco. El fondo de color blanco también contribuye a la experiencia del cliente, ya que el cliente lo considera un producto más lujoso. Alternativamente, el fondo blanco puede aplicarse como una capa por recubrimiento o impresión antes de la impresión por inyección de tinta. Sin embargo, se prefiere un cartón de revestimiento de papel blanco, ya que aumenta la fiabilidad del proceso de impresión al eliminar posibles problemas que puedan surgir durante el recubrimiento o la impresión de la capa blanca. Un cartón de revestimiento de papel adecuado que tiene un fondo blanco incluye el cartón kraftliner de parte superior blanca y el

cartón kraftliner recubierto de blanco.

## EJEMPLOS

### 5 Materiales

Salvo que se especifique lo contrario, todos los materiales utilizados en los siguientes ejemplos pueden obtenerse fácilmente a través de fuentes convencionales tales como Aldrich Chemical Co. (Bélgica) y Acros (Bélgica). El agua utilizada fue agua desmineralizada.

- 10 **PR254** es la abreviatura para C.I. Pigment Red 254, para el cual se usó Irgazin™ DPP Red BTR de BASF.  
**PB15:3** es una abreviatura empleada para Sunfast™ Blue 15:3, un pigmento C.I. Pigment Blue 15:3 de SUN CHEMICAL.  
**Edaplan** es una abreviatura empleada para Edaplan™ 482, un dispersante polimérico de MUNZING.  
 15 **PEG 200** es un polietilenglicol que tiene un peso molecular medio de 200 de CLARIANT.  
**Proxel** es una abreviatura empleada para una solución acuosa al 5% de 1,2-benzisotiazolin-3-ona, disponible bajo el nombre Proxel™ K de YDS CHEMICALS NV.  
**TEA** es trietanolamina.  
**Surfynol™ 104H** es una solución al 74% de (2,4,7,9-tetrametil-5-decino-4,7-diol) en etilenglicol.

### 20 Métodos de medición

#### 1. Viscosidad

- 25 La viscosidad de una tinta de inyección se midió usando un viscosímetro Brookfield DV-II+ a una determinada temperatura y a una velocidad de cizallamiento de 1.000 s<sup>-1</sup>.

#### 2. Superficie de boquilla específica exterior

- 30 Las dimensiones de una abertura de boquilla sobre la placa de boquillas de un cabezal de impresión se determinaron utilizando un estereomicroscopio SMZ1500 de NIKON con índice de aumento (zoom) de 11,25x. Se tomó un promedio de las dimensiones determinadas para diez boquillas. Las dimensiones de boquilla determinadas son aquellas necesarias para calcular la superficie de boquilla específica exterior. Por ejemplo, el diámetro de boquilla se determinó para una boquilla circular, mientras que para una boquilla rectangular se midieron tanto la longitud como la anchura.

#### 35 3. Rendimiento del chorro

- 40 El rendimiento del chorro se analizó mediante un JetXpert™ Dropwatcher de IMAGEPERT dotado de un cabezal de impresión en escala de grises de flujo pasante Samba™ G3L HF que tiene un periodo de resonancia acústica PRA de 4,36 μs.

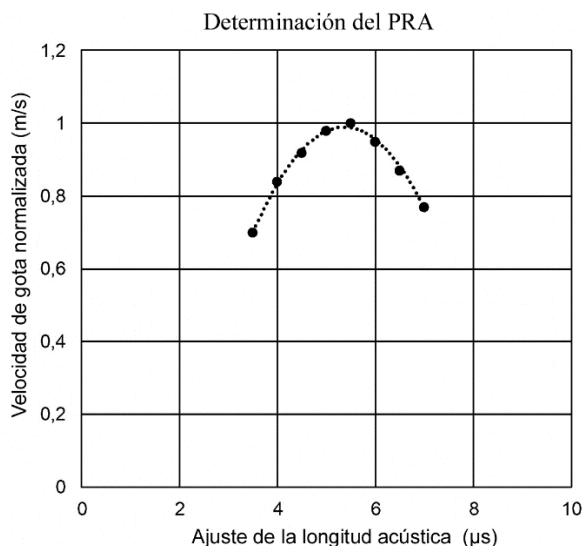
- 45 El "volumen de gota", expresado en pL (picolitro), y la "velocidad de gota", expresada en m/s, se miden utilizando el *Default Drops Analysis Method* del JetXpert™ Dropwatcher. Las mediciones se llevan a cabo sobre gotitas de tinta a una distancia de entre 0,9 y 1,1 mm de la placa de boquillas. Para obtener una buena calidad de imagen, las diferencias en la velocidad de gota entre las gotitas más pequeñas y las gotitas más grandes deberían ser inferiores a 1,0 m/s.

- La "distancia de satélite" se determina sacando múltiples fotografías de la eyección de gotitas de tinta y transfiriéndolas a un ordenador personal en el que se disponga de software para medir las distancias en las imágenes fotográficas. En aras de la claridad, las mediciones también se realizan en gotitas de tinta a una distancia de entre 0,9 y 1,1 mm de la placa de boquillas. Se determina para todas las gotas visibles del mismo ciclo de eyección la distancia máxima del centro de la gota principal al centro de cualquier satélite de esa gota. La distancia máxima media se calcula para todos los satélites de todas las gotas visibles del mismo ciclo de eyección. Esta distancia máxima, llamada "distancia de satélite", se expresa en μm. Un valor de 0 μm significa que no se observó ningún satélite. Cuanto mayor sea el valor de la distancia de satélite, mayor será también la distancia sobre el sustrato entre el aterrizaje de la gotita de tinta y el del satélite, lo que hace que se deteriore la calidad de imagen. Para una calidad de imagen aceptable, la distancia de satélite debe ser menor que 150 μm. Si la distancia de satélite es menor que 70 μm o si, más preferiblemente, no se observa ningún satélite (distancia de satélite de 0 μm), se consigue una excelente calidad de imagen.

- 50 La acumulación (*pooling*) es la formación de una delgada capa de tinta sobre la placa de boquillas, lo cual puede reducir la velocidad de gota. Cuando la capa de tinta se vuelve más gruesa, la velocidad de gota se vuelve demasiado baja y las boquillas pueden dejar caer gotas. La susceptibilidad a la acumulación puede predecirse realizando un barrido de frecuencias de 1 KHz a 41 KHz y midiendo la velocidad de gota a cada incremento de frecuencia de 1 KHz. Para minimizar el efecto de la acumulación, la diferencia máxima de la velocidad de gota en el rango de 1 KHz a 41 KHz debe ser menor que 1,5 m/s.

#### 65 4. Periodo de resonancia acústica (PRA)

5 Los cabezales piezoeléctricos de inyección de tinta funcionan con pulsos de presión acústica que se ponen en resonancia. El período de resonancia acústica se determina utilizando una única forma de onda de pulso y aumentando gradualmente el tiempo de espera entre dos movimientos piezoeléctricos posteriores y opuestos. La velocidad se mide para cada ajuste. La velocidad de gota normalizada se calcula para cada velocidad de gota dividiéndola por la velocidad de gota máxima medida. Se genera una gráfica como la mostrada a continuación trazando la curva más lisa a través de los puntos de datos de la velocidad de gota normalizada. El PRA se determina a partir del punto máximo de la curva.



10 5. Tamaño (diámetro) de partícula medio (TPM)

15 Se diluyó una muestra de dispersión con agua desmineralizada hasta una concentración de pigmento del 0,002% en peso. El tamaño de partícula medio de las partículas de pigmento se determinó con un Nicomp™ 380 Particle Sizing System basado en el principio de dispersión de luz dinámica utilizando un láser que tiene una longitud de onda de emisión de 633 nm y se midió en un ángulo de dispersión de 90°.

**EJEMPLO 1**

20 Este ejemplo ilustra la influencia de tintas de inyección pigmentadas acuosas y de los pulsos en una forma de onda en el rendimiento del chorro.

Preparación de la dispersión de pigmento concentrada CPR

25 La dispersión de pigmento concentrada acuosa se preparó mezclando una composición según la Tabla 1 durante 30 minutos con una mezcladora Disperlux™.

**Tabla 1**

% en peso del componente	CPR
<b>PR254</b>	25,00
<b>Edaplan</b>	12,50
<b>Proxel</b>	0,02
<b>1,2-hexanodiol</b>	1,00
<b>Agua</b>	61,48

30 A continuación se molió la dispersión de pigmento concentrada acuosa utilizando un equipo Dynomill™ KDL relleno con perlas de zirconia estabilizado con itrio de 0,4 mm de tipo YTZ™ (disponible en TOSOH Corp.). El molino se llenó hasta la mitad de su volumen con las perlas de trituración y luego se molió la dispersión durante 3 horas a una velocidad de flujo de 200 ml/min. y a una velocidad de rotación de 15 m/s. Tras la molienda se separó la dispersión de las perlas.

35 La dispersión de pigmento concentrada acuosa resultante CPR sirvió como base para la preparación de las tintas de inyección Tinta-A y Tinta-B. El tamaño de partícula medio TPM era de 139 µm.

Preparación de la dispersión de pigmento concentrada CPC

5 La dispersión de pigmento concentrada acuosa se preparó mezclando una composición según la Tabla 2 durante 30 minutos con una mezcladora Disperlux™.

**Tabla 2**

% en peso del componente	CPC
<b>PB15:3</b>	15,00
<b>Edaplan</b>	7,50
<b>Proxel</b>	0,02
<b>1,2-hexanodiol</b>	1,00
<b>Agua</b>	76,48

10 A continuación se molió la dispersión de pigmento concentrada acuosa utilizando un equipo Dynomill™ KDL relleno con perlas de zirconia estabilizado con itrio de 0,4 mm de tipo Y TZ™ (disponible en TOSOH Corp.). El molino se llenó hasta la mitad de su volumen con las perlas de trituración y luego se molió la dispersión durante 3 horas a una velocidad de flujo de 200 ml/min. y a una velocidad de rotación de 15 m/s. Tras la molienda se separó la dispersión de las perlas.  
15 La dispersión de pigmento concentrada acuosa resultante CPC sirvió como base para la preparación de la tinta de inyección Tinta-C. El tamaño de partícula medio TPM era de 149 µm.

Preparación de las tintas de inyección

20 Las tintas de inyección Tinta-A a Tinta-C se prepararon utilizando las dispersiones de pigmento concentradas CPR y CPC para obtener una composición de tinta según la Tabla 3 que tuviera una cantidad de agua y una viscosidad diferentes.

**Tabla 3**

% en peso del componente:	Tinta-A	Tinta-B	Tinta-C
<b>PR254</b>	2,70	2,70	---
<b>PB15:3</b>	---	---	2,20
<b>Edaplan</b>	1,58	1,58	1,10
<b>1,2-hexanodiol</b>	3,00	3,00	3,00
<b>Glicerol</b>	20,00	20,00	10,00
<b>PEG200</b>	13,50	20,00	---
<b>PG</b>	---	---	32,50
<b>Proxel K</b>	0,25	0,25	---
<b>Surfynol™ 104H</b>	---	---	0,27
<b>TEA</b>	0,30	0,30	0,30
<b>Agua</b>	58,67	52,17	50,63
<b>Viscosidad a 32 °C</b>	3,5 mPa.s	4,5 mPa.s	4,5 mPa.s
<b>Viscosidad a 25 °C</b>	4,0 mPa.s	6,0 mPa.s	6,0 mPa.s

25 Evaluación y resultados

30 Las mediciones en cuanto al rendimiento del chorro se llevaron a cabo en un JetXpert de IMAGEPERT utilizando un cabezal de impresión Samba™ G3L HF de FUJIFILM para formas de onda distintas según la Tabla 3. EL PRA es de 4,4 µs. La superficie de boquilla específica exterior NS del cabezal de impresión se determinó con un microscopio y era de 240 µm².

A continuación se evaluó el rendimiento del chorro para formas de onda de tensión distintas como definidas haciendo referencia a la Figura 3 en la que se ilustra 4 periodos de resonancia acústica que comprenden pulsos con amplitudes A1 a A4. A continuación, las amplitudes se expresan como un porcentaje de la amplitud A3, estando esta última indicada como 100. Para cada pulso, la pendiente del tiempo de subida es de 49,0 V/μs y la pendiente del tiempo de caída es de -49,0 V/μs. Cada pulso empezó al comienzo de un período de resonancia acústica, y la duración del tiempo de subida y del tiempo de permanencia fue de 2,2 μs en todos los casos.

Se diseñaron varias formas de onda para ilustrar la invención.

En una forma de onda COMP-1 se emplearon tres pulsos con amplitudes A1 a A3 según la Tabla 4. La activación selectiva de distintos pulsos de la forma de onda COMP-1 permitió generar cuatro niveles de escala de grises, mientras que un ciclo de eyección permitió lograr una frecuencia de eyección de más de 60 KHz. Sin embargo, se vio que no era posible obtener una eyección estable con una tinta de inyección eyectada a 32 °C con una viscosidad de 3,5 mPa·s. En particular, en el nivel 3 se observaron muchos satélites. Se supuso que la presión dentro la cámara de tinta aún no se había amortiguado hasta llegar a cero cuando se inició el siguiente ciclo de eyección.

**Tabla 4**

<b>Forma de onda COMP-1</b>			
<b>Nivel de escala de grises</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>
Nivel 0			
Nivel 1			100
Nivel 2	68		100
Nivel 3	68	50	100

La forma de onda COMP-2 era esencialmente la misma que la forma de onda COMP-1, excepto que se añadió un pulso sin eyección con la amplitud A4 para funcionar como pulso de cancelación. Este pulso de cancelación es una medida bien conocida para mejorar el rendimiento del chorro cuando se observan muchos satélites. Una vez más, se pudieron generar cuatro niveles de escala de grises, y se vio que era posible obtener una eyección estable. Sin embargo, al añadir el pulso de cancelación, ya no fue posible alcanzar una frecuencia de eyección mayor que 60 KHz.

**Tabla 5**

<b>Forma de onda COMP-2</b>				
<b>Nivel de escala de grises</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
Nivel 0				20
Nivel 1			100	20
Nivel 2	68		100	20
Nivel 3	68	50	100	20

La forma de onda COMP-3 es una optimización para el rendimiento del chorro en comparación con la forma de onda COMP-2. No fue posible alcanzar una frecuencia de eyección mayor que 60 KHz.

**Tabla 6**

<b>Forma de onda COMP-3</b>				
<b>Nivel de escala de grises</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>
Nivel 0				20
Nivel 1			100	20
Nivel 2	59		100	20
Nivel 3	59	39	100	20

La forma de onda INV-1 es una forma de onda de acuerdo con la invención, en la que se emplean tres pulsos con

amplitudes A1 a A3. La activación selectiva de distintos pulsos de la forma de onda INV-1 según la Tabla 7 generó tres niveles de escala de grises. Utilizando un ciclo de eyección de tres PRA, fue posible la impresión por inyección de tinta estable a una frecuencia de eyección de 60 KHz y mayor.

5

**Tabla 7**

Forma de onda INV-1			
Nivel de escala de grises	A1	A2	A3
Nivel 0			
Nivel 1		28	100
Nivel 2	80		100

La forma de onda INV-2 es esencialmente la misma que la forma de onda INV-1, excepto que se utilizó una amplitud más pequeña A2 para el pulso de excitación que también se incluyó para el nivel de escala de grises 0. Una vez más, fue posible alcanzar una frecuencia de eyección mayor que 60 KHz.

10

**Tabla 8**

Forma de onda INV-2			
Nivel de escala de grises	A1	A2	A3
Nivel 0		20	
Nivel 1		20	100
Nivel 2	80		100

El rendimiento del chorro se determinó para las formas de onda COMP-2, COMP-3, INV-1 y INV-2 en combinación con las tintas de inyección pigmentadas acuosas Tinta-A, Tinta-B y Tinta-C. En la Tabla 9 se muestran los resultados de los ejemplos comparativos C-1 a C-9 y los ejemplos de la invención I-1 al I-9. No se realizaron todas las mediciones para algunos de los ejemplos, tales como C-5 a C-7, ya que los niveles de gris indicados ya demostraron tener un mal rendimiento de chorro. En la Tabla 9 se han utilizado las siguientes abreviaturas: "V" es la velocidad de gota de la gota principal a un cierto nivel de gris, "DS" es la distancia de satélite y "ΔV" es la diferencia de velocidades de gota entre la gotita de tinta más grande (Nivel 2 o 3) y la gotita de tinta más pequeña (Nivel 1), excluyendo los satélites. La "relación entre volúmenes de gota" es la relación entre el volumen de gota de la gota de tinta más grande (nivel 2 o 3) y el volumen de gota de la gota de tinta más pequeña (nivel 1).

20

25

**Tabla 9**

Ej.	Forma de onda	Nivel	Tinta	Temp. de eyección	Visco. de eyección mPa.s	Volumen de gota pL	Prop. volumen de gota	V m/s	SD μm	ΔV m/s	Acumulación m/s
C-1	COMP-2	0	A	32 °C	3,5	---	2,2	---	---	2,5	1,6
		1				2,1		4,2	0		
		2				3,4		5,0	200		
		3				4,6		6,7	219		
C-2	COMP-3	0	A	25 °C	4,0	---	1,9	---	---	0,8	1,5
		1				2,3		5,9	0		
		2				3,2		6,4	159		
		3				4,4		6,7	260		
C-3	INV-1	0	A	32 °C	3,5	---	2,3	---	---	0,6	1,9
		1				2,2		6,0	0		
		2				5,0		6,6	51		
C-4	INV-2	0	A	32 °C	3,5	---	2,3	---	---	1,3	2,3

ES 2 935 519 T3

		1				2,1		5,5	0		
		2				4,8		6,8	50		
I-1	INV-1	0	A	25 °C	4,0	---	1,7	---	---	0,1	1,1
		1				2,7		6,7	0		
		2				4,7		6,8	0		
I-2	INV-2	0	A	25 °C	4,0	---	1,9	---	---	0,6	1,0
		1				2,5		6,0	0		
		2				4,8		6,6	0		
C-5	COMP-2	0	B	32 °C	4,5	---	1,9	---	---	1,7	1,7
		1				2,3		5,1	0		
		3				4,4		6,8	323		
C-6	COMP-2	0	B	25 °C	6,0	---	1,8	---	---	0,5	0,2
		1				2,7		6,2	0		
		3				4,8		6,7	318		
I-3	INV-1	0	B	32 °C	4,5	---	1,9	---	---	0,1	0,7
		1				2,7		6,7	0		
		2				5,0		6,8	0		
I-4	INV-2	0	B	32 °C	4,5	---	1,8	---	---	0,5	0,9
		1				2,6		6,2	0		
		2				4,7		6,7	0		
I-5	INV-2	0	B	25 °C	6,0	---	1,8	---	---	0,3	0,2
		1				2,6		6,4	0		
		2				4,8		6,7	0		
C-7	COMP-2	3	C	32 °C	4,5	4,7	---	6,6	235	---	0,9
C-8	COMP-3	0	C	32 °C	4,5	---	2,0	---	---	1,1	1,0
		1				2,3		5,6	0		
		2				3,2		6,5	237		
		3				4,7		6,7	295		
I-6	INV-1	0	C	32 °C	4,5	---	1,9	---	---	0,2	1,0
		1				2,5		6,5	0		
		2				4,7		6,7	0		
I-7	INV-2	0	C	32 °C	4,5	---	1,9	---	---	0,8	0,0
		1				2,4		6,0	0		
		2				4,6		6,8	0		
C-9	COMP-3	0	C	25 °C	6,0	---	1,9	---	---	0,3	0,2
		1				2,7		6,3	0		
		2				3,6		6,9	202		
		3				5,2		6,6	294		
I-8	INV-1	0	C	25 °C	6,0	---	1,8	---	---	-0,4	0,2
		1				2,8		7,0	0		
		2				4,9		6,6	0		
I-9	INV-2	0	C	25 °C	6,0	---	1,8	---	---	0,4	0,1
		1				2,6		6,1	0		

		2			4,7		6,5	0		
--	--	---	--	--	-----	--	-----	---	--	--

Resulta inmediatamente evidente que solo se observó un buen rendimiento de chorro en el caso de los ejemplos inventivos I-1 a I-9, que no presentaron satélites para un volumen de gota grande en el Nivel 2 y a una velocidad de gota superior a 6 m/s, por lo que se logró la relación entre volúmenes de gota deseada, en la que el volumen de la gotita grande es aproximadamente 1,6 a 2,4 veces mayor que el volumen de la gotita pequeña. Esto último permite imprimir con una excelente calidad de imagen de manera productiva, lo que no sucede en el caso de los ejemplos comparativos C-1 a C-9.

**EJEMPLO 2**

Este ejemplo ilustra cómo adaptaciones de las amplitudes AP1 a AP3 de un Nivel 2 en una forma de onda de tensión influyen en el rendimiento del chorro.

Evaluación y resultados

La tinta de inyección pigmentada Tinta-A del EJEMPLO 1 se utilizó para evaluar el rendimiento de chorro a una temperatura de eyección de 25 °C, a la que la tinta de inyección pigmentada Tinta-A tiene una viscosidad de 4,0 mPa·s. Los ejemplos I-10 al-13 son ejemplos de acuerdo con la invención. En los ejemplos comparativos C-10 a C-14, las amplitudes A1, A2 y A3 se adaptaron a valores que no estaban de acuerdo con la invención, tal y como se muestra en la Tabla 10.

Se determinaron la velocidad de gotita (V), la distancia de satélite (DS) y la acumulación (n.m. = no medido).

**Tabla 10**

Ejemplo	Forma de onda			V (m/s)	SD (µm)	Acumulación (m/s)
	A1	A2	A3			
I-10	59	0	100	6,6	115	1,2
I-11	80	0	100	6,8	0	1,1
I-12	100	0	100	6,8	77	0,8
I-13	127	0	100	6,6	134	1,3
C-10	145	0	100	6,6	173	1,1
C-11	167	0	100	6,8	249	1,1
C-12	59	20	100	6,6	302	1,6
C-13	145	29	100	6,7	323	0,7
C-14	100	69	0	6,8	347	1,4

A partir de la Tabla 10 puede verse que una modificación de la forma de onda de tensión para los valores de las amplitudes A1 a A3 fuera de los rangos de la invención (véanse C-10 a C-14) se traduce en satélites inaceptables. Al comparar los ejemplos inventivos I-10 a I-13, queda claro que la distancia de satélite se minimiza (véase I-11) cuando se satisface la relación  $0,65 \times A3 < A1 < 0,90 \times A3$ , lo que da lugar a una calidad de imagen aún más mejorada.

**Lista de números de referencia**

**Tabla 11**

1	Pulso
2	Tiempo de subida
3	Tiempo de permanencia
4	Tiempo de caída
5	Amplitud
6	Tiempo final
10	Módulo

## ES 2 935 519 T3

11	Actuador
12	Cuerpo de módulo
13	Placa de boquillas
14	Abertura de boquilla exterior
15	Cámara de tinta
16	Trayecto de suministro de tinta
17	Capa piezoeléctrica
18	Electrodo de tierra
19	Electrodo de accionamiento
20	Característica de impedancia

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises que incluye las etapas de:
- 5 a) suministrar una tinta de inyección pigmentada a un cabezal de impresión en escala de grises que tenga boquillas (14) con una superficie de boquilla específica exterior de menos de  $500 \mu\text{m}^2$  y que tenga un periodo de resonancia acústica PRA de no más de  $5,5 \mu\text{s}$ , y
- 10 b) aplicar una forma de onda de tensión para eyectar una tinta de inyección pigmentada desde una boquilla de la cabezal de impresión en escala de grises dentro de un ciclo de eyección, en el que la tinta de inyección pigmentada tiene una viscosidad de al menos  $3,8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  a la temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de  $1.000 \text{ s}^{-1}$ , en el que la forma de onda de tensión para eyectar la gotita de tinta más grande incluye, en orden cronológico, un primer pulso de eyección que tiene una amplitud A1 y un segundo pulso de eyección que tiene una amplitud A3, satisfaciendo la amplitud A1 la relación:
- 15 
$$0,50 \times A3 < A1 < 1,40 \times A3, \text{ y}$$
- en el que un periodo de tiempo entre el tiempo final del primer pulso de eyección y el tiempo final del segundo pulso de eyección define un periodo de tiempo de inactividad que no incluye ningún otro pulso de eyección, teniendo el periodo de tiempo una duración entre 1,5 a 2,5 veces el periodo de resonancia acústica PRA, y
- 20 en el que cualquier pulso sin eyección que tenga una amplitud A2 y esté presente durante el periodo de tiempo de inactividad satisface la relación:  $A2 \leq 0,15 \times A3$ .
2. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según la reivindicación 1, en el que no hay presente ningún pulso sin eyección durante el periodo de tiempo de inactividad.
- 25 3. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según la reivindicación 1 o 2, en el que el cabezal de impresión en escala de grises es un cabezal de impresión en escala de grises piezoeléctrico de flujo pasante.
- 30 4. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el periodo de tiempo que define el periodo de tiempo de inactividad tiene una duración de entre 1,75 y 2,25 veces el periodo de resonancia acústica PRA.
- 35 5. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el ciclo de eyección se encuentra entre 2,5 y 3,5 veces el periodo de resonancia acústica PRA y/o el periodo de resonancia acústica PRA tiene una duración de entre  $3,0 \mu\text{s}$  y  $5,2 \mu\text{s}$ .
- 40 6. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la relación para los pulsos de eyección que tienen una amplitud A1 y A3 es  $0,65 \times A3 < A1 < 0,90 \times A3$ .
- 45 7. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 que comprende además la aplicación de una forma de onda de tensión que no provoque ninguna eyección de tinta de inyección pigmentada desde una boquilla del cabezal de impresión en escala de grises dentro de un ciclo de eyección, en la que la forma de onda de tensión incluye un pulso sin eyección que tiene una amplitud A2 que satisface la relación:  $0,10 \times A3 < A2 < 0,30 \times A3$ , y/o que comprende además la aplicación de una forma de onda de tensión para eyectar la tinta de inyección pigmentada desde una boquilla del cabezal de impresión en escala de grises dentro de un ciclo de eyección, en la que la forma de onda de tensión incluye, en orden cronológico, un pulso sin eyección que tiene una amplitud A2 que satisface la relación:  $0,10 \times A3 < A2 < 0,30 \times A3$  y un pulso de eyección que tiene una amplitud A3.
- 50 8. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la tinta de inyección pigmentada es una tinta de inyección pigmentada acuosa eyectada a una temperatura de eyección de al menos  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , preferiblemente eyectada a una temperatura de eyección de entre  $28 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $42 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 55 9. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según la reivindicación 8, en el que el contenido de agua de la tinta de inyección pigmentada acuosa es de al menos un 50% en peso con respecto al peso total de la tinta de inyección pigmentada acuosa.
- 60 10. Procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según la reivindicación 8 o 9, en el que la tinta de inyección pigmentada acuosa eyectada es una tinta de inyección acuosa de color rojo y/o amarillo seleccionada de un conjunto de tintas de inyección acuosas que comprende:
- 65 - una tinta de inyección acuosa cian que contiene un pigmento de  $\beta$ -ftalocianina de cobre,  
 - una tinta de inyección acuosa rojo que contiene un pigmento seleccionado del grupo que consta de C.I. Pigment Red 57/1, C.I. Pigment Red 122, C.I. Pigment Red 170, C.I. Pigment Red 175, C.I. Pigment Red 176, C.I. Pigment

Red 187, C.I. Pigment Red 188, C.I. Pigment Red 207, C.I. Pigment Red 242, C.I. Pigment Red 254, C.I. Pigment Red 272 y cristales mixtos de los mismos,

- una tinta de inyección acuosa amarilla que contiene un pigmento seleccionado del grupo que consta de C.I. Pigment Yellow 74, C.I. Pigment Yellow 83, C.I. Pigment Yellow 97, C.I. Pigment Yellow 110, C.I. Pigment Yellow 120, C.I. Pigment Yellow 138, C.I. Pigment Yellow 150, C.I. Pigment Yellow 151, C.I. Pigment Yellow 154, C.I. Pigment Yellow 155, C.I. Pigment Yellow 175, C.I. Pigment Yellow 180, C.I. Pigment Yellow 181, C.I. Pigment Yellow 194, C.I. Pigment Yellow 213, C.I. Pigment Yellow 214 y cristales mixtos de los mismos, y  
 - una tinta de inyección acuosa negra que contiene un pigmento de negro de carbón.

- 5
- 10 11. Procedimiento de fabricación de paneles decorativos que comprende las etapas de:
- a) imprimir un papel decorativo mediante el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10,
- b) impregnar el papel decorativo impreso con una resina termocurable,
- 15 c) prensar en caliente el papel decorativo impreso impregnado con resina termocurable en un laminado decorativo, y
- d) cortar el laminado decorativo en paneles decorativos seleccionados del grupo que consta de paneles para suelos, paneles para cocinas, paneles para mobiliario y paneles para paredes.

- 20 12. Procedimiento de fabricación de cartón ondulado impreso que comprende las etapas de:
- a) proporcionar un cartón de revestimiento de papel con una capa receptora de tinta, y
- b) imprimir por inyección de tinta una imagen sobre la capa receptora de tinta mediante el procedimiento de impresión por inyección de tinta en escala de grises según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10.

- 25 13. Sistema de impresión por inyección de tinta que comprende:
- a) un cabezal de impresión en escala de grises piezoeléctrico de flujo pasante que incluye módulos (10) que tienen una boquilla (14) que tiene una superficie de boquilla exterior específica de menos de  $500 \mu\text{m}^2$ , una cámara de tinta (15) que está conectada a la boquilla (14) y un actuador (11) que está conectado a la cámara de tinta para variar un volumen de la cámara de tinta, en el que la cámara de tinta tiene un periodo de resonancia acústica (PRA) de no más de  $5,5 \mu\text{s}$  y en el que en la cámara de tinta se suministra una tinta de inyección pigmentada que tiene una viscosidad de al menos  $3,8 \text{ mPa}\cdot\text{s}$  a la temperatura de eyección y a una velocidad de cizallamiento de  $1.000 \text{ s}^{-1}$ , y
- 30 b) un dispositivo de generación de forma de onda de tensión que está configurado para generar una forma de onda de tensión para eyectar la gota de tinta más grande dentro de un ciclo de eyección que incluye, en orden cronológico, un primer pulso de eyección que tiene una amplitud  $A_1$  y un segundo pulso de eyección que tiene una amplitud  $A_3$ , satisfaciendo la amplitud  $A_1$  la relación:

$$0,50 \times A_3 < A_1 < 1,40 \times A_3, \text{ y}$$

40 en el que un periodo de tiempo entre el tiempo final del primer pulso de eyección y el tiempo final del segundo pulso de eyección define un periodo de tiempo de inactividad que no incluye ningún otro pulso de eyección, teniendo el periodo de tiempo una duración entre 1,5 a 2,5 veces el periodo de resonancia acústica PRA, y en el que cualquier pulso sin eyección que tiene una amplitud  $A_2$  y esté presente durante el periodo de tiempo de inactividad satisface la relación:  $A_2 \leq 0,15 \times A_3$ .

- 45 14. Sistema de impresión por inyección de tinta según la reivindicación 13, en el que el dispositivo de generación de forma de onda de tensión además está configurado para generar una forma de onda de tensión que provoque ninguna eyección de la tinta de inyección pigmentada desde una boquilla del cabezal de impresión en escala de grises dentro de un ciclo de eyección, en el que la forma de onda de tensión incluye un pulso sin eyección que tiene una amplitud  $A_3$  que satisface la relación:

$$0,10 \times A_3 < A_2 < 0,30 \times A_3, \text{ y/o}$$

50 en el que el dispositivo de generación de forma de onda de tensión además está configurado para generar una forma de onda de tensión para eyectar la tinta de inyección pigmentada desde una boquilla del cabezal de impresión en escala de grises dentro de un ciclo de eyección, en el que la forma de onda de tensión incluye, en orden cronológico, un pulso sin eyección que tiene una amplitud  $A_2$  que satisface la relación:  $0,10 \times A_3 < A_2 < 0,30 \times A_3$  y un pulso de eyección que tiene una amplitud  $A_3$ .

- 55 15. Sistema de impresión por inyección de tinta según la reivindicación 13 o 14, en el que el ciclo de eyección se encuentra entre 2,5 y 3,5 veces el periodo de resonancia acústica PRA y/o el periodo de resonancia acústica PRA tiene una duración entre  $3,0 \mu\text{s}$  y  $5,2 \mu\text{s}$ .

60

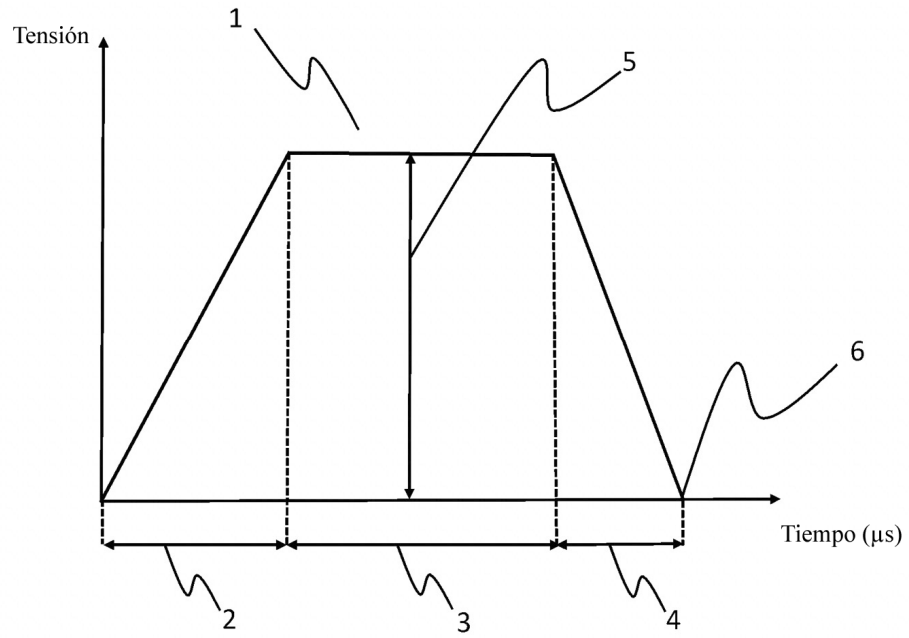


Fig. 1

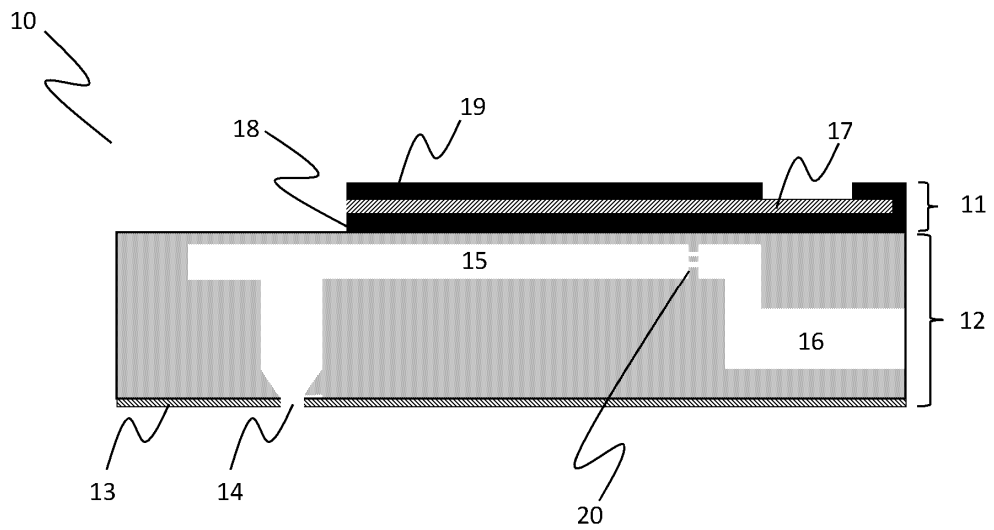


Fig. 2

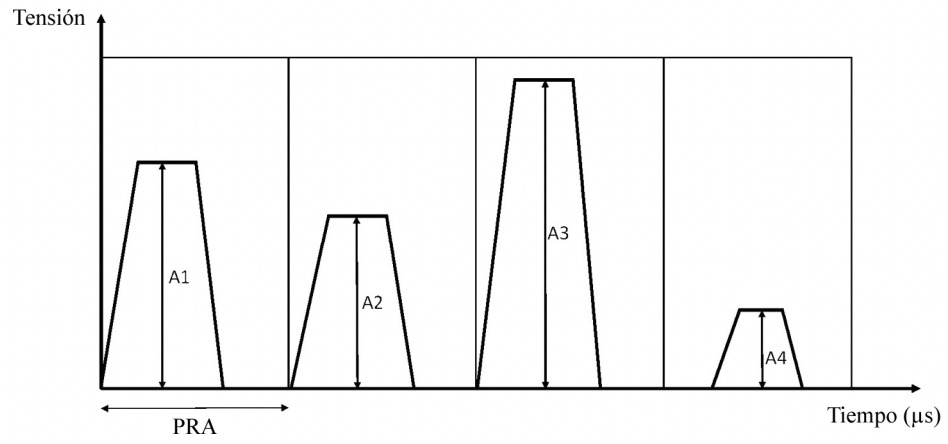


Fig. 3

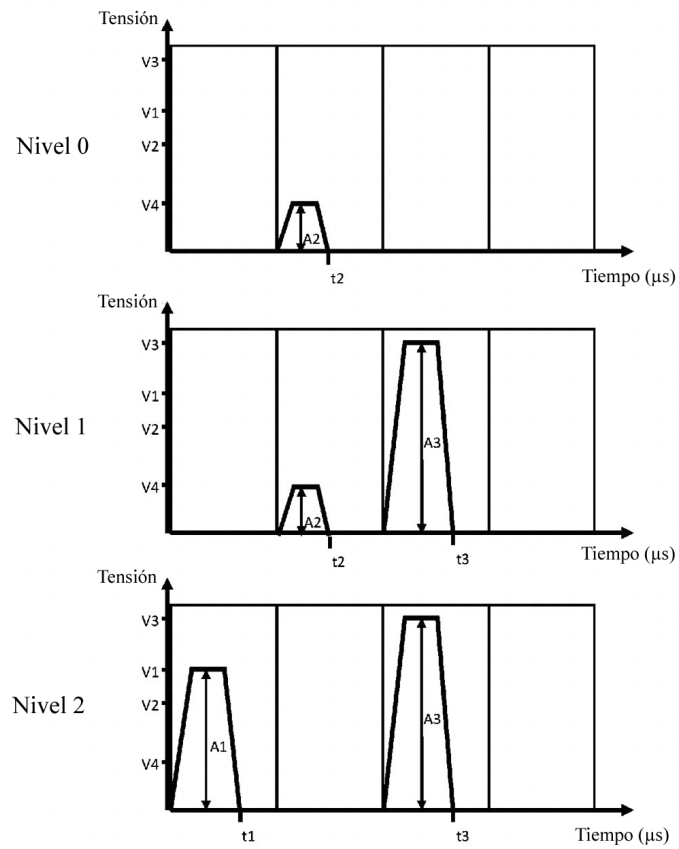


Fig. 4