

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 618 301**

21 Número de solicitud: 201531665

51 Int. Cl.:

**B41J 3/407** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

**17.11.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**21.06.2017**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**24.01.2018**

Fecha de la concesión:

**05.04.2018**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**12.04.2018**

56 Se remite a la solicitud internacional:

**PCT/ES2016/070794**

73 Titular/es:

**TECLASS SL (100.0%)  
POL. IND. LALIN 2000, PARCELA 8-A, 3ª FASE  
36500 LALIN (Pontevedra) ES**

72 Inventor/es:

**FERNANDEZ VAZQUEZ, Juan Javier y  
RAMOS QUIROGA, Manuel**

74 Agente/Representante:

**ÁLVAREZ FLORES, Alberto**

54 Título: **MÁQUINA Y PROCEDIMIENTO DE IMPRESIÓN DIGITAL SOBRE VIDRIO MONO-PASADA**

57 Resumen:

Máquina y procedimiento de impresión digital sobre vidrio (1) mono-pasada.

La máquina incorpora una estructura de soporte (2) de fijación de la lámina de vidrio (1), un puente de impresión (3) desplazable durante la impresión a lo largo del eje longitudinal "X" de la estructura soporte (2) soportando medios de impresión digital (33) con barras de impresión (100, 100', 100'') con una sucesión de cabezales de impresión (10, 10', 10''), y soportando un escáner (32) de captura de datos de posiciones de defectos (X'', Y'').

El procedimiento se ejecuta con desplazamiento del puente de impresión (3) sobre la lámina de vidrio fijada con impresión simultánea de los cabezales de impresión (10, 10', 10'') y detección de los datos de posición de los defectos (X'', Y'') de impresión, y ulterior desplazamiento del puente sobre el vidrio fijado con impresión selectiva de los cabezales de impresión sobre las posiciones de defectos (X'', Y'').

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP 11/1986.

ES 2 618 301 B1

DESCRIPCIÓN

**MÁQUINA Y PROCEDIMIENTO DE IMPRESIÓN DIGITAL SOBRE  
VIDRIO MONO-PASADA**

**OBJETO DE LA INVENCIÓN**

5

El objeto de la presente invención consiste en un procedimiento y una máquina de impresión digital de tinta sobre vidrio mono-pasada, que emplea cabezales de impresión digital, y que también puede actuar como  
10 multi-pasada para la subsanación de defectos de impresión detectados tras la impresión, o para realización de impresiones de mayor complejidad.

**ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

15

En el estado de la técnica de las máquinas de impresión digital sobre vidrio son frecuentes las máquinas multi-pasada que comprenden un carro de impresión que se desplaza a lo largo de un puente situado sobre el paso  
20 "X" de una lámina de vidrio que se sitúa y desplaza sobre una mesa (ver patente ES2.337.829T3), y siendo dicho puente (y por tanto el desplazamiento "Y" del carro de impresión) transversal o perpendicular al paso "X" del vidrio a imprimir como se describe en la patente  
25 ES2.396.532. También es conocida tecnología en la que el puente se desplaza en la dirección "X" (con desplazamiento transversal "Y" del carro de impresión) mientras el vidrio se mantiene en una posición fija. En estos casos, hay un carro de impresión que tiene que  
30 imprimir el vidrio en varias pasadas moviéndose dicho carro a lo ancho del puente que lo sustenta.

Estas máquinas son comúnmente denominadas de multi-pasada, o "*multi-pass*", ya que, en general, imprimen de la siguiente forma: el vidrio se coloca en posición de impresión y el puente se desplaza en la dirección "X" hasta el vidrio (o el vidrio se desplaza "X" sobre la mesa hasta estar la parte a imprimir bajo el puente), el carro de impresión comienza a desplazarse a lo ancho "Y" del puente a la vez que imprime sobre el vidrio (realizando una pasada sobre el vidrio), a continuación el vidrio, o el puente, se desplazan en la dirección "X" el ancho del cabezal de impresión y el carro vuelve a realizar una impresión en la dirección "Y" y así sucesivamente hasta terminar la impresión en el vidrio a imprimir. Existen variantes de impresión multi-pasada como el descrito en la patente EP2631077.

En definitiva, el procedimiento multi-pasada es un método de impresión mediante el cual el cabezal realiza varias pasadas en función de la resolución que se quiera alcanzar para realizar la impresión sobre el vidrio. Las máquinas que ejecutan este procedimiento multi-pasada suelen constar de un carro de impresión con varios cabezales de impresión, de unas dimensiones inferior al formato máximo a imprimir en la lámina de vidrio y, por tanto, la única forma de cubrir el formato máximo es realizando múltiples pasadas sobre la lámina de vidrio o sustrato a imprimir. Este número de pasadas, como ya se ha indicado, será mayor o menor en función de la resolución que se pretenda alcanzar.

Las máquinas de impresión digital multi-pasada presentan ventajas a nivel económico al utilizar carros de impresión pequeños con pocos cabezales de impresión.

También, al ejecutar múltiples pasadas, pueden ser capaces de ocultar un defecto de impresión producido por un cabezal, ya que el fallo de la primera pasada lo puede cubrir una segunda pasada (ver el documento  
5 patente US2014/0204426).

Por el contrario, estas máquinas, al tener que realizar varias pasadas de impresión del carro de impresión, el tiempo de impresión se prolonga proporcionalmente al  
10 número de pasadas a ejecutar.

Las máquinas actuales de impresión que ejecutan, por el contrario, procedimientos de impresión digital mono-pasada en los que el vidrio a imprimir se desplaza bajo  
15 unos cabezales de impresión suelen presentar una serie de inconvenientes:

- En caso de que el sustrato haya pasado ya por la máquina y se haya producido algún defecto en la  
20 impresión, ya no es imposible volverlo a pasar exactamente por un recorrido idéntico con la precisión requerida para poder subsanar el defecto con una impresión localizada sobre el defecto  
25 identificado. Por tanto, las máquinas mono-pasada actuales suelen dejar cualquier defecto de impresión muy en evidencia. Por ejemplo, en el sector industrial de la cerámica, donde el sustrato a  
30 imprimir es opaco, se suele mover el sustrato a imprimir, y se produce la impresión en caliente (sobre 40 grados) y para dimensiones limitadas (máximo 1,5 x 1,5 metros).

- Para imprimir en mono-pasada sobre vidrio es necesario una gran precisión en el posicionamiento y en los sistemas que mueven el sustrato, lo cual es altamente complejo.

5

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La máquina y procedimiento objeto de la presente invención supera las desventajas de las máquinas de impresión multi-pasada y mono-pasada descritas anteriormente.

La máquina mono-pasada objeto de la presente invención permite realizar varias pasadas para subsanar cualquier defecto detectado tras una mono-pasada o para imprimir cualquier diseño que por su complejidad no pueda ser realizado en mono-pasada. Actúa como una máquina de impresión mixta. Cuando actúa como mono-pasada (o "singlepass") se coloca la lámina de vidrio a imprimir en posición de impresión mediante un posicionado automático. Un puente de impresión hace una pasada (en la dirección "X") por encima de la lámina vidrio, que se sitúa estáticamente, imprimiendo todo el vidrio al completar la pasada. Para ello, el puente incorpora a lo largo de su ancho medios de impresión que cubran el ancho de vidrio, o lámina de vidrio, a imprimir.

La ventaja de esta nueva máquina y procedimiento mono-pasada es su alta productividad, ya que puede imprimir una lámina de vidrio varias veces más rápido que las máquinas clásicas de multi-pasada. Otra ventaja es que puede imprimir de forma más precisa y exacta que las actuales máquinas de impresión mono-pasada al estar el

vidrio posicionado y estático en una posición exactamente conocida.

5 Cuando se ha producido un defecto durante la impresión en mono-pasada en la máquina objeto de la presente invención, al estar el vidrio estático y sujeto en la posición de impresión, dichos defectos pueden ser detectados mediante medios de asistencia gráfica conectados a una unidad central de procesamiento y control de la máquina de impresión que puede ordenar al 10 puente realizar pasadas de alta precisión adicionales sobre el vidrio para subsanar los defectos detectados. Estos medios de asistencia gráfica pueden ser de tipo óptico instalados en la máquina de impresión (por ejemplo en el puente de impresión) que analicen la 15 imagen impresa y detecten defectos.

Por tanto, una vez realizada la mono-pasada de impresión, o incluso una mono-pasada de subsanación de 20 defectos, el medio de asistencia gráfica realiza una pasada (por ejemplo un escáner situado sobre el puente que dará una pasada de escaneo) sobre el vidrio impreso, y si no detecta defectos (el escáner puede realizar fotografías de alta precisión del vidrio impreso) respecto a la referencia o patrón a imprimir, activa los 25 medios de expulsión del vidrio de la máquina. Esta operación puede semi-automatizarse, de forma que la expulsión del vidrio impreso deba esperar a una confirmación del operario, en caso de que se decida 30 optar por una inspección manual. Es decir, puede ser un operario el que al detectar un defecto de forma visual active una nueva pasada de impresión antes de autorizar

la evacuación o expulsión del vidrio de la máquina, subsanando así el defecto.

Por tanto, la máquina de impresión objeto de la presente  
5 invención es una máquina de impresión mixta que puede trabajar en modo mono-pasada, o multi-pasada si hace falta subsanar algún defecto detectado o se necesita imprimir un diseño de cierta complejidad o precisión que requiera que la máquina trabaje en dos o más pasadas.  
10 Con esta máquina se consiguen una serie de ventajas:

- Reducción significativa de los tiempos de impresión de las máquinas multi-paso tradicionales, proporcionando una alternativa más productiva.

15

- Flexibilización de los sistemas productivos de gran volumen. En la actualidad los fabricantes de grandes volúmenes suelen utilizar pantallas de impresión que limitan la flexibilidad en producción debido a los  
20 altos costes del cambio de pantalla. Empleando la máquina objeto de la presente invención, cada lámina de vidrio puede imprimirse con un diseño diferente sin afectar al tiempo de ciclo, mediante la selección en el asistente gráfico asociado a la máquina. En  
25 dicho asistente gráfico se puede elegir el diseño a imprimir cada vez que entra una lámina de vidrio nueva en la máquina, incluso cargando en línea desde unos servidores de producción los diseños proporcionados por el propio cliente.

30

Por ejemplo, las industrias de fabricantes de vidrio automotriz en serie o de vidrio para línea blanca (puertas de hornos, encimeras de cocinas, etc) pueden

pasarse, con esta máquina, a la impresión digital ganando en flexibilidad.

Más específicamente, la máquina de impresión digital sobre vidrio mono-pasada objeto de la presente invención  
5 presenta: una estructura de soporte con medios de posicionamiento automático para el posicionamiento y fijación de una lámina de vidrio durante la impresión y con medios de expulsión de la lámina de vidrio y también  
10 con medios de transporte del vidrio cuando no se está produciendo la impresión, y además un puente de impresión desplazable en la dirección "X" situado sobre dichas estructuras de soporte, y medios de impresión digital del vidrio, o lámina de vidrio, soportados por  
15 dicho puente.

Los medios de impresión digital se componen de barras paralelas con cabezales de impresión, cada barra ocupando preferiblemente todo el ancho efectivo del  
20 puente (es decir, la parte del puente que queda sobre las zonas de la estructura soporte en las que se puede situar una lámina de vidrio), y cada barra de impresión teniendo todos sus cabezales conectados a una alimentación de tinta del mismo color. Por tanto, si se  
25 instala una sucesión de barras de impresión, éstas se instalan en paralelo. Los cabezales de impresión de los medios de impresión realizan una impresión controlada, por una unidad central de procesamiento y control de la máquina, de forma continua sobre el vidrio cuando dicho  
30 puente se desplaza ("X") sobre el vidrio estático fijado por los medios para la fijación del vidrio durante la impresión.

La máquina de impresión digital objeto de la presente invención incorpora medios de asistencia gráfica, conectados a la unidad central de procesamiento y control, de detección y captura automática de los datos de las posiciones de los defectos ( $X''$ ,  $Y''$ ) de impresión en la lámina de vidrio, y de envío de dichos datos a una unidad central de procesamiento y control de datos. Estos medios de asistencia gráfica pueden ser por ejemplo escáneres ópticos soportados por el puente. La máquina también puede incorporar medios de visión artificial de captura y envío automática de los datos del perímetro exterior ( $X$ ,  $f(X)$ ) de la lámina de vidrio, realizándose el envío de dichos datos a la unidad central de procesamiento y control de datos.

15

La unidad central de procesamiento y control de datos de la máquina se compone al menos un módulo con los datos de posición del patrón ( $X'$ ,  $Y'$ ) o figura a imprimir y sus colores ( $C'(X', Y')$ ), un módulo con los datos de posición de los defectos ( $X''$ ,  $Y''$ ) de impresión y sus colores correspondientes ( $C''(X'', Y'')$ ) (que se corresponden con los colores del patrón ( $C''(X'', Y'') = (C'(X', Y'))$ ) en la lámina de vidrio (1), y opcionalmente un módulo de recepción de los datos de dichos medios de visión artificial de captura automática de los datos del perímetro exterior de la lámina de vidrio, un software de procesamiento de los datos que llegan a la unidad central de procesamiento y control de datos y determinación de la información de posición de los cabezales de impresión sobre las coordenadas de impresión ( $X'$ ,  $Y'$ ), opcionalmente un módulo de reconocimiento del perímetro de la lámina de vidrio para evitar cualquier impresión fuera de los contornos de la

lámina de vidrio, y un módulo de envío de las señales de impresión a los cabezales de los medios de impresión en función de los datos  $((X',Y'), (X'',Y''))$  del patrón y colores  $(C', C'')$  a imprimir sobre la lámina de vidrio.

5

El procedimiento de impresión digital objeto de la presente invención, con la máquina objeto de la presente invención, presenta una etapa de alimentación, posicionamiento y fijación del vidrio en el plano de impresión, una etapa de desplazamiento completo y continuo del puente de impresión sobre el vidrio fijado, con impresión simultánea de los cabezales de impresión que imprimen un patrón pre-seleccionado para cada vidrio a imprimir, imprimiendo únicamente los cabezales de las barras de impresión que se sitúan sobre el vidrio (1) en función de los datos de color  $(C'(X',Y'))$  y posición  $(X',Y')$  de la figura a imprimir suministrados por la unidad central de procesamiento. La información que los cabezales han de imprimir puede venir también proporcionada por el propio archivo a imprimir que puede enviar el cliente que realiza la orden.

Además, el procedimiento puede ejecutarse con una etapa de detección de los datos de posiciones de defectos  $(X'',Y'')$  de impresión sobre la lámina de vidrio (por ejemplo, mediante el escaneo realizado por un escáner situado en el puente de impresión) al finalizar cada pasada de impresión realizada, seguida de al menos una etapa de desplazamiento completo y continuo del puente de impresión sobre el vidrio fijado, con impresión simultánea y selectiva de los cabezales de impresión que imprimen sobre los defectos  $(X'',Y'')$  detectados en el

vidrio y según los correspondientes datos de color (C"(X",Y"))).

La máquina objeto de la presente invención puede  
5 incorporar, junto a los cabezales de impresión, además,  
dispositivos de secado de la tinta imprimida sobre la  
superficie del vidrio con tecnología, por ejemplo, láser  
y/o lámpara de infrarrojos. Dichos dispositivos de  
secado están controlados por la unidad central de  
10 procesamiento y control, la cual se configura asociando  
la señal de impresión de cada cabezal a una señal de  
activación del medio de secado asociado a dicho cabezal.

La máquina objeto de la presente invención puede emplear  
15 una serie de componentes comunes en las máquinas como  
motores, electrónica, electricidad y neumática conocido  
en el estado de la técnica. Al utilizar cabezales de  
tinta comerciales que utilizan también tintas de  
impresión comerciales (por ejemplo, el cabezal de  
20 impresión puede ser del tipo de tecnología DROP-ON-  
DEMAND) abarata los costes de mantenimiento y operación  
de la máquina, proporcionando gran flexibilidad en el  
suministro de componentes claves y ahorro de costes.

25 Si se sitúan los cabezales de impresión y los láseres  
y/o lámparas de infrarrojos de secado conjuntamente, se  
consigue que el láser y/o lámpara de infrarrojos cubra y  
seque todo el ancho de impresión en cada pasada del  
puente sobre la superficie del vidrio. Así, los  
30 cabezales depositan la tinta e inmediatamente, y de  
forma simultánea, el haz láser y/o la lámpara de  
infrarrojos van secando la tinta depositada.

El procedimiento objeto de la invención, por tanto, también permite una etapa única de impresión digital (mono-pasada) con secado simultáneo de la impresión mediante el láser y/o lámpara de infrarrojos simultáneo  
5 fijado a cada cabezal de impresión, de subsanación de defectos mediante multi-pasadas del puente y de impresión de diseños muy complejos en multi-pasada, y opcionalmente también una etapa de templado final del vidrio con vitrificación de la tinta aplicada.

10

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Se incluyen las siguientes figuras con el fin de  
15 facilitar la comprensión de la invención:

- Figura 1: vista en perspectiva de la máquina de impresión objeto de la presente invención.
  
- 20 - Figura 2: vista de la planta inferior del puente con los medios de impresión y escáner.

### **REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION**

25

A continuación se detalla una realización preferente de la máquina objeto de la presente invención.

En la figura 1 se observa una máquina de impresión digital sobre vidrio mono-pasada con una estructura de soporte (2) con medios de posicionamiento automático para el posicionamiento y fijación (no representados) de  
30

una lámina de vidrio (1) y con medios de transporte, (4) mediante correas, de la lámina de vidrio cuando no se está produciendo la impresión. El puente de impresión (3) se desplaza sobre las guías (31) soportadas en los laterales de la estructura de soporte (2) en la dirección "X" (eje longitudinal de la máquina) y soporta unos medios de impresión digital (33) y un escáner (32) de detección de las posiciones de defectos (X",Y") en los ejes "X" e "Y" de la máquina.

10

Como se observa en la figura 2, el puente (3) soporta medios de impresión digital (33) de la lámina de vidrio (1) con seis barras de impresión (por ejemplo las referencias 100, 100' y 100" en la figura 2) paralelas en su parte inferior, las cuales ocupan todo el ancho efectivo (entre las guías laterales (31)) del puente (3). Cada barra presenta una sucesión de cabezales de impresión (por ejemplo las referencias 10, 10' y 10" en la figura 2) que incorporan tecnología DROP-ON-DEMAND.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Máquina de impresión digital sobre vidrio (1) mono-  
5 pasada **caracterizada por** comprender:

a. una estructura de soporte (2) comprendiendo  
medios configurados para el posicionamiento y  
fijación automática de una lámina de vidrio (1)  
10 durante la impresión, y medios configurados para  
el transporte (4) de dicha lámina de vidrio,

b. un puente de impresión (3) configurado para  
desplazarse a lo largo del eje longitudinal "X"  
15 de la estructura soporte (2) y situado sobre  
dicha estructura soporte, y

c. medios de impresión digital (33) de la lámina de  
vidrio, soportados por dicho puente (3)  
20 configurados para realizar la impresión sobre la  
lámina de vidrio (1) cuando dicho puente (3) se  
desplaza sobre la lámina de vidrio fijada a dicha  
estructura soporte (2); dichos medios de  
impresión comprendiendo al menos una barra de  
25 impresión (100) comprendiendo dicha barra de  
impresión una sucesión de cabezales de impresión  
(10), y dicha sucesión de cabezales de impresión  
(10) de cada barra de impresión (100) estando  
alimentados por tinta del mismo color.

30

2. Máquina de impresión digital, según la reivindicación  
1, **caracterizada por** que dichos medios de impresión  
digital (33) cubren todo el ancho de dicho vidrio.

3. Máquina de impresión digital, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** que dichos medios de impresión digital (33) comprenden, además, unos dispositivos de emisión de radiación de secado de la tinta.
- 5
4. Máquina de impresión digital, según la reivindicación anterior, **caracterizada por** que, dichos dispositivos de emisión de radiación de secado son de tecnología láser o lámparas de infrarrojos.
- 10
5. Máquina de impresión digital, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** que dichos cabezales de impresión (10,10') son del tipo de tecnología DROP-ON-DEMAND.
- 15
6. Máquina de impresión digital, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por** estar configurada para realizar una impresión controlada de forma continua sobre la lámina de vidrio (1) durante el desplazamiento lineal y continuo del puente (3), y **por** comprender además:
- 20
- a. Medios de asistencia gráfica (33) configurados para detectar y capturar automáticamente los datos de posiciones de defectos (X", Y") de impresión en la lámina de vidrio (1) y configurados para enviar dichos datos, y
- 25
- b. Una unidad central de procesamiento y control de datos comprendiendo:
- 30
- i. Un módulo configurado para recibir y almacenar los datos de posición del patrón

$(X', Y')$  y sus colores  $(C'(X', Y'))$  a imprimir en la lámina de vidrio (1),

5 ii. Un módulo configurado para recibir y almacenar los datos de posición de los defectos  $(X'', Y'')$  de impresión y sus colores correspondientes  $(C''(X'', Y''))$  en la lámina de vidrio (1),

10 iii. Un módulo configurado para enviar señales de impresión a los cabezales  $(10, 10', 10'')$  de los medios de impresión (33) en función de los datos de posición  $(X', Y')$  del patrón, de datos de defectos  $(X'', Y'')$  y datos de colores  
15  $(C'(X', Y'), C''(X'', Y''))$  a imprimir sobre la lámina de vidrio (1), y

iv. Un software configurado para procesar dichos datos de dichos módulos.

20

7. Máquina de impresión digital, según las reivindicaciones 3 y 6, **caracterizada por** que dicho módulo configurado para enviar señales de impresión también está configurado para enviar señales de  
25 activación de dichos dispositivos de emisión de radiación de secado de la tinta.

8. Máquina de impresión digital, según cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, **caracterizada por** comprender  
30 además medios de visión artificial configurados para la captura automáticamente de los datos del perímetro exterior  $(X, f(X))$  de la lámina de vidrio (1) y configurados para el envío de dichos datos  $(X, f(X))$

a la unidad central de procesamiento y control, y **por**  
que dicha unidad central de procesamiento y control  
comprende además un módulo configurado para recibir  
dichos datos del perímetro exterior de la lámina de  
5 vidrio.

9. Procedimiento de impresión digital sobre vidrio mono-  
pasada ejecutado por cualquiera de las máquinas de  
las reivindicaciones anteriores **caracterizado por**  
10 comprender:

a. Una etapa de alimentación, posicionamiento y  
fijación de la lámina de vidrio (1) en el plano de  
impresión, y  
15

b. Una etapa de desplazamiento completo y continuo  
del puente de impresión (3) sobre la lámina de  
vidrio fijada estáticamente, con impresión  
simultánea de los cabezales de impresión (10,  
20 10',10") que imprimen un patrón seleccionado en el  
vidrio, imprimiendo únicamente los cabezales de  
las barras de impresión que se sitúan sobre el  
vidrio (1) en función de los datos de posición  
(X',Y') de la figura a imprimir y datos del color  
25 (C(X',Y')).

10. Procedimiento de impresión digital según la  
reivindicación anterior **caracterizado por** comprender  
además:

30 a. una etapa de detección de los datos de posición de  
los defectos (X'',Y'') de impresión sobre e la  
lámina de vidrio (1), y

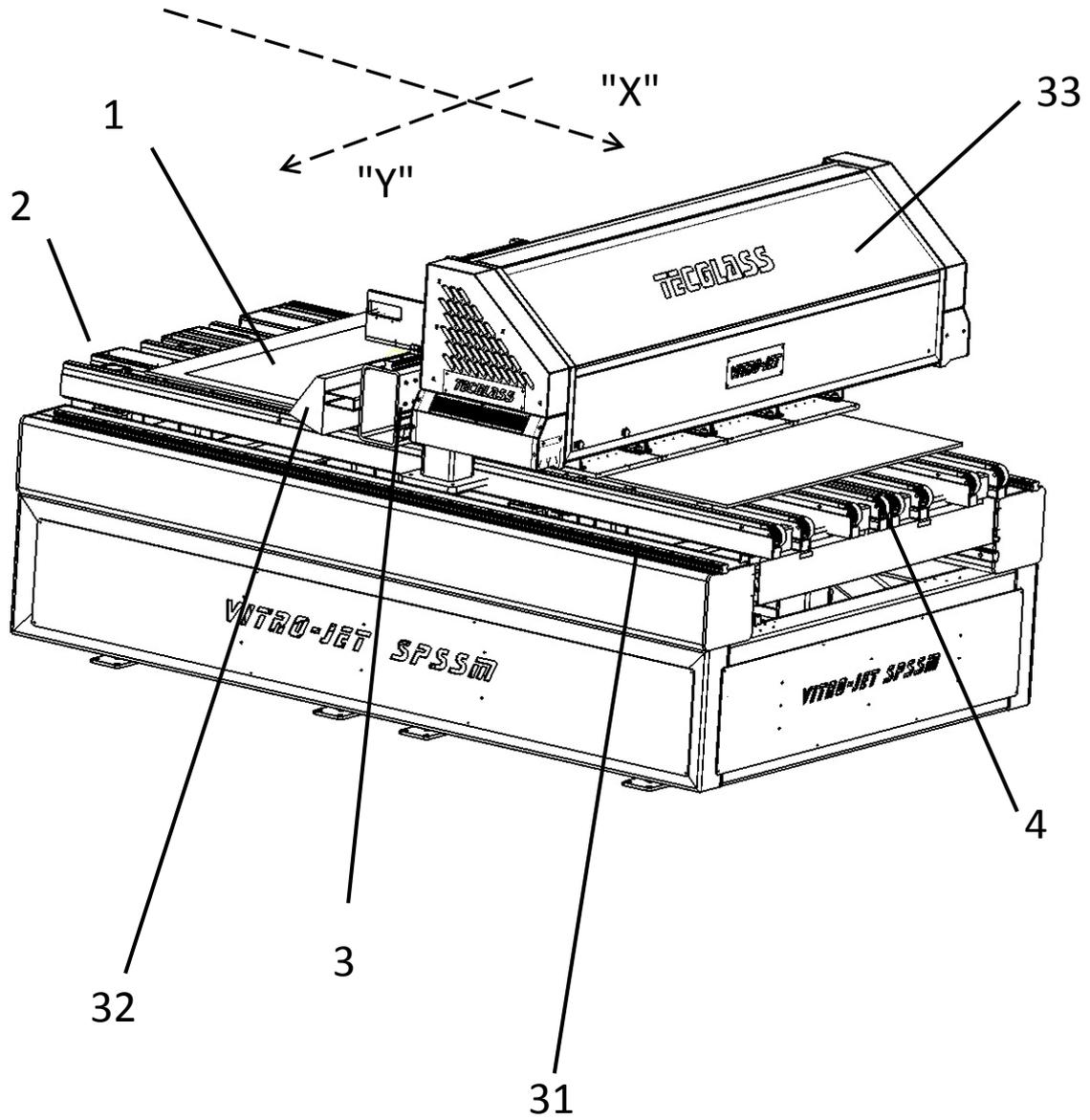
b. al menos una etapa de desplazamiento completo y continuo del puente de impresión sobre el vidrio fijado, con impresión simultánea y selectiva de los cabezales de impresión que imprimen sobre las posiciones de defectos (X",Y") detectados en el vidrio.

11. Procedimiento de impresión digital según cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, **caracterizado por** que dicha etapa de impresión digital se produce simultáneamente con una etapa de secado de la tinta mediante una emisión de radiación de secado de la tinta.

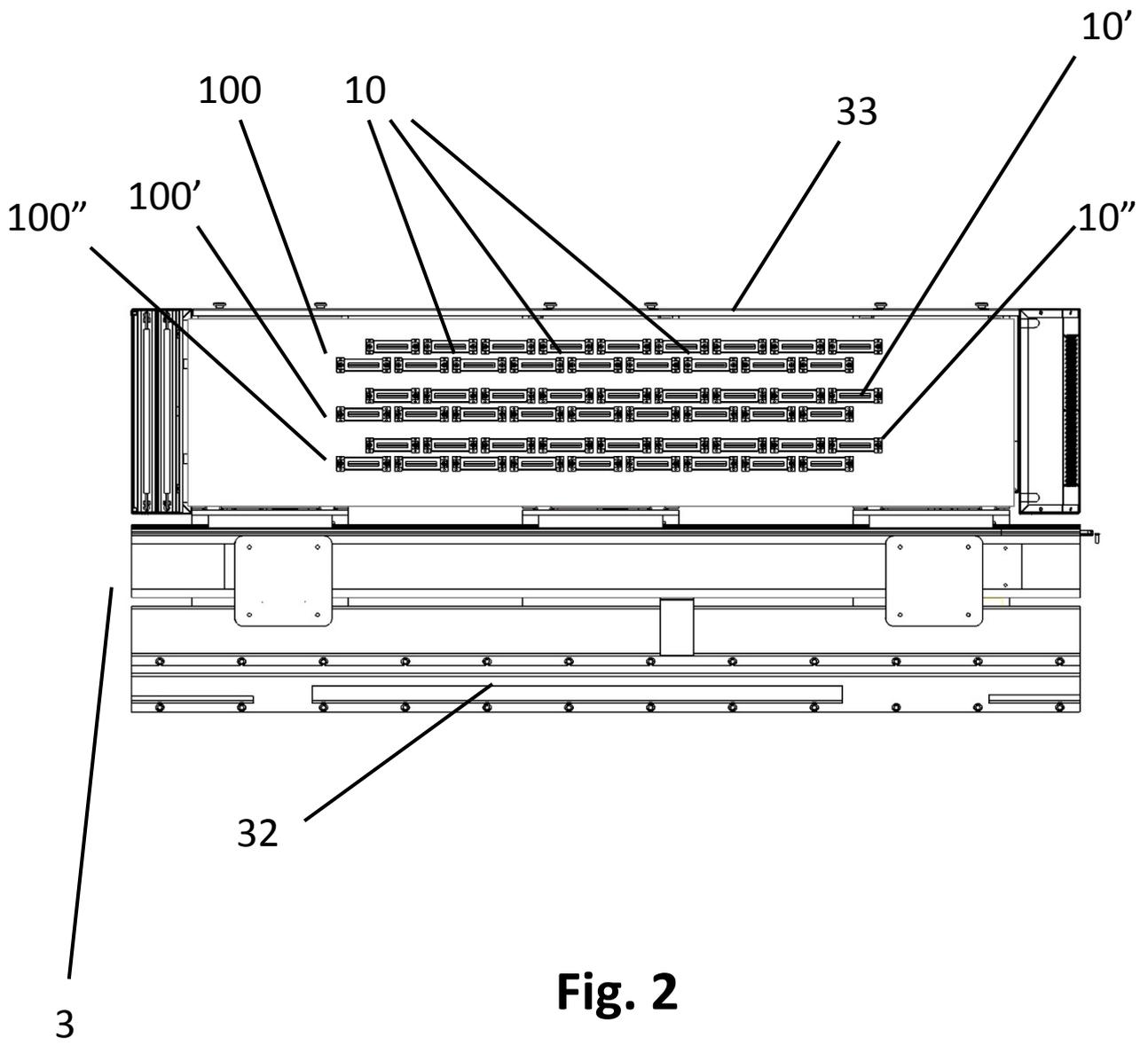
15

12. Procedimiento de impresión digital sobre vidrio, según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, **caracterizado por** que comprende además una etapa de templado final para la vitrificación de la tinta.

20



**Fig. 1**



**Fig. 2**