

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 238**

51 Int. Cl.:

**B41J 2/00** (2006.01)

**B41J 23/00** (2006.01)

**B41F 17/18** (2006.01)

**B41J 3/407** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2013 PCT/IL2013/050946**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO14076704**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2013 E 13855428 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2919994**

54 Título: **Sistema y procedimiento de impresión**

30 Prioridad:

**15.11.2012 US 201261726859 P**

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

**12.09.2017**

73 Titular/es:

**VELOX-PUREDIGITAL LTD. (100.0%)  
26 Gazit Street  
40300 Kfar Yona, IL**

72 Inventor/es:

**COFLER, MARIAN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 632 238 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

Sistema y procedimiento de impresión

### Campo tecnológico

5 La invención se encuentra, en general, en el campo de la impresión digital y se refiere a un sistema y un procedimiento de impresión, en particular, para la impresión sobre una superficie curva.

### Antecedentes

10 La impresión digital es una técnica de impresión que se usa habitualmente en la industria de la impresión, ya que permite la impresión bajo demanda, un corto tiempo de respuesta, e incluso una modificación de la imagen (datos variables) con cada impresión. A continuación se describen algunas de las técnicas desarrolladas para imprimir sobre una superficie de un objeto tridimensional.

15 La patente de Estados Unidos n.º 7.467.847 se refiere a un aparato de impresión adaptado para imprimir sobre una superficie de impresión de un objeto tridimensional. El aparato comprende un cabezal de impresión de chorro de tinta que tiene una pluralidad de boquillas y que es operativo para efectuar el movimiento relativo del cabezal de impresión y el objeto, durante la impresión, con un componente rotatorio alrededor de un eje de rotación y con un componente lineal, en el que el componente lineal está al menos parcialmente en una dirección sustancialmente paralela al eje de rotación y en el que el paso de boquilla del cabezal de impresión es mayor que el paso de rejilla a imprimir sobre la superficie de impresión en la dirección de la fila de boquillas.

20 La patente de Estados Unidos n.º 6.769.357 se refiere a un aparato de impresión de latas controlado digitalmente para imprimir sobre latas de dos piezas circulares, incluyendo el aparato unos cabezales de impresión digitales para imprimir una imagen sobre las latas y las unidades para el transporte y hacer rotar las latas en frente de los cabezales de impresión en una alineación registrada.

25 La solicitud de patente de Estados Unidos n.º 2010/0295885 describe una impresora de chorro de tinta para imprimir sobre un objeto cilíndrico usando unos cabezales de impresión colocados por encima de una línea de desplazamiento y un conjunto de carro configurado para mantener el objeto alineado axialmente a lo largo de la línea de desplazamiento y para colocar el objeto en relación con los cabezales de impresión, y hacerlo rotar en relación con los cabezales de impresión. Un dispositivo de curado localizado a lo largo de la línea de desplazamiento se usa para emitir la energía adecuada para curar el fluido depositado.

30 La publicación de patente de Estados Unidos n.º 2010/0192517 describe un procedimiento y un dispositivo para la impresión de envases en múltiples colores sobre al menos una superficie exterior de los mismos. El dispositivo incluye al menos un grupo de impresión, con al menos dos cabezales de impresión de chorro de tinta en cada grupo de impresión. Cada uno de los cabezales de impresión está diseñado para moverse fuera de la posición de impresión después de completar una tarea de impresión y, a continuación, se mueve otro cabezal de impresión a la posición de impresión para realizar una tarea de impresión.

### Descripción general

35 Existe una necesidad en la técnica de técnicas de impresión que permitan acelerar el procedimiento de impresión a la vez que facilitar la máxima utilización (alta eficiencia) de la tecnología de impresión, permitiendo la impresión simultánea sobre una pluralidad de objetos. También se requiere que dichas técnicas de impresión mantengan una resolución de impresión relativamente alta, con precisiones de sistema muy altas (micrómetros), lo que hace que la tecnología de impresión por chorro de tinta sea muy desafiante para su uso real en la línea de producción. Por lo tanto, es necesario mantener un alto nivel de eficiencia maximizando la utilización del motor de impresión en dichas técnicas para realizar series de producción.

45 En las publicaciones de patente mencionadas anteriormente (US 7.467.847 y US 6.769.357), la impresión tiene lugar en estaciones de impresión específicas y se interrumpe mientras que el objeto se transporta entre las estaciones de impresión. Esta interrupción ralentiza significativamente el procedimiento de impresión. El inventor de la presente invención ha desarrollado nuevas técnicas de impresión que permiten llevar a cabo un procedimiento de impresión rápido y eficiente sobre las superficies curvas (y/o planas) de una pluralidad de objetos distribuidos en el sistema de impresión desde una línea de producción.

50 La presente invención pretende acelerar el procedimiento de impresión, proporcionando un conjunto de cabezales de impresión que incluye una pluralidad de unidades de cabezal de impresión, donde las unidades de cabezal de impresión están dispuestas en una pluralidad correspondiente de diferentes localizaciones (*por ejemplo*, espaciadas) a lo largo de un eje de traslación. En particular, se utiliza un carril de bucle cerrado en el sistema de impresión para manejar al menos dos corrientes de objetos procedentes de una línea de producción y mover las corrientes de objetos por el carril a través de una o más etapas del procedimiento de impresión. Una zona de impresión se define a lo largo de una sección del carril de bucle cerrado en el que un conjunto de impresión está instalado operativamente para imprimir sobre las superficies exteriores de los objetos que atraviesan la zona de impresión por

al menos dos matrices de unidades de cabezal de impresión del conjunto de cabezales de impresión.

Las al menos dos matrices de unidades de cabezal de impresión están configuradas, preferentemente, para definir unas rutas de impresión respectivas a lo largo de un eje de impresión para hacer avanzar las corrientes de objetos a lo largo de las mismas durante la impresión sobre sus superficies exteriores por las unidades de cabezal de impresión del conjunto. El conjunto de cabezales de impresión puede comprender varias matrices de unidades de cabezal de impresión, cada una configurada para definir al menos una ruta de impresión a lo largo del eje de impresión y que puede usarse para hacer pasar corrientes adicionales de objetos a lo largo de la misma para imprimir sobre los objetos. Por ejemplo, y sin que resulte limitante, cada matriz de cabezales de impresión puede comprender una o más columnas alineadas de unidades de cabezal de impresión, teniendo las unidades de cabezal de impresión en cada columna una inclinación predefinida que define una orientación específica de cada columna de unidades de cabezal de impresión para dirigir de este modo sus elementos de impresión (por ejemplo, unas boquillas de impresión para expulsar una composición de material, marcadores, herramientas de grabado, marcadores láser, marcadores de pintura) hacia una trayectoria de impresión específica cubierta por la matriz.

El carril puede comprender un sistema transportador configurado para transportar la corriente de objetos a lo largo del carril y hacer pasar los objetos a través de una o más zonas del carril adaptadas para llevar a cabo diversas funcionalidades del sistema. Una o más plataformas de soporte (también denominadas carros en el presente documento) pueden usarse en el sistema transportador para trasladar la corriente de objetos a lo largo del carril. En algunas realizaciones, cada plataforma de soporte está configurada para cargarse con al menos una corriente de objetos desde la línea de producción y deslizar los objetos a lo largo del carril a través de su una o más zonas para su procesamiento y tratamiento. La plataforma de soporte puede estar configurada para mantener una corriente de objetos cargados en la misma y alineados con respecto a una o más rutas de impresión definidas por el conjunto de cabezales de impresión, y hacer rotar de manera controlada los objetos transportados por la plataforma cuando pasan a través de ciertas zonas del carril (*por ejemplo*, la zona de impresión).

El carril puede incluir zonas de carga y descarga configuradas para recibir una o más de dichas corrientes de objetos, y para retirar los objetos de las mismas después de completar la impresión (requiriéndose habitualmente un único desplazamiento en bucle a lo largo del carril). Una zona de imprimación también puede definirse en una sección del carril, habitualmente corriente arriba de la zona de carga, sometiéndose las áreas de superficie de los objetos cargados a un procedimiento de pretratamiento diseñado para preparar las áreas de superficie de los objetos para el procedimiento de impresión. El carril puede comprender además una zona de curado, habitualmente corriente arriba de la zona de impresión, sometiéndose los objetos que salen de la zona de impresión a un procedimiento de curado (*por ejemplo*, radiación ultravioleta - UV) para curar composiciones de material aplicadas a sus superficies exteriores.

En algunas realizaciones, los salientes de las unidades de cabezal de impresión en el eje de traslación caen en diferentes partes del eje de traslación. En esta configuración, el sistema transportador efectúa un movimiento relativo entre los objetos y las unidades de cabezal de impresión. El movimiento relativo proporciona tanto (i) un movimiento de rotación alrededor del eje de traslación para llevar las regiones deseadas de la superficie del objeto a las proximidades de las unidades de cabezal de impresión deseadas como (ii) un movimiento de traslación a lo largo del eje de traslación necesario para llevar el objeto desde una unidad de cabezal de impresión hasta una unidad de cabezal de impresión sucesiva. Esto permite que dos o más unidades de cabezal de impresión impriman simultáneamente sobre el mismo objeto. En las técnicas de la presente solicitud, los objetos pueden imprimirse mientras se mueven entre grupos de unidades de cabezal de impresión. De esta manera, se acelera el procedimiento de impresión y puede lograrse un alto rendimiento de impresión. Además, la configuración del sistema de impresión imprime simultáneamente sobre más de un objeto al mismo tiempo, exponiendo objetos consecutivos a las matrices de unidades de cabezal de impresión. Se observa además que la matriz de unidades de cabezal de impresión también es adecuada para imprimir sobre objetos largos de una diversidad de diámetros.

La impresión puede realizarse de manera continua (impresión continua) o en etapas discretas (impresión por etapas). Si la impresión es continua, el movimiento relativo entre el objeto y las unidades de cabezal de impresión incluye una traslación simultánea a lo largo del eje de traslación y una rotación alrededor del eje de traslación. De esta manera, la impresión de datos de imagen sobre la superficie del objeto se produce a lo largo de una trayectoria sustancialmente en espiral. Si la impresión se produce en etapas discretas, una traslación relativa entre el objeto y los cabezales de impresión lleva las regiones deseadas del objeto a las proximidades de uno o más grupos. Se detiene la traslación y se efectúa una rotación relativa, con el fin de permitir una impresión circunferencial sobre la superficie del objeto.

En algunas realizaciones, el conjunto de cabezales de impresión incluye una pluralidad de grupos de cabezales de impresión. Cada grupo incluye al menos dos unidades de cabezal de impresión dispuestas en diferentes localizaciones a lo largo de una trayectoria curva alrededor de dicho eje de traslación y rodeando una región respectiva del eje de traslación.

Por lo tanto, un aspecto de algunas realizaciones de la presente solicitud se refiere a un sistema de impresión configurado para imprimir sobre una superficie curva exterior de un objeto volumétrico. El sistema comprende un sistema transportador y un conjunto de cabezales de impresión. El sistema transportador está configurado para

- efectuar una traslación relativa entre el objeto y el conjunto de cabezales de impresión a lo largo de un eje de traslación y para efectuar una rotación relativa entre el objeto y el conjunto de cabezales de impresión alrededor del eje de traslación. El conjunto de cabezales de impresión comprende una pluralidad de unidades de cabezal de impresión, dispuestas de tal manera que los salientes de las diferentes unidades de cabezal de impresión en el eje de traslación caen en diferentes partes del eje de traslación, teniendo cada una de las unidades de cabezal de impresión al menos una boquilla y/o una abertura de expulsión (también denominada elemento de impresión en el presente documento) para expulsar una composición de material sobre la superficie del objeto.
- En una variante, el conjunto de cabezales de impresión comprende además unas unidades de cabezal de impresión adicionales, de tal manera que las unidades de cabezal de impresión están dispuestas en una pluralidad de grupos, comprendiendo al menos un grupo al menos dos de las unidades de cabezal de impresión dispuestas a lo largo de una trayectoria curva alrededor del eje de traslación, y rodeando cada grupo una región respectiva del eje de traslación.
- En otra variante, el sistema de impresión comprende una unidad de control configurada para operar el sistema transportador para llevar a cabo dicha traslación y rotación y para operar al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión de acuerdo con un patrón predeterminado.
- La unidad de control puede estar configurada para operar el sistema transportador y al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión, con el fin de efectuar la impresión simultánea de datos de imagen sobre la superficie del objeto por al menos dos unidades de cabezal de impresión, perteneciente cada una a uno de los grupos respectivos.
- Opcionalmente, la unidad de control está configurada para operar el sistema transportador y al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión, con el fin de efectuar la impresión simultánea de datos de imagen sobre la superficie del objeto por diferentes elementos de impresión de una sola de las unidades de cabezal de impresión.
- La unidad de control puede estar configurada para operar el sistema transportador y al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión, con el fin de efectuar la impresión simultánea de datos de imagen sobre la superficie del objeto por al menos dos unidades de cabezal de impresión que pertenecen a uno solo de los grupos.
- En una variante, el sistema transportador está configurado para mover el objeto a lo largo del eje de traslación. En otra variante, el sistema transportador está configurado para mover el conjunto de cabezales de impresión a lo largo del eje de traslación. En otra variante más, el sistema transportador está configurado para hacer rotar el objeto alrededor del eje de traslación. En otra variante, el sistema transportador está configurado para hacer rotar el conjunto de cabezales de impresión alrededor del eje de traslación.
- En algunas realizaciones, la unidad de control está configurada para operar el sistema transportador para llevar a cabo la traslación de una manera escalonada y para llevar a cabo la rotación al menos durante un intervalo de tiempo en el que no se produce la traslación, y para operar al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión para llevar a cabo la impresión durante el intervalo de tiempo en el que no se produce la traslación y se produce la rotación.
- En algunas realizaciones, la unidad de control está configurada para operar el sistema transportador para llevar a cabo simultáneamente la traslación y la rotación mientras se operan al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión para efectuar la impresión, de tal manera que la impresión continua de datos de imagen se realiza sobre la superficie del objeto a lo largo de al menos una trayectoria sustancialmente en espiral.
- En una variante, dicho sistema de transportador está configurado, además, para efectuar un movimiento relativo entre el objeto y el conjunto de cabezales de impresión a lo largo de uno o más ejes radiales sustancialmente en perpendicular al eje de traslación, con el fin de mantener una distancia deseada entre al menos una unidad de cabezal de impresión y la superficie del objeto, mientras que dicha al menos una unidad de cabezal de impresión imprime datos sobre dicha superficie.
- En otra variante, el sistema transportador está configurado para desplazar al menos una de las unidades de cabezal de impresión para acercarse y alejarse del eje de traslación.
- En otra variante más, el sistema transportador está configurado y operativo para desplazar dicha al menos una de dichas unidades de cabezal de impresión con respecto al eje de traslación antes de operar el conjunto de cabezales de impresión para imprimir los datos de imagen.
- En una variante adicional, el sistema transportador está configurado y operativo para desplazar dicha al menos una de las unidades de cabezal de impresión con respecto al eje de traslación durante la impresión de los datos de imagen.
- En otra variante más, el sistema transportador está configurado y operativo para operar dicho desplazamiento para ajustar una posición de dicha al menos una unidad de cabezal de impresión para adaptarse a una forma de la superficie del objeto que va a someterse a dicha impresión.

En algunas realizaciones de la presente invención, la unidad de control está configurada para operar dicho desplazamiento de dicha al menos una unidad de cabezal de impresión entre una posición pasiva no operativa y una posición activa operativa de dicha al menos una unidad de cabezal de impresión.

5 En una variante, las unidades de cabezal de impresión del mismo grupo están configuradas para expulsar una composición de material del mismo color. En otra variante, cada uno de los grupos de unidades de cabezal de impresión está configurado para expulsar una composición de material de un color respectivo.

10 En otra variante más, el sistema de impresión comprende al menos una unidad de curado configurada para curar una composición de material expulsada por cualquier unidad de cabezal de impresión sobre la superficie exterior del objeto, localizándose la unidad de curado corriente abajo a lo largo del eje de traslación de una última unidad de dichas unidades de cabezal de impresión.

15 En una variante adicional, el sistema de impresión comprende al menos una unidad de imprimación configurada para imprimir al menos una localización de la superficie del objeto para recibir una composición a expulsar por al menos una de las unidades de cabezal de impresión, localizándose la unidad de imprimación corriente arriba a lo largo del eje de traslación de una última unidad de dichas unidades de cabezal de impresión. En otra variante más, el sistema de impresión comprende al menos una segunda unidad de curado localizada entre unidades de cabezal de impresión pertenecientes al mismo grupo. Opcionalmente, el sistema de impresión comprende al menos una segunda unidad de imprimación localizada entre unidades de cabezal de impresión pertenecientes al mismo grupo.

20 En una variante, los salientes a lo largo del eje de traslación de las unidades de cabezal de impresión de al menos un grupo caen en una sola región del eje de traslación. En otra variante, las unidades de cabezal de impresión de al menos uno de los grupos están escalonadas, de tal manera que los salientes a lo largo del eje de traslación de al menos dos de las unidades de cabezal de impresión del al menos un grupo caen en regiones diferentes del eje de traslación. En otra variante más, diferentes unidades de cabezal de impresión están configuradas para expulsar la composición de material respectiva sobre una región de la superficie del objeto, de tal manera que una combinación de las composiciones respectivas sobre la superficie del objeto forma una composición deseada.

25 En una variante adicional, los elementos de impresión sucesivos (*por ejemplo*, boquillas y/o aberturas de expulsión) de al menos una de las unidades de cabezal de impresión están configurados para expulsar las composiciones respectivas sobre una región de la superficie del objeto, de tal manera que una combinación de las composiciones respectivas sobre la superficie del objeto forma una composición deseada.

30 Opcionalmente, la combinación de las composiciones respectivas comprende al menos una de entre una mezcla entre las composiciones respectivas y una reacción química entre las composiciones respectivas.

En otro aspecto más, se proporciona un sistema de impresión para imprimir sobre las superficies exteriores de los objetos de acuerdo con la reivindicación 1.

Otras realizaciones son el objeto de las reivindicaciones dependientes 2 a 14.

35 En otro aspecto más, se proporciona un procedimiento de impresión sobre las superficies exteriores de los objetos de acuerdo con la reivindicación 15.

Otra realización es el objeto de la reivindicación dependiente 16.

### **Breve descripción de los dibujos**

40 Con el fin de comprender mejor el objeto que se desvela en el presente documento y para ejemplificar cómo puede llevarse a cabo en la práctica, a continuación se describirán realizaciones, solo a modo de ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la **figura 1** ilustra esquemáticamente un sistema de impresión de acuerdo con algunas posibles realizaciones que emplean un carril de bucle cerrado para trasladar objetos a lo largo del mismo;

45 las **figuras 2A y 2B** son dibujos esquemáticos que ilustran diferentes ejemplos de un conjunto de cabezales de impresión de acuerdo con algunas realizaciones, que incluye una pluralidad de unidades de cabezal de impresión localizadas en posiciones sucesivas a lo largo de un eje de traslación;

las **figuras 3A y 3B** son dibujos esquemáticos que ilustran posibles disposiciones de los elementos de impresión en unidades de cabezal de impresión individuales, de acuerdo con algunas posibles realizaciones;

50 las **figuras 4A y 4B** son dibujos esquemáticos que ilustran diferentes vistas de la matriz de impresión de acuerdo con algunas posibles realizaciones, que incluye una pluralidad de grupos de unidades de cabezal de impresión localizadas en posiciones sucesivas a lo largo de un eje de traslación;

las **figuras 5A y 5B** son dibujos esquemáticos que ejemplifican el uso de un sistema transportador de acuerdo con algunas posibles realizaciones;

las **figuras 6A y 6B** son dibujos esquemáticos que ilustran algunas posibles realizaciones en las que las unidades de cabezal de impresión pueden moverse de manera controlada;

55 las **figuras 7A y 7B** son dibujos esquemáticos que ejemplifican posibles realizaciones en las que las unidades de cabezal de impresión pueden moverse de manera controlada para ajustarse a una forma del objeto, antes y durante la rotación del objeto;

la **figura 8A** es un dibujo esquemático que ejemplifica algunas realizaciones en las que las unidades de cabezal de impresión pertenecientes al mismo grupo están colocadas en la misma localización a lo largo del eje de traslación;

la **figura 8B** es un dibujo esquemático que ejemplifica algunas realizaciones en las que las unidades de cabezal de impresión pertenecientes al mismo grupo están escalonadas, colocándose en diferentes localizaciones a lo largo del eje de traslación;

la **figura 9A** es un dibujo esquemático que ejemplifica algunas realizaciones en las que al menos una estación de curado/fijación está localizada en el extremo del conjunto de unidades de impresión, corriente abajo del último grupo de unidades de cabezal de impresión y/o en las que al menos una estación de imprimación/pretratamiento está localizada al comienzo del conjunto de unidades de impresión, corriente arriba del primer grupo de unidades de cabezal de impresión;

la **figura 9B** es un dibujo esquemático que ejemplifica algunas realizaciones en las que al menos una estación de curado/fijación y/o una estación de imprimación/pretratamiento está localizada entre dos grupos sucesivos de unidades de cabezal de impresión;

la **figura 9C** es un dibujo esquemático que ejemplifica algunas realizaciones en las que una pluralidad de estaciones de curado/fijación y/o de imprimación/pretratamiento están colocadas una tras otra a lo largo del eje de traslación;

la **figura 9D** es un dibujo esquemático que ejemplifica algunas realizaciones en las que al menos una unidad de curado/fijación y/o de imprimación/pretratamiento está localizada entre unidades de cabezal de impresión del mismo grupo;

las **figuras 10A a 10C** son dibujos esquemáticos que ilustran algunas realizaciones en las que las composiciones primera y segunda se inyectan en la misma localización de la superficie del objeto por unidades de cabezal de impresión de los grupos primero y segundo, respectivamente, con el fin de imprimir la localización con una tercera composición que está formada por una combinación de las composiciones primera y segunda;

las **figuras 11A a 11C** son dibujos esquemáticos que ilustran algunas realizaciones en las que las composiciones primera y segunda se inyectan en la misma localización de la superficie del objeto por diferentes boquillas que pertenecen a una sola unidad de cabezal de impresión, con el fin de imprimir la localización con una tercera composición que está formada por una combinación de las composiciones primera y segunda;

las **figuras 12A a 12C** son dibujos esquemáticos que ilustran algunas realizaciones en las que las composiciones primera y segunda se inyectan en la misma localización de la superficie del objeto por las unidades de cabezal de impresión primera y segunda del mismo grupo, respectivamente, con el fin de imprimir la localización con una tercera composición que está formada por una combinación de las composiciones primera y segunda;

la **figura 13A y 13B** son dibujos esquemáticos que ejemplifican una posible realización en la que unidades de impresión pertenecientes a grupos diferentes están localizadas en la misma posición alrededor del eje de traslación, y se organizan en barras/columnas;

la **figura 14** es un diagrama de bloques que ilustra una unidad de control utilizable de acuerdo con algunas posibles realizaciones para controlar el sistema transportador y el conjunto de cabezales de impresión de acuerdo con uno o más tipos de datos de entrada;

la **figura 15** ilustra esquemáticamente un sistema transportador de acuerdo con algunas posibles realizaciones;

las **figuras 16A y 16B** ilustran esquemáticamente una disposición del conjunto de cabezales de impresión en forma de una matriz de acuerdo con algunas posibles realizaciones;

la **figura 17** ilustra esquemáticamente un carro y una disposición de mandriles montados en el mismo, configurados para sostener los objetos a imprimir y trasladarlos y hacerlos rotar en el sistema transportador;

la **figura 18** ilustra esquemáticamente un carro cargado con una pluralidad de objetos a imprimir que entra en una zona de impresión del sistema;

la **figura 19** ilustra esquemáticamente una impresión simultánea sobre una pluralidad de objetos unidos a tres carros diferentes que atraviesan la zona de impresión;

la **figura 20** ilustra esquemáticamente una disposición de mandril de acuerdo con algunas posibles realizaciones;

y

las **figuras 21A a 21C** ilustran esquemáticamente unos posibles esquemas de control utilizables en algunas posibles realizaciones.

### **Descripción detallada de las realizaciones**

A continuación, se describen las diversas realizaciones de la presente invención con referencia a las **figuras 1 a 20** de los dibujos, que deben considerarse en todos los aspectos solo como ilustrativos y de ninguna manera restrictivos. Los elementos ilustrados en los dibujos no son necesariamente a escala, haciendo hincapié, en cambio, en ilustrar claramente los principios de la invención. La presente invención puede proporcionarse en otras formas y realizaciones específicas sin alejarse de las características esenciales descritas en el presente documento.

La **figura 1** ilustra esquemáticamente un sistema **17** de impresión de acuerdo con algunas posibles realizaciones que emplean un carril **10** de bucle cerrado (*por ejemplo*, una pista elíptica) para trasladar los objetos a imprimir (no mostrados) a lo largo del mismo hacia una zona **12z** de impresión dispuesta en el carril **10** y que comprende uno o más conjuntos **100** de cabezales de impresión (*por ejemplo*, que comprenden cabezales de impresión de diversos colores). El sistema **17** de impresión en este ejemplo no limitante comprende una zona **306l** de carga configurada

para la carga automática de una pluralidad de objetos a imprimir desde una línea de producción. La zona **306l** de carga puede comprender una unidad de carga que emplea un controlador independiente y uno o más sensores, motores, y elementos mecánicos y neumáticos, y está configurada para comunicar datos de sensores medidos con una unidad **300** de control del sistema **17** de impresión para sincronizar, monitorizar y gestionar el procedimiento de carga. En algunas realizaciones, la unidad de carga está configurada para cargar una corriente de objetos en el carril del sistema con el mismo índice de precisión (usado para marcar el punto de inicio de impresión sobre la superficie del objeto, en los casos en que el objeto tiene una marca previa o una orientación de tapa).

En algunas realizaciones, los objetos cargados están unidos a una pluralidad de carros **C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>,..., C<sub>n-1</sub>, C<sub>n</sub>** (también denominados en el presente documento plataformas de soporte o carros **C<sub>i</sub>**) configurados para un movimiento sucesivo a lo largo del carril **10** y para comunicar datos con la unidad **300** de control con respecto al estado operativo de los carros **C<sub>i</sub>** (*por ejemplo*, velocidad, posición, errores, etc.). Como se describe en detalle a continuación en el presente documento, los carros **C<sub>i</sub>** pueden estar configurados para mover de manera simultánea, o intermitente, o independientemente controlada, los carros **C<sub>i</sub>** a lo largo del carril **10**, y para mover y hacer rotar de manera simultánea, o intermitente, o independientemente controlada, el objeto unido a los mismos (*por ejemplo*, usando unos mandriles rotatorios, no mostrados en la figura **1**) mientras se trata en una unidad **204** de pretratamiento (también denominada en el presente documento estación de imprimación) y/o se trata/recubre/imprima antes, durante o después de la impresión en la zona **12z** de impresión.

Puede usarse una unidad **13** de detección de tamaño en el carril **10** para determinar los tamaños (dimensiones y formas geométricas) de los objetos recibidos en la zona **306l** de carga y comunicar los datos de tamaño a la unidad **300** de control. Los datos de tamaño recibidos desde la unidad **13** de detección de tamaño se procesan y se analizan por la unidad **300** de control y se usan por la misma para ajustar las posiciones de las unidades de cabezal de impresión del conjunto **100** de cabezales de impresión y avisar sobre posibles escenarios de colisión.

También puede proporcionarse una unidad **204** de pre-tratamiento en el carril **10** para aplicar un procedimiento de pre-tratamiento a las superficies de los objetos movidos a lo largo del carril **10** (*por ejemplo*, un tratamiento de plasma, corona y/o llama para mejorar la adherencia de la tinta al recipiente y crear una uniformidad de la superficie con respecto a la impresión/recubrimiento introducidos). En consecuencia, la unidad **300** de control puede estar configurada para ajustar el funcionamiento de la unidad **204** de pretratamiento de acuerdo con los datos de tamaño recibidos desde la unidad **13** de detección de tamaño. Como se ejemplifica en la figura **1**, el conjunto **100** de cabezales de impresión puede estar configurado para alojar una pluralidad de carros **C<sub>i</sub>** (en este ejemplo se muestran tres carros **C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, y C<sub>3</sub>**) e imprimir simultáneamente sobre las superficies de los objetos unidos a cada uno de los carros.

Los objetos que salen de la zona **12z** de impresión pueden moverse a lo largo de una parte del carril **10** que comprende una unidad **202** de curado. La unidad **202** de curado puede operarse por la unidad **300** de control y configurarse para finalizar el procedimiento de impresión curando la una o más capas de composiciones aplicadas a sus superficies (*por ejemplo*, empleando un procedimiento de curado de tinta ultravioleta/UV o cualquier otro procedimiento de fijación o de secado tal como IR, haz electrónico, reacción química y similares). Además, puede usarse una unidad **16** de inspección de visión para recopilar datos (*por ejemplo*, datos de imagen) indicativos de los colores, patrones (*por ejemplo*, registro de impresión, diagnósticos, boquillas perdidas, integridad de imagen) aplicados a los objetos que salen de la zona **12z** de impresión y/o la unidad **202** de curado. Después de completar el procedimiento de impresión y, opcionalmente, de curado y/o de inspección, pueden hacerse avanzar los objetos a lo largo del carril **10** hacia una zona **306u** de descarga para su retirada automática del sistema **17** de impresión. La zona **306u** de descarga puede incluir una unidad de descarga que emplea un controlador independiente y una o más unidades de sensor, motores, elementos mecánicos y neumáticos y está configurada para comunicar datos de sensor con la unidad **300** de control del sistema **17** de impresión para monitorizar y gestionar el procedimiento de descarga.

Las figuras **2A** y **2B** son dibujos esquemáticos que ilustran diferentes ejemplos de un conjunto **100** de cabezales de impresión de la presente divulgación, que incluye una pluralidad de unidades de cabezal de impresión localizadas en posiciones sucesivas a lo largo de un eje de traslación.

En el ejemplo de la figura **2A**, las unidades **102a, 104a, 106a, 108a** de cabezal de impresión están dispuestas de tal manera que los salientes de las diferentes unidades de cabezal de impresión en el eje de traslación caen en diferentes partes del eje **110** de traslación (a lo largo del eje de impresión) y se colocan en localizaciones caen en (angulares) alrededor del eje **110** de traslación. En el ejemplo de la figura **2B**, las unidades **102a, 104a, 106a, 108a** de cabezal de impresión están dispuestas de tal manera que los salientes de las diferentes unidades de cabezal de impresión en el eje de traslación caen en diferentes partes del eje **110** de traslación y se colocan en las mismas localizaciones (angulares) alrededor del eje **110** de traslación, para formar una línea de unidades de cabezal de impresión sustancialmente en paralelo al eje **110** de traslación.

En este ejemplo no limitante, el eje **110** de traslación corresponde, en general, a un eje del objeto **101**, y es el eje a lo largo del que puede producirse una traslación respectiva entre el objeto **101** y el conjunto **100** de cabezales de impresión. Además, puede producirse una rotación relativa entre el objeto **101** y el conjunto **100** de cabezales de impresión alrededor del eje **110** de traslación.

Los detalles de los movimientos de traslación y de rotación se tratarán más adelante en el presente documento.

Haciendo referencia ahora a las **figuras 3A y 3B**, se ilustran esquemáticamente posibles disposiciones de los elementos **130** de impresión (por ejemplo, boquillas o aberturas de expulsión) en unidades de cabezal de impresión individuales, de acuerdo con algunas posibles realizaciones.

- 5 Tal como se ejemplifica en las figuras, **3A/B**, una unidad de cabezal de impresión puede incluir una o más boquillas o aberturas de expulsión (en general **130**) configuradas para permitir la expulsión de composiciones de material sobre la superficie del objeto **101**. Las composiciones de material pueden ser fluidos (como es el caso de la impresión por chorro de tinta y la inyección y/o la impresión de plásticos) y/o sólidos (por ejemplo, polvos, como es el caso de la impresión láser). En el presente documento, el término impresión pretende incluir cualquier tipo de
- 10 expulsión de un material sobre una superficie de un objeto, y/o grabar o marcar puntos, líneas o patrones sobre el mismo. Por lo tanto, la impresión incluye, por ejemplo, cambiar el color, la forma o la textura de un objeto, expulsando un material sobre la superficie del objeto, grabando y/o aplicando marcas sobre el mismo. Por ejemplo, y sin limitación, las unidades de cabezal de impresión pueden comprender uno o más marcadores (por ejemplo, herramienta de grabado, marcador láser, marcador de pintura y similares) configurados para aplicar marcas visibles y/o invisibles (*es decir*, funcionales, tales como cargas electrónicas) sobre las superficies exteriores de los objetos que atraviesan la zona **12z** de impresión.

- La **figura 3A** ejemplifica diferentes configuraciones de los elementos **130** de impresión de las unidades **104a y 106a** de cabezal de impresión. Las unidades **104a y 106a** de cabezal de impresión se muestran desde un lado de las mismas en paralelo al eje de traslación. La unidad **104a** de cabezal de impresión incluye una pluralidad de
- 20 elementos **130** de impresión (*por ejemplo*, cuatro), colocados a lo largo de una fila en localizaciones sucesivas a lo largo del eje de traslación. La unidad **106a** de cabezal de impresión en este ejemplo no limitante incluye un único elemento **130** de impresión, como se usa habitualmente en la técnica para inyectar composiciones de plástico.

- La **figura 3B** ejemplifica una posible configuración de los elementos de impresión dispuestos en la unidad **102a** de cabezal de impresión. La **figura 3B** muestra una vista frontal de la unidad **102a** de cabezal de impresión (perpendicular al eje **110** de traslación). En este ejemplo no limitante, la unidad **102a** de cabezal de impresión incluye una columna de elementos **130** de impresión colocados en una línea perpendicular al eje **110** de traslación. Opcionalmente, no todos los elementos **130** de impresión son perpendiculares a la superficie del objeto. En el ejemplo de la **figura 3B**, el elemento de impresión es perpendicular a la superficie del objeto, *por ejemplo*, está configurado para expulsar una composición de material a lo largo de una trayectoria de expulsión perpendicular a la
- 25 superficie del objeto. Por otra parte, los elementos de impresión exteriores localizados en los lados del elemento de impresión central son oblicuos a la superficie del objeto.

- Opcionalmente, una unidad de cabezal de impresión usada en la presente invención puede incluir una pluralidad de filas o columnas de elementos de impresión que forman una matriz bidimensional que define una superficie del conjunto de cabezales de impresión orientada hacia el objeto. El conjunto de cabezales de impresión puede estar
- 35 configurado en cualquier forma, tal como, pero sin limitación, rectangular, paralelogramo, o similares. Haciendo referencia ahora a las **figuras 4A y 4B**, se ilustran esquemáticamente diferentes vistas de un sistema **200** de impresión de la presente divulgación. En la **figura 4A**, se muestra una vista en perspectiva, mientras que en la **figura 4B**, se muestra una vista frontal. El sistema **200** de impresión está configurado para imprimir una imagen/patrón sobre una superficie exterior curva del objeto **101**, e incluye un conjunto **100** de cabezales de impresión que tiene una pluralidad de unidades de cabezal de impresión, y un sistema transportador (**302** en las **figuras 5A y 15**) configurado para mover el objeto **101** y/o las unidades de cabezal de impresión. Opcionalmente, el sistema **200** incluye una unidad de control (**300**, mostrada en las **figuras 1 y 21A**) configurada para controlar el sistema **302** transportador y el funcionamiento de las unidades de cabezal de impresión. La superficie curva del objeto puede ser circular, oval, elíptica, etc.

- 45 En algunas realizaciones, cada unidad de cabezal de impresión incluye uno o más elementos de impresión, *por ejemplo*, configurados para inyectar/aplicar una composición de material (tal como tinta, polvo, fluido de curado, fluido de fijación, fluido de pretratamiento, fluido de recubrimiento, y/o una composición de uno o más fluidos para crear un tercer fluido, y/o cualquier material sólido/gas que, aunque inyectado, es un fluido) sobre la superficie exterior del objeto **101**, como se ha descrito anteriormente. El conjunto **100** de cabezales de impresión puede estar diseñado como los conjuntos de cabezales de impresión descritos en las **figuras 2A y 2B**, o como un conjunto **100** de cabezales de impresión en el que las unidades de cabezal de impresión están organizadas en grupos, como se describirá a continuación.

- En el ejemplo mostrado en las **figuras 4A y 4B**, las unidades de cabezal de impresión de cada grupo están dispuestas a lo largo de una trayectoria curva alrededor del eje de traslación, y cada grupo rodea una región respectiva del eje **110** de traslación. Por lo tanto, las unidades **102a, 102b, y 102c** de cabezal de impresión pertenecen a un primer grupo **102**. Las unidades **104a, 104b, y 104c** de cabezal de impresión (vistas en la **figura 13**) pertenecen a un segundo grupo **104**. Las unidades **106a, 106b, y 106c** de cabezal de impresión pertenecen a un tercer grupo **106**. Las unidades **108a, 108b, y 108c** de cabezal de impresión pertenecen a un cuarto grupo **108**. Los grupos **102, 104 y 106** están localizados en unas localizaciones respectivas a lo largo del eje de traslación.

El sistema **302** transportador está configurado para mover el objeto **101** y/o el conjunto **100** de cabezales de impresión de tal manera que una parte deseada del objeto **101** se lleva a las proximidades de una unidad de cabezal de impresión deseada en un momento deseado. De esta manera, la impresión puede realizarse sobre la superficie exterior del objeto. El transportador está configurado para permitir al menos dos tipos de movimiento relativo entre el objeto **101** y el conjunto de cabezales de impresión: (i) un movimiento de traslación a lo largo de o en paralelo al eje **110** de traslación, y (ii) una rotación alrededor del eje **110** de traslación. De esta manera, cualquier punto en la superficie exterior del objeto **101** puede llevarse a las proximidades de cualquier unidad de cabezal de impresión. Opcionalmente, existe un tercer tipo de movimiento relativo a lo largo de uno o más ejes radiales (o planos) sustancialmente en perpendicular al eje de traslación. Este tercer movimiento puede ser necesario con el fin de mantener una distancia deseada entre al menos una unidad de cabezal de impresión y la superficie del objeto.

En algunas realizaciones, la unidad **300** de control es una unidad electrónica configurada para transmitir, o transferir desde un codificador de movimiento del carro, una o más señales a las unidades de cabezal de impresión en el conjunto **100** y al sistema **302** transportador. Como alternativa, las señales procedentes del codificador de movimiento se transfieren directamente al conjunto de cabezales de impresión en el que se traducen por cada unidad de cabezal de impresión en instrucciones de impresión basándose en las señales recibidas desde la unidad **300** de control. En consecuencia, la o las señales de control posicional, transmitidas desde uno de los codificadores del carro al conjunto **100** de cabezales de impresión, pueden usarse por la unidad **300** de control para ordenar a las unidades de cabezal de impresión individuales que expulsen sus composiciones de material respectivas desde uno o más elementos de impresión (*por ejemplo*, boquillas/aberturas de expulsión) en momentos específicos. Además, la unidad **300** de control genera una o unas señales de control para el sistema **302** transportador, para ordenar al sistema **302** transportador que mueva (*es decir*, que traslade y/o haga rotar) los objetos **101** y/o el conjunto **100** de cabezales de impresión de acuerdo con un patrón deseado. Por lo tanto, la unidad **300** de control sincroniza el funcionamiento de las unidades de cabezal de impresión con el movimiento relativo entre el objeto **101** y el conjunto **100** de cabezales de impresión, con el fin de crear un patrón de impresión deseado en el objeto y, por lo tanto, imprimir una imagen deseada sobre la superficie exterior del objeto.

Los grupos de unidades de cabezal de impresión se colocan a lo largo del eje **110** de traslación, de tal manera que durante el movimiento relativo entre el objeto **101** y el conjunto **100** de cabezales de impresión, el objeto **101** se lleva sucesivamente a las proximidades de diferentes unidades o grupos de cabezal de impresión de las unidades de cabezal de impresión. Además, durante al menos ciertas etapas de este movimiento, diferentes partes de los objetos **101** pueden localizarse en las proximidades de las unidades de cabezal de impresión que pertenecen a al menos dos grupos o unidades de cabezal de impresión consecutivos localizados en posiciones sucesivas a lo largo del eje **110** de traslación. De esta manera, la superficie exterior del objeto puede imprimirse simultáneamente por unidades de cabezal de impresión que pertenecen a diferentes grupos o unidades de cabezal de impresión localizados en posiciones sucesivas a lo largo del eje **110** de traslación. Opcionalmente, los diferentes elementos de impresión de una sola unidad de impresión pueden imprimir sobre dos objetos diferentes al mismo tiempo. Como se ha explicado anteriormente, esta característica permite que el sistema **200** realice la impresión sobre uno o más objetos a la vez que optimiza la utilización de los cabezales de impresión, logrando de este modo un sistema de alta eficiencia capaz de proporcionar un alto rendimiento de objetos. Como se ejemplifica en la **figura 4A**, durante un cierto período de tiempo, el objeto **101** está en las proximidades del primer grupo (que incluye las unidades **102a**, **102b**, y **102c** de cabezal de impresión) y el segundo grupo (que incluye las unidades **104a**, **104b**, y **104c** de cabezal de impresión).

Además de mejorar el rendimiento de impresión en uno o más objetos, la estructura del sistema **200** también permite una impresión simultánea en una pluralidad de objetos **101**. Con este fin, los objetos **101** se introducen en el sistema **200**, uno tras otro, y el sistema **302** transportador mueve (*es decir*, traslada y/o hace rotar) los objetos **101** y/o el conjunto **100** de unidades de cabezal de impresión, de manera que cada objeto **101** puede imprimirse por ciertas partes de las unidades de cabezal de impresión que no se imprimen en otro objeto. Por ejemplo, en la **figura 4A**, el objeto **101** está en las proximidades del grupo primero y segundo (aunque en la práctica, un objeto puede imprimirse por más de dos grupos si el objeto es lo suficientemente largo en comparación con los cabezales de impresión y con las distancias entre los cabezales de impresión a lo largo del eje de traslación). Si ningún otro objeto está presente, las unidades de cabezal de impresión del tercer grupo (**106a**, **106b** y **106c**) y las unidades de cabezal de impresión del cuarto grupo (**108a**, **108b**, y **108c**) están inactivas. Sin embargo, si un segundo objeto se introduce en el sistema **200** y se mueve a las proximidades de los cabezales de impresión del grupo primero y/o segundo, el primer objeto se moverá a las proximidades de los grupos segundo y/o tercero. De esta manera, al menos alguno de estos últimos grupos (segundo y tercero) de los cabezales de impresión será capaz de imprimir una imagen sobre el primer objeto y alguno de los grupos anteriores (primero y segundo) de las unidades de cabezal de impresión será capaz de imprimir una imagen sobre el segundo objeto.

El sistema de impresión se considera plenamente utilizado cuando en todas las unidades de cabezal de impresión hay objetos que se están imprimiendo por las unidades de cabezal de impresión. Con este fin, se considera que cualquier hueco entre los objetos en la zona de impresión disminuye la eficiencia y, por lo tanto, se requiere minimizar los huecos entre los objetos.

Como puede verse en la **figura 4B**, las unidades de cabezal de impresión de cada grupo están colocadas alrededor del eje **110** de traslación, con el fin de mantener una distancia deseada con la superficie exterior del objeto. Las unidades de cabezal de impresión pueden colocarse en una disposición espaciada, o pueden ser adyacentes entre

sí. Las distancias entre unidades de cabezal de impresión consecutivas que pertenecen al mismo grupo pueden ser iguales entre sí o diferentes entre sí. Además, dentro de un grupo, las unidades de cabezal de impresión pueden colocarse alrededor de la superficie exterior del objeto, de tal manera que las distancias entre las diferentes unidades de cabezal de impresión y la superficie exterior del objeto sean iguales entre sí, o de tal manera que cada  
 5 unidad de cabezal de impresión tenga una distancia respectiva con la superficie exterior del objeto. La distancia entre las unidades de cabezal de impresión y la superficie exterior del objeto depende del tipo de unidades de cabezal de impresión usadas y su composición, y se elige de manera que las unidades de cabezal de impresión suministren sus composiciones de una forma deseada. Cabe señalar que la composición inyectada por las unidades de cabezal de impresión puede ser un material químico, un compuesto químico de materiales y/o una mezcla entre  
 10 los materiales y/o los compuestos.

En algunas realizaciones de la presente invención, la impresión sobre la superficie del objeto por diferentes unidades de cabezal de impresión o por diferentes elementos **130** de impresión de una unidad de cabezal de impresión puede realizarse con el fin de crear una nueva trayectoria que no se imprimió previamente. Opcionalmente, una parte de la impresión puede realizarse a lo largo o cerca de una trayectoria impresa existente. Puede usarse una trayectoria  
 15 impresa cerca de o entre otras dos trayectorias para lograr una resolución predefinida. Puede usarse una trayectoria impresa a lo largo de una trayectoria existente para completar la resolución de la trayectoria existente añadiendo más puntos para crear una trayectoria en espiral más densa. Además, la impresión de una trayectoria a lo largo de una trayectoria existente puede usarse para crear una redundancia entre dos elementos de impresión diferentes, es decir, si un elemento de impresión no está funcionando, entonces el segundo elemento de impresión imprime una parte (por ejemplo, un 50 %) de los datos deseados. Opcionalmente, en caso de que uno de los elementos de impresión deje de operar, el sistema puede controlarse con el fin de permitir que el segundo elemento de impresión imprima los datos que inicialmente estaban destinados a imprimirse por el primer elemento de impresión. Esto puede hacerse, por ejemplo, controlando (por ejemplo, decelerando) el movimiento (la traslación y/o la rotación) del objeto  
 20 **101** y/o la matriz de cabezal de impresión, o controlando el segundo elemento de impresión para que inyecte más tinta. Opcionalmente, las unidades de cabezal de impresión que pertenecen al mismo grupo están configuradas para inyectar tinta de un solo color en la superficie del objeto, y los diferentes grupos de unidades de cabezal de impresión están configurados para inyectar los colores respectivos en la superficie del objeto. Como alternativa, las diferentes unidades de cabezal de impresión que pertenecen al mismo grupo están configuradas para inyectar tinta de diferentes colores.

Cabe señalar que, aunque en las figuras mencionadas anteriormente se muestra que cada grupo incluye tres unidades de cabezal de impresión, los grupos pueden tener cualquier número de unidades de impresión, por ejemplo, uno, dos, cuatro, etc. Además, aunque las figuras mencionadas anteriormente muestran la presencia de cuatro grupos, puede incluirse cualquier número de grupos en el sistema de la presente invención. Además, en las figuras mencionadas anteriormente se muestra que las unidades de cabezal de impresión son más cortas que la  
 25 longitud del objeto **101**. Puede que este no sea el caso, ya que en algunos casos las unidades de cabezal de impresión pueden ser tan largas como el objeto, o incluso más largas.

El sistema **200** puede usarse para imprimir sobre el objeto **101** de acuerdo con dos secuencias de impresión diferentes: una impresión continua y una impresión por etapas o cualquier combinación de las mismas. En la impresión continua, la impresión se produce durante el movimiento relativo entre el objeto **101** y la disposición **100**  
 30 de cabezal de impresión, cuando dicho movimiento incluye un movimiento de traslación simultáneo a lo largo de o paralelo al eje **110** de traslación y un movimiento de rotación alrededor del eje **110** de traslación. En este tipo de impresión, los datos de imagen se imprimen sobre la superficie del objeto a lo largo de una trayectoria sustancialmente en espiral.

En la impresión por etapas, una traslación relativa entre el objeto y los cabezales de impresión lleva regiones deseadas de la superficie del objeto a las proximidades de uno o más grupos de cabezal de impresión o unidades de cabezal de impresión localizados en posiciones sucesivas a lo largo del eje de traslación. La traslación se detiene, mientras que se efectúa la rotación relativa. Durante la rotación, las unidades de cabezal de impresión realizan una impresión circunferencial sobre la superficie del objeto. Después de realizar la impresión, la traslación relativa se reinicia para llevar una o más regiones deseadas de la superficie del objeto a las proximidades de uno o más grupos  
 45 de cabezal de impresión. La rotación puede mantenerse durante la traslación, o interrumpirse al menos durante parte de la traslación.

Las etapas pueden ser pequeñas etapas, donde la traslación se produce para mover una región deseada del objeto **101** desde un elemento **130** de impresión a un elemento **130** de impresión consecutivo de una sola unidad de cabezal de impresión, o pueden ser etapas más grandes, donde la traslación se produce para mover una región deseada del objeto desde una primera unidad de cabezal de impresión a una unidad de cabezal de impresión sucesiva (por ejemplo, perteneciente a un grupo diferente) a lo largo del eje **110** de traslación. En algunas realizaciones, las etapas pueden ser lo suficientemente grandes para trasladar una región deseada del objeto **101** desde una primera unidad de cabezal de impresión a una segunda unidad de cabezal de impresión mientras que se saltan una o más unidades de cabezal de impresión intermedias.

En la etapa de impresión, la impresión circunferencial puede activarse por un disparador que confirma que la región deseada del objeto **101** se ha trasladado una distancia deseada. Este disparador puede ser una señal de codificador

de posicionamiento y/o una señal de índice, que se activa durante la traslación y no se activa cuando no se produce la traslación. Conociendo la velocidad de la traslación y la posición (a lo largo del eje de traslación) de las unidades de cabezal de impresión deseadas y sus elementos **130** de impresión, el punto de tiempo en el que la región deseada del objeto **101** se expone a la unidad de cabezal de impresión deseada, y puede calcularse su elemento **130** de impresión. Por lo tanto, cuando el disparador se activa por la señal de codificador de posicionamiento y/o de índice, se envía una instrucción para efectuar la impresión a la unidad de cabezal de impresión deseada y/o el elemento **130** de impresión, por ejemplo, de acuerdo con las señales de posición de codificador. Como alternativa, el disparador puede activarse por un detector de luz localizado en un lado del objeto **101** y los emisores de luz correspondientes localizados en un segundo lado del objeto **101**. Cuando el objeto **101** oscurece el detector de luz, y la luz procedente del emisor de luz no alcanza el detector de luz, se considera que la región deseada de la superficie del objeto se ha trasladado la cantidad deseada.

Opcionalmente, se monitoriza una coordenada circunferencial de una determinada región de la superficie del objeto (*por ejemplo*, calculada a través de una velocidad conocida de rotación y el radio conocido del objeto), y se activa un segundo disparador cuando la región alcanza una coordenada circunferencial deseada que corresponde a la coordenada circunferencial de la unidad de cabezal de impresión deseada, o el elemento **130** de impresión. En una variante, después de detener la traslación, se realiza la rotación relativa para exponer la región deseada sobre la superficie del objeto a la unidad de cabezal de impresión deseada, o el elemento **130** de impresión, y solo entonces se efectúa la impresión (expulsión de la composición de material). En otra variante, no se usa el segundo disparador, y cuando cesa la traslación, la región deseada de la superficie del objeto se expone a una unidad de cabezal de impresión diferente, o elemento **130** de impresión. Debido a que se conoce la coordenada circunferencial de la región deseada, la unidad de control puede dar una instrucción a la unidad de cabezal de impresión o elemento **130** de impresión diferente, para efectuar una impresión deseada sobre la región deseada. Esta última variante es útil para disminuir las demoras en la impresión del objeto. Un posible patrón de impresión puede incluir tanto la impresión continua como la impresión por etapas, realizadas en diferentes momentos.

Cabe señalar que el eje **110** de traslación se muestra en las figuras como una línea recta. Este puede no ser necesariamente el caso. De hecho, el eje de traslación puede ser curvilíneo, o puede tener secciones rectas y secciones curvilíneas.

Haciendo referencia ahora a las **figuras 5A y 5B**, se ejemplifica un sistema **302** transportador incluido en el sistema de impresión en algunas realizaciones. En el ejemplo no limitante ilustrado en la **figura 5A**, el sistema **302** transportador está configurado para mover el objeto **101**, mientras que en la **figura 5B** el sistema **302** transportador está configurado para mover el conjunto **100** de cabezales de impresión.

En el ejemplo no limitante mostrado en la **figura 5A**, el sistema **302** transportador del sistema **200** incluye un portaobjetos **150** unido a un extremo del objeto **101**. En una variante, el portaobjetos mueve el objeto **101** a lo largo del eje **110** de traslación, y hace rotar el objeto alrededor del eje **110** de traslación. La traslación y la rotación pueden ser simultáneas o no, dependiendo de la forma deseada de impresión. Opcionalmente, el sistema **302** transportador incluye una cinta **152** transportadora, que está configurada para mover el objeto **101** a lo largo del eje **110** de traslación (como se muestra por la doble flecha **154**), mientras que la función del portaobjetos se limita a hacer rotar el objeto **101** (como se muestra por la flecha **156**).

La cinta **152** transportadora puede ser una cinta que se mueve mediante un sistema de movimiento, tal como un motor eléctrico, un sistema de motor lineal, múltiples sistemas de motor lineales que se combinan para formar una ruta, un sistema lineal magnético, o un sistema de flujo de aire a presión. En caso de que se maneje una pluralidad de objetos, cada uno de los objetos puede manejarse por separado por uno o más portaobjetos. Puede darse el caso de que cada uno de los objetos **101** se controle en diferentes lugares a lo largo del eje **110** de traslación para trasladarlo de una manera diferente (*por ejemplo*, a una velocidad diferente) a lo largo del eje **110** de traslación.

En el ejemplo no limitante mostrado en la **figura 5B**, el sistema **302** transportador del sistema **200** incluye un carro **158**. El carro **158** en este ejemplo transporta el conjunto **100** de cabezales de impresión a lo largo de una dirección paralela al eje **110** de traslación (como se muestra por la doble flecha **160**) y rota con las unidades de cabezal de impresión alrededor del eje de traslación (como se muestra por la flecha **162**).

Debe añadirse que, aunque no se ilustra en las figuras, también son posibles otros escenarios para dar lugar al movimiento de traslación y rotación relativo entre el objeto y la disposición de cabezal de impresión. En un primer escenario posible, el sistema **302** transportador está diseñado para mover el conjunto **100** de cabezales de impresión a lo largo del eje **110** de traslación e incluye un portaobjetos para hacer rotar el objeto alrededor del eje **110** de traslación. En un segundo escenario posible, el sistema **302** transportador está diseñado para mover el objeto **101** a lo largo del eje **110** de traslación y para hacer rotar la disposición de cabezal de impresión alrededor del eje **110** de traslación.

En algunas realizaciones, pueden moverse tanto el objeto **101** como las disposiciones **100** de cabezal de impresión.

Todas las formas de movimiento relativo descritas anteriormente (fijar las unidades de cabezal de impresión y mover el objeto, mover las unidades de cabezal de impresión y fijar el objeto, trasladar el objeto y hacer rotar la disposición

de cabezal de impresión, hacer rotar el objeto y trasladar la disposición de cabezal de impresión, mover las unidades de cabezal de impresión y mover el objeto) están dentro del ámbito de la presente invención y son equivalentes entre sí. Con el fin de simplificar la descripción de la invención, en la parte restante del presente documento la descripción se relacionará con el caso en el que se fijan las unidades de cabezal de impresión y se mueve (se traslada y se hace rotar) el objeto **101**. Sin embargo, las referencias al movimiento del objeto **101** deben entenderse como referencias al movimiento relativo entre el objeto **101** y las disposiciones **100** de unidades de cabezal de impresión.

En los dos casos descritos anteriormente, las unidades de cabezal de impresión individuales y/o los grupos individuales pueden moverse a lo largo del eje **110** de traslación unos con respecto a otros. Esto puede usarse para una calibración manual y/o automática antes y/o después de la impresión. Opcionalmente, las unidades y/o grupos de cabezal de impresión individuales pueden moverse alrededor o en perpendicular al eje **110** de traslación. Esto también puede usarse para una calibración manual y/o automática antes y/o después de la impresión.

Haciendo referencia ahora a las **figuras 6A y 6B**, que son dibujos esquemáticos que ilustran algunas realizaciones posibles, las unidades de cabezal de impresión individuales pueden moverse de manera controlada.

En la **figura 6A**, las unidades **102a-102d** de cabezal de impresión pertenecen a un solo grupo y se colocan a lo largo de la circunferencia del objeto **101**. En la **figura 6B**, las unidades **102b** y **102d** de cabezal de impresión se alejan del eje de traslación (o del objeto **101**), tal como se representa por las flechas **180** y **182**, respectivamente. En algunas realizaciones de la presente invención, al menos algunas unidades de cabezal de impresión pueden acercarse y alejarse individualmente del objeto **101**. Opcionalmente, dicho movimiento para cada unidad de cabezal de impresión se produce a lo largo de un eje respectivo que es perpendicular al eje de traslación. Opcionalmente, también puede ajustarse la orientación de las unidades de cabezal de impresión individuales.

La capacidad de mover las unidades de cabezal de impresión permite el mantenimiento de una distancia deseada entre las unidades de cabezal de impresión y el objeto **101**. Además, el movimiento de las unidades de cabezal de impresión permite mover las unidades de cabezal de impresión seleccionadas entre sus posiciones activas y sus posiciones pasivas. Esto da flexibilidad al conjunto de cabezales de impresión, ya que puede configurarse de diferentes maneras para imprimir sobre superficies de diferentes diámetros y longitudes (*por ejemplo*, para objetos de pequeño diámetro, se disminuye el número de unidades de cabezal de impresión activas en un grupo, para permitir que los cabezales de impresión activos estén a una distancia deseada de la superficie exterior del objeto). En una variante, las unidades de cabezal de impresión solo pueden moverse antes de la impresión, *es decir*, después de que el objeto empieza a moverse las unidades de cabezal de impresión mantienen su posición con respecto al eje de traslación. Esta característica es ventajosa, ya que permite que el sistema **200** mantenga una distancia deseada entre las unidades de cabezal de impresión y los objetos que tienen una pluralidad de diámetros y longitudes. En otra variante, las unidades de cabezal de impresión pueden moverse durante la impresión. La última característica puede ser ventajosa en el caso en de que el tamaño y/o forma de sección transversal del objeto varíe a lo largo de la longitud del objeto, o en los casos donde el objeto no es circular (como se ejemplifica en las **figuras 7A a 7C**).

Haciendo referencia ahora a las **figuras 7A a 7C**, se ejemplifican realizaciones en las que las unidades de cabezal de impresión pueden moverse de manera controlada para adaptarse a una forma del objeto **101**, antes y durante la rotación del objeto **101**.

En la **figura 7A**, un objeto **101** que tiene una sección transversal elíptica se lleva al sistema **100**. Las unidades **102a-102d** de cabezal de impresión pertenecen a un solo grupo y se colocan inicialmente para que coincidan con la forma de un objeto circular. En la **figura 7B**, las unidades **102b** y **102c** de cabezal de impresión se acercan al eje de traslación (localizado en el centro de la sección transversal elíptica en el objeto **101** y que se mueve fuera de la página), de manera que se mantiene una distancia deseada entre la superficie exterior de los objetos y cada unidad de cabezal de impresión. Se hace rotar el objeto **101**. Durante la rotación, las unidades **102a-102d** de cabezal de impresión se mueven con respecto al eje de traslación y, opcionalmente, se varía su orientación. En un momento dado, el objeto **101** ha rotado 90 grados. Las unidades **102a** y **102d** de cabezal de impresión se han acercado al eje de traslación, mientras que las unidades **102b** y **102c** de cabezal de impresión se han alejado del eje de traslación. De esta manera, se mantiene una distancia deseada entre las unidades de cabezal de impresión y la superficie del objeto. Además, se ha cambiado la orientación de todas las unidades de cabezal de impresión, con el fin de mantener una orientación deseada con respecto a las regiones del objeto que se exponen a las unidades de cabezal de impresión.

Cabe que señalar que en las figuras anteriores, se ha mostrado que las unidades de cabezal de impresión del mismo grupo se localizan en la misma coordenada a lo largo del eje **110** de traslación. Sin embargo, este no es necesariamente el caso. Haciendo referencia ahora a las **figuras 8A y 8B**, se ejemplifican dos disposiciones opcionales de unidades de cabezal de impresión que pertenecen a un grupo. En las **figuras 8A** un dibujo esquemático ejemplifica algunas posibles realizaciones en las que las unidades de cabezal de impresión que pertenecen al mismo grupo están colocadas en la misma localización a lo largo del eje **110** de traslación. La **figura 8B** es un dibujo esquemático que ejemplifica algunas posibles realizaciones en las que las unidades de cabezal de impresión que pertenecen al mismo grupo están escalonadas, *es decir*, están colocadas en diferentes localizaciones

a lo largo del eje **110** de traslación.

En la **figura 8A**, todas las unidades de cabezal de impresión que pertenecen al mismo grupo están colocadas en una misma localización **X** a lo largo del eje **110** de traslación. En otras palabras, los salientes de las diferentes unidades de cabezal de impresión del mismo grupo en el eje **110** de traslación caen en la misma región del eje de traslación. En la **figura 8B**, cada unidad de cabezal de impresión del mismo grupo está colocada en una localización respectiva a lo largo de eje **110** de traslación. La unidad **102a** de cabezal de impresión está centrada en la coordenada **A** en el eje **110** de traslación. La unidad **102b** de cabezal de impresión está centrada en la coordenada **B**. La unidad **102c** de cabezal de impresión está centrada en la coordenada **C**. La unidad **102d** de cabezal de impresión está centrada en la coordenada **D**. En otras palabras, los salientes a lo largo del eje de traslación de al menos dos de las unidades de cabezal de impresión del al menos un grupo caen en unas regiones diferentes del eje **110** de traslación.

Haciendo referencia ahora a la **figura 9A**, se ejemplifican algunas realizaciones en las que al menos una estación de curado/secado está localizada en el extremo del conjunto **100** de unidades de impresión, corriente abajo del último grupo de unidades de cabezal de impresión.

En la **figura 9A**, el objeto **101** se mueve de derecha a izquierda, en la dirección **201**. Durante esta traslación, las regiones de la superficie del objeto se exponen sucesivamente a las unidades de cabezal de impresión de los grupos **102**, **104**, **106**, y **108** (o a las unidades **102a**, **104a**, **106a**, y **108a** de cabezal de impresión, si el conjunto **100** de cabezales de impresión se coloca de acuerdo con las **figuras 2A y 2B**) y se imprime. La impresión puede ser una impresión continua o una impresión por etapas, como se ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones de la presente invención, una estación **202** de curado/secado está localizada corriente abajo del último grupo **108** (o la última unidad **108a** de cabezal de impresión). Después de recibir tinta desde las unidades de cabezal de impresión, el objeto **101** se mueve a la estación de curado/secado, donde la tinta se fija sobre la superficie del objeto. El curado/secado puede realizarse de acuerdo con cualquier técnica conocida, tal como: exposición de la superficie impresa a la luz ultravioleta (UV) sin o con cualquier combinación de gas o líquido externo para mejorar la velocidad de curado/secado; exposición de la superficie impresa a un haz eléctrico (EB); calentamiento de la superficie a través de la exposición a la radiación IR (infrarroja); secado por ventilación. Estas técnicas pueden usarse para el curado/secado después de que se realice la impresión.

Las técnicas también pueden usarse para la imprimación/pretratamiento de la superficie del objeto antes de la impresión: exposición de la superficie impresa del objeto a una llama, y/o plasma, y/o corona, y/o equipo de limpieza de superficie: y/o equipo antiestático; calentamiento de superficie o equipo de secado; aplicación de un material de imprimación o de recubrimiento a la superficie; exposición de la superficie impresa o no impresa a un gas, tal como nitrógeno o un gas inerte para mejorar el curado posterior. Con este fin, opcionalmente, una estación **204** de imprimación está localizada corriente arriba del primer grupo **102** de cabezal de impresión (o la primera unidad **102a** de cabezal de impresión). En la estación **204** de imprimación, la superficie del objeto **101** se trata con el fin de mejorar la impresión inminente sobre la misma. La imprimación puede realizarse de acuerdo con cualquiera de las formas mencionadas anteriormente usadas para la imprimación/pretratamiento.

Cabe señalar que la estación de curado/secado puede incluir una sola unidad de curado/secado o un grupo de unidades de curado/secado colocadas alrededor del eje **110** de traslación. De manera similar, la estación de imprimación puede incluir una sola unidad de imprimación o un grupo de unidades de imprimación colocadas alrededor del eje **110** de traslación.

Haciendo referencia ahora a la **figura 9B**, un dibujo esquemático ejemplifica algunas realizaciones en las que al menos una estación de curado/secado y/o una estación de imprimación/pretratamiento está localizadas entre dos grupos sucesivos de unidades de cabezal de impresión.

En algunas realizaciones, puede ser deseable tener una estación de curado o de imprimación después (corriente abajo) de uno o algunos de los grupos de unidades de cabezal de impresión (o después de algunas de las unidades de cabezal de impresión localizadas en posiciones sucesivas a lo largo del eje de traslación). Por ejemplo, y sin que sea limitante, si se aplican grupos o unidades de cabezal de impresión consecutivos a las composiciones de objetos que pueden mezclarse entre sí y producir resultados no deseables se necesita una estación de curado entre estos dos grupos o unidades de cabezal de impresión consecutivos. En otro ejemplo, determinadas unidades de cabezal de impresión o las unidades de cabezal de impresión de determinados grupos están configuradas para inyectar una composición que necesita un determinado tipo de imprimación antes de su aplicación sobre la superficie del objeto. En este caso, es necesario colocar una estación de imprimación antes de las determinadas unidades de cabezal de impresión o los determinados grupos.

En el ejemplo no limitante de la **figura 9B**, una estación **206** de curado/secado y/o de imprimación/pretratamiento está localizada entre los grupos **102** y **104** (o las unidades **102a** y **104a** de cabezal de impresión), y una estación **208** de curado/secado y/o de imprimación/pretratamiento está localizada entre los grupos **104** y **106** (o las unidades **104a** y **106a** de cabezal de impresión), y una estación **210** de curado/secado y/o de imprimación/pretratamiento está localizada entre los grupos **106** y **108** (o las unidades **106a** y **108a** de cabezal de impresión).

Haciendo referencia ahora a la **figura 9C**, un dibujo esquemático ejemplifica algunas realizaciones en las que una pluralidad de estaciones de curado/secado/imprimación/pretratamiento están colocadas una tras otra a lo largo del eje de traslación. En este ejemplo no limitante, las estaciones **212, 214, 216, 218, 219** de curado/secado/imprimación/pretratamiento están localizadas por debajo del objeto **101**, mientras que los grupos de cabezal de impresión (o las unidades de cabezal de impresión individuales) están localizados por encima del objeto **101**. De esta manera, puede realizarse simultáneamente la impresión y el curado/secado/imprimación/pretratamiento. Opcionalmente, las estaciones **212, 214, 216, 218, 219** pueden ser parte de una sola estación larga que tiene una pluralidad de elementos de impresión. Esto es ventajoso ya que crea un curado/secado/imprimación/pretratamiento de cada capa impresa en cada ciclo.

Haciendo referencia ahora a la **figura 9D**, un dibujo esquemático ejemplifica algunas realizaciones en las que al menos una unidad de curado/secado y/o de imprimación/pretratamiento es parte de un grupo de unidades de cabezal de impresión. En este ejemplo no limitante, el grupo **170** incluye unas unidades **170a** y **170c** de cabezal de impresión y unas unidades **170b** y **170d** de curado/secado y/o de imprimación/pretratamiento. Esto permite que el curado/secado y/o la imprimación/pretratamiento se realicen antes, durante o después de la impresión por las unidades de cabezal de impresión individuales.

En algunas realizaciones mostradas en las **figuras 9A a 9D** pueden usarse ventajosamente tintas de auto-fijación en las unidades **35** de cabezal de impresión. Dichas tintas de auto-fijación están habitualmente configuradas para fijarse instantáneamente después de inyectarse desde los elementos de impresión del cabezal de impresión tras alcanzar la superficie del objeto. En consecuencia, dichas posibles realizaciones que emplean tintas de auto-fijación pueden utilizar una zona de curado al final del procedimiento de impresión. Además, en dichas posibles realizaciones en las que se emplea una sola zona de curado al final del procedimiento de impresión se permite diseñar conjuntos de cabezales de impresión que tienen longitudes más cortas y precisiones superiores.

Haciendo referencia ahora a las **figuras 10A a 10C**, son dibujos esquemáticos que ilustran algunas posibles realizaciones en las que las composiciones primera y segunda se inyectan en la misma localización de la superficie del objeto por las unidades de cabezal de impresión de los grupos primero y segundo, respectivamente (o por las unidades de cabezal de impresión primera y segunda), con el fin de imprimir la localización con una tercera composición que está formada por una combinación de las composiciones primera y segunda.

En la **figura 10A**, el objeto **101** se mueve en la dirección **220** a lo largo del eje de traslación, de manera que una determinada región de la superficie del objeto se expone a una unidad de cabezal de impresión de un primer grupo **102** (o a una primera unidad **102a** de cabezal de impresión, si el conjunto de cabezales de impresión está configurado de acuerdo con los ejemplos de la **figura 2A** o **2B**). La unidad de cabezal de impresión inyecta una primera composición **222** en la región de la superficie del objeto, de acuerdo con una instrucción de la unidad **300** de control. En la **figura 10B**, el objeto **101** se mueve en la dirección **220** por el sistema **302** transportador, de manera que la región de la superficie del objeto se expone a una unidad de cabezal de impresión de un segundo grupo **104** (o a una segunda unidad **104a** de cabezal de impresión). En este punto, la unidad de control ordena al cabezal de impresión del segundo grupo que inyecte una segunda composición **224** en la región que ha recibido la primera composición. En la **figura 10C** las composiciones primera y segunda se combinan y producen una tercera composición **226**. La combinación de las composiciones primera y segunda puede ser una mezcla o una reacción química. La mezcla puede ser una mezcla de tinta de dos colores diferentes para generar una tinta deseada de un tercer color.

Esta configuración es ventajosa en el caso de que la tercera composición **226** no pueda imprimirse por el sistema de impresión deseado. Por ejemplo, y sin que sea limitante, si la tercera composición es un sólido, la tercera composición no podrá expulsarse en una impresión por chorro de tinta. Las composiciones líquidas primera y segunda son para combinarse durante el procedimiento de impresión de acuerdo con las técnicas de las **figuras 10A a 10C**, si han de suministrarse por las unidades de cabezal de impresión en forma líquida a la zona objetivo. En la zona objetivo, se producirá la combinación entre los compuestos líquidos para formar la composición sólida.

Una composición sólida es un ejemplo extremo. De hecho, incluso una composición líquida deseada que tenga una viscosidad de fluido por encima de un determinado umbral no podrá suministrarse por determinadas unidades de cabezal de impresión (muchas unidades de cabezal de impresión por chorro de tinta, por ejemplo, pueden inyectar líquidos que tienen una viscosidad entre 10-15 centipoise). Sin embargo, si las composiciones de componentes de la composición deseada tienen una viscosidad que está por debajo del umbral de funcionamiento de las unidades de cabezal de impresión, las composiciones de componentes pueden suministrarse por sucesivas unidades de cabezal de impresión y mezclarse en la zona objetivo para formar la composición deseada más viscosa.

La combinación de composiciones descrita en las **figuras 10A a 10C** puede lograrse mediante una sola unidad **102a** de cabezal de impresión que tenga al menos dos elementos **226** y **228** de impresión, como se representa mediante las **figuras 11A a 11C**. En este ejemplo no limitante, el primer elemento **226** de impresión expulsa la primera composición **222** en una determinada región de la superficie del objeto **101**, y el segundo elemento **228** de impresión expulsa la segunda composición **224** en la determinada región de la superficie del objeto **101**.

Haciendo referencia ahora a las **figuras 12A a 12C**, son dibujos esquemáticos que ilustran algunas posibles realizaciones en las que las composiciones primera y segunda se inyectan en la misma localización de la superficie del objeto por las unidades de impresión primera y segunda del mismo grupo, respectivamente, con el fin de imprimir la localización con una tercera composición que está formada por una combinación de las composiciones primera y segunda.

En la **figura 12A**, una unidad **102a** de cabezal de impresión inyecta una primera composición **222** en una determinada región de la superficie del objeto, de acuerdo con una instrucción de la unidad **300** de control, mientras que el objeto rota en la dirección **230** alrededor del eje de traslación. En la **figura 12B**, el objeto **101** se hace rotar en la dirección **230**, y la región que ha recibido la primera composición **222** se lleva a las proximidades de una segunda unidad **102b** de cabezal de impresión que pertenece al mismo grupo que la primera unidad **102a** de cabezal de impresión. En este punto, la unidad de control ordena a la segunda unidad **102b** de cabezal de impresión que inyecte una segunda composición **224** en la región que ha recibido previamente la primera composición **222**. En la **figura 12C**, las composiciones primera y segunda se combinan entre sí (*por ejemplo*, por reacción química o mezcla) y producen una tercera composición **226**. Como anteriormente, esta configuración es ventajosa en caso de que la tercera composición **226** no pueda imprimirse por el sistema de impresión.

Cabe señalar que, aunque los ejemplos de las **figuras 10A-10C**, **11A-11C**, y **12A-12C** se refieren a la impresión de una composición deseada formada por dos composiciones de componentes, la técnica de las **figuras 10A-10C 11A-11C** y **12A-12C**, también puede usarse para formar una composición deseada combinando tres o más composiciones de componentes.

Haciendo referencia ahora a las **figuras 13A y 13B**, son dibujos esquemáticos que ejemplifican posibles realizaciones en las que las unidades de impresión que pertenecen a diferentes grupos se localizan en la misma posición alrededor del eje de traslación, y se organizan en barras/columnas. En la **figura 13A** se muestra una vista en perspectiva del conjunto de cabezales de impresión. En la **figura 13B**, se muestra una vista lateral del conjunto de cabezales de impresión.

Como se ha explicado anteriormente, las unidades **102a**, **102b**, y **102c** de cabezal de impresión pertenecen a un primer grupo, las unidades **104a**, **104b**, y **104c** de cabezal de impresión pertenecen a un segundo grupo, y las unidades **106a**, **106b**, y **106c** de cabezal de impresión pertenecen a un tercer grupo. En el ejemplo de las **figuras 13A y 13B**, las unidades **102a**, **104a**, y **106a** de cabezal de impresión están localizadas en una primera coordenada angular alrededor del eje de traslación. De manera similar, las unidades **102b**, **104b** y **106b** de cabezal de impresión están localizadas en una segunda coordenada angular alrededor del eje de traslación. Además, las unidades **102c**, **104c**, y **106c** de cabezal de impresión están localizadas en una tercera coordenada angular alrededor del eje de traslación. Las unidades **102a**, **104a**, y **106a** de cabezal de impresión forman una columna sustancialmente paralela al eje de traslación (como lo hacen las unidades **102b**, **104b** y **106b** de cabezal de impresión y las unidades **102c**, **104c**, y **106c** de cabezal de impresión).

En cada columna, los cabezales de impresión se unen entre sí y forman barras. La localización de las unidades de cabezal de impresión durante la impresión es fundamental para lograr una impresión satisfactoria. Las unidades de cabezal de impresión deben alinearse entre sí a lo largo de eje de traslación con una alta precisión para una impresión de alta resolución. Por lo tanto, la alineación de las unidades de cabezal de impresión unas con respecto a otras es una parte importante del procedimiento de impresión. La ventaja de tener los cabezales de impresión dispuestos en barras/columnas radica en el hecho de que en lugar de ajustar una posición de cada cabezal de impresión individualmente antes de la impresión, se ajustan las posiciones de las barras/columnas a lo largo del eje de traslación. Mediante el ajuste de la posición de cada barra/columna, se ajusta la posición de una pluralidad de unidades de cabezal de impresión que constituyen la barra/columna. Por lo tanto, una vez que se elige la posición de la primera barra/columna, todas las otras barras/columnas deben simplemente alinearse con la primera barra/columna. Esto permite un ajuste preciso y rápido de la localización de los cabezales de impresión antes de la impresión.

Aunque las subsiguientes unidades de cabezal de impresión de cualquier barra de las **figuras 13A y 13B** se muestran unidas entre sí, este no es necesariamente el caso. De hecho, una barra/columna puede incluir al menos dos unidades de cabezal de impresión subsiguientes colocadas con el fin de definir entre las mismas un espacio vacío.

Haciendo referencia ahora a la **figura 14**, es un diagrama de bloques que ilustra una realización del sistema **200** en el que una unidad **300** de control controla el transportador y el conjunto de cabezales de impresión de acuerdo con uno o más tipos de datos de entrada.

El sistema **200** en este ejemplo no limitante incluye una unidad **300** de control, un sistema **302** transportador, y un conjunto **100** de cabezales de impresión, habiéndose descrito todos ellos anteriormente en el presente documento. El conjunto **100** de cabezales de impresión puede incluir o no una o más unidades o estaciones de imprimación **204** y/o de curado **202**, como se ha descrito anteriormente en el presente documento. Opcionalmente, el sistema **200** incluye una unidad **306** de carga/descarga configurada para cargar el o los objetos en el sistema **302** transportador y descargar el o los objetos del sistema **302** transportador una vez que se ha completado la impresión (y,

opcionalmente, el curado/secado y/o la imprimación/pretratamiento). La unidad **300** de control opera el sistema **302** transportador, el conjunto **100** de cabezales de impresión, y el dispositivo **306** de carga/descarga (si está presente), para crear una secuencia deseada de operaciones de estos elementos (patrón de impresión), con el fin de producir una imagen impresa en el objeto **101**.

- 5 Opcionalmente, la secuencia de operaciones se transmite a la unidad **300** de control desde una fuente externa como datos **308** de entrada. La fuente externa puede ser un ordenador, que calcula una secuencia adecuada de operaciones basándose en las propiedades (por ejemplo, colores, tamaño, etc.) de una imagen que va a imprimirse en el objeto. En una variante, la unidad **300** de control incluye un procesador **302a** configurado para procesar la imagen y determinar la secuencia deseada de operaciones. En este caso, los datos **308** de entrada son datos  
10 indicativos de la imagen a imprimir, que el procesador **302a** utiliza para determinar la secuencia de operaciones.

En una variante, el sistema **200** incluye un sensor **310** de distancia y un sensor **312** de alineación. El sensor **310** de distancia está configurado para detectar la distancia entre al menos una unidad de cabezal de impresión y la superficie del objeto. El sensor **312** de alineación está configurado para determinar si las unidades de cabezal de impresión (o las barras/columnas de tales unidades, si están presentes) se alinean correctamente entre sí a lo largo  
15 de eje de traslación y/o alrededor del eje de traslación.

La unidad **300** de control recibe datos del sensor **310** de distancia y el sensor **312** de alineación con el fin de determinar si las unidades de cabezal de impresión están en sus posiciones correctas, y determina si moverlas o no. En una variante, la unidad **300** de control ordena a las unidades de cabezal de impresión que se muevan a sus posiciones asignadas antes de que comience la impresión (perpendicularmente al eje de traslación de acuerdo con  
20 los datos procedentes del sensor **310** de distancia, y/o a lo largo y/o alrededor del eje de traslación de acuerdo con los datos procedentes del sensor **312** de alineación). En otra variante, la unidad **300** de control ordena a las unidades de cabezal de impresión que se muevan a sus posiciones asignadas durante la impresión (por ejemplo, si la forma de sección transversal del objeto varía a lo largo de la longitud del objeto o de la sección transversal del objeto no es circular, como se ha explicado anteriormente).

25 El sensor **310** de distancia y el sensor **312** de alineación pueden operar emitiendo radiación (*por ejemplo*, electromagnética, óptica, acústica) hacia un objetivo y recibiendo la radiación reflejada/dispersada por el objetivo. Una propiedad de la radiación recibida (*por ejemplo*, periodo de tiempo después de la emisión, fase, intensidad, etc.) se analiza con el fin de determinar la distancia entre el sensor y el objetivo.

De acuerdo con una primera variante, se monta un elemento de sensor de distancia en al menos una de las unidades de cabezal de impresión y se configura para emitir radiación hacia, y recibir radiación de, el objeto. De acuerdo con una segunda variante, el sensor de distancia es un elemento externo que determina la posición de una  
30 unidad de cabezal de impresión y de la superficie del objeto, y calcula la distancia entre las mismas.

De manera similar, en una variante, un elemento del sensor **312** de alineación se monta en una unidad de cabezal de impresión y se configura para emitir radiación a, y recibir radiación de, otra unidad de cabezal de impresión. En otra variante, el sensor **312** de alineación incluye un elemento externo configurado para determinar la posición de  
35 dos unidades de cabezal de impresión (o barras/columnas de dichas unidades) y calcular la distancia entre las mismas.

En algunas realizaciones de la presente invención, el sensor de distancia y el sensor de alineación no están presentes, y se requiere un procedimiento de calibración antes de la impresión. En el procedimiento de calibración,  
40 las unidades de cabezal de impresión del conjunto **100** se mueven a sus posiciones antes de la impresión, y se realiza una impresión de prueba. La imagen impresa en la impresión de prueba se analiza o bien por un usuario o por un ordenador (*por ejemplo*, un ordenador externo o la propia unidad de control), y las posiciones de las unidades de cabezal de impresión se ajustan en consecuencia, o bien manualmente o automáticamente. Una vez que ha finalizado este procedimiento de calibración, puede tener lugar la impresión de uno o más objetos.

45 Las **figuras 15 a 21** muestran un sistema **17** de impresión de acuerdo con algunas posibles realizaciones. En general, el sistema **17** de impresión mostrado en las **figuras 15 a 21** está configurado para mantener y manejar una alimentación continua de objetos **101** (también denominados en el presente documento corriente de objetos) a imprimir, mientras que mantiene un hueco mínimo (*por ejemplo*, de aproximadamente 2 mm a 100 mm) entre los objetos **101** adyacentes.

Haciendo referencia a la **figura 15**, en este ejemplo no limitante el sistema **17** de impresión comprende, en general, el carril **10** de bucle cerrado y el conjunto **100** de cabezales de impresión montado en la zona **12z** de impresión del carril **10** en el sistema **27** elevador. Otras partes del sistema de impresión (*por ejemplo*, la unidad de imprimación, la unidad de curado, etc.) no se muestran en aras de la simplicidad. El carril **10** es, en general, un carril circular; en este ejemplo no limitante tiene una forma sustancialmente elíptica. El carril **10** puede implementarse por una  
50 plataforma **10p** en forma de anillo elíptico que comprende una o más pistas **10r** que tienen, cada una de las mismas, una pluralidad de placas **22** de deslizamiento montadas en las mismas y configuradas para un movimiento deslizante sobre las mismas. Al menos dos placas **22** de deslizamiento, cada una montada en una pista **10r** diferente, se alinean radialmente en relación con el carril **10** para recibir una plataforma **37** desmontable e

implementar un carro **C<sub>i</sub>** configurado para retener una pluralidad de objetos **101** a imprimir, y hacerlos avanzar hacia la zona **12z** de impresión. En este ejemplo no limitante, el carril **10** comprende dos pistas **10r** y las placas **22** de deslizamiento montadas de manera deslizante en las pistas **22** están dispuestas en parejas, pudiendo cada placa de deslizamiento de cada par de placas de deslizamiento montarse de manera deslizante en una pista **22** diferente, de tal manera que se construye una pluralidad de carros **C<sub>1</sub>**, **C<sub>2</sub>**, **C<sub>3</sub>**,..., deslizable uniendo una plataforma **37** desmontable a cada uno de dichos pares de placas **22** de deslizamiento.

La implementación de un carril **10** elíptico puede llevarse a cabo usando raíles rectos conectados a raíles curvos para lograr el movimiento sin interrupciones continuo deseado en la pista elíptica. En consecuencia, las placas **22** de deslizamiento pueden estar configuradas para que puedan pasar con suavidad por las secciones curvas del carril **10**. Las zonas **12z** de impresión del carril **10** se localizan, preferentemente, en partes sustancialmente rectas del carril **10** elíptico con el fin de diseñar zonas de impresión que permitan una alta precisión, que es difícil de lograr en las partes curvas del carril **10**. En algunas realizaciones, las pistas en forma de curva tienen unas correderas con una tolerancia del sistema de rodamiento integrado para permitir la rotación requerida por las partes no lineales/curvas de la pista. Habitualmente, estas tolerancias superan el error total permisible para la zona **12z** de impresión lineal. En la zona **12z** de impresión lineal, los errores tolerables permitidos están en el intervalo de unos pocos micrómetros, debido a los requisitos de alta resolución para una resolución superior a 1000 dpi para altas calidades/resoluciones de imagen. Para estas altas resoluciones se requieren 25 micrómetros entre las líneas de puntos, lo que significa que se requiere una precisión de puntos de aproximadamente  $\pm 5$  micrómetros con el fin de que las placas de deslizamiento pasen por la zona **12z** de impresión con un error de balance de impresión acumulado en el eje X, Y, Z que no supere el error de posición de colocación de puntos tolerable de  $\pm 5$  micrómetros requerido.

El conjunto **100** de cabezales de impresión comprende una matriz de unidades **35** de cabezal de impresión unidas de manera desmontable a una placa **30** de matriz y alineadas en el mismo con respecto a las pistas **10r** del carril **10**. La placa **30** de matriz está unida al sistema **27** elevador que está configurado para ajustar la altura de los elementos de impresión de las unidades **35** de cabezal de impresión de acuerdo con las dimensiones de los objetos **101** retenidos por los carros **C<sub>1</sub>**, **C<sub>2</sub>**, **C<sub>3</sub>**,..., que se acercan a la zona **12z** de impresión.

Haciendo referencia ahora a las figuras **16A** y **16B**, la matriz de unidades **35** de cabezal de impresión del conjunto **100** de cabezales de impresión puede comprender una pluralidad de sub-matrices **R<sub>1</sub>**, **R<sub>2</sub>**, **R<sub>3</sub>**,..., de las unidades **35** de cabezal de impresión, estando cada una de dichas sub-matrices **R<sub>1</sub>**, **R<sub>2</sub>**, **R<sub>3</sub>**,..., configurada para definir una ruta **T<sub>1</sub>**, **T<sub>2</sub>**, **T<sub>3</sub>**,..., de impresión respectiva en la zona **12z** de impresión. Como se ilustra en las figuras **16A** y **16B**, las rutas **T<sub>1</sub>**, **T<sub>2</sub>**, **T<sub>3</sub>**,..., de impresión se definen a lo largo de un eje **38** de impresión que está sustancialmente alineado, *por ejemplo*, con una de las pistas **10r** del carril **10**. De esta manera, los objetos **101** movidos a lo largo de una ruta **T<sub>j</sub>** ( $j = 1, 2, 3, \dots$ ) de impresión se hacen pasar por debajo de los elementos **130** de impresión de los cabezales de impresión de la sub-matriz **R<sub>j</sub>** respectiva.

Cada carro **C<sub>i</sub>** que se carga sobre el carril **10** en una zona **306l** de carga con una pluralidad de objetos **101** se hace avanzar a través de las diversas etapas del sistema **17** de impresión (*por ejemplo*, imprimación **204**, impresión **12z**, curado **202** e inspección **16**) y, a continuación, se retira del carril **10** en una zona **306u** de descarga, formando de este modo una corriente continua de objetos **101** que entran en el carril y que salen del mismo después de imprimirse, sin interferir en el movimiento de los diversos carros **C<sub>i</sub>**. De esta manera, el carril **10** de bucle cerrado proporciona una alimentación continua de carros **C<sub>1</sub>**, **C<sub>2</sub>**, **C<sub>3</sub>**,..., cargados con objetos **101** en la zona **12z** de impresión, y un control independiente sobre la posición y la velocidad de cada carro **C<sub>i</sub>** ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) mantiene un hueco mínimo (*por ejemplo*, de aproximadamente 1 cm) entre los carros **C<sub>i</sub>** adyacentes en la zona **12z** de impresión.

En este ejemplo no limitante, el conjunto **100** de cabezales de impresión comprende diez sub-matrices **R<sub>j</sub>** ( $j = 1, 2, 3, \dots, 10$ ) de unidades **35** de cabezal de impresión, comprendiendo cada sub-matriz **R<sub>j</sub>** dos columnas, **R<sub>ja</sub>** y **R<sub>jb</sub>** ( $j = 1, 2, 3, \dots, 10$ ), de unidades **35** de cabezal de impresión. Las unidades **35** de cabezal de impresión en las columnas **R<sub>ja</sub>** y **R<sub>jb</sub>** de cada sub-matriz **R<sub>j</sub>** pueden estar inclinadas con respecto a la placa **30** de matriz, de tal manera que los elementos **130** de impresión de las unidades de cabezal de impresión de una columna **R<sub>ja</sub>** se localizan adyacentes a los elementos **130** de impresión de las unidades de cabezal de impresión de otra columna de la columna de sub-matriz **R<sub>jb</sub>**. Por ejemplo, y sin que sea limitante, el ángulo  $\alpha$  entre dos unidades **R<sub>ja</sub>** y **R<sub>jb</sub>** de cabezal de impresión adyacentes en una sub-matriz **R<sub>j</sub>** puede ser, en general, de aproximadamente  $0^\circ$  a  $180^\circ$ , dependiendo del número de unidades de cabezal de impresión usadas. El sistema **27** de elevador está configurado para ajustar la elevación de las unidades **35** de cabezal de impresión de acuerdo con las dimensiones geométricas de los objetos **101**, *por ejemplo*, del diámetro. Por ejemplo, en algunas posibles realizaciones el conjunto **100** de cabezales de impresión está configurado de tal manera que, para objetos cilíndricos que tienen un diámetro de aproximadamente 50 mm, los cabezales **35** de impresión son sustancialmente perpendiculares a una tangente en los puntos de la superficie del objeto bajo los elementos **130** de impresión de dichos cabezales **35** de impresión. Para objetos cilíndricos que tienen un diámetro de aproximadamente 25 mm, los ángulos entre los cabezales de impresión se mantienen en aproximadamente 73 grados y no se conserva la tangente, lo que en efecto da como resultado un pequeño hueco entre los elementos **130** de impresión de los cabezales **35** de impresión y la superficie de los objetos localizados por debajo de los mismos. La formación de este hueco puede compensarse programando cuidadosamente el tiempo de cada descarga de tinta a través de los elementos **130** de impresión de acuerdo con la velocidad angular y/o lineal del objeto y el tamaño de hueco formado entre los elementos **130** de impresión y la superficie de los objetos **101**.

La distribución angular de los cabezales de impresión es ventajosa ya que acorta la ruta de impresión (por ejemplo, en aproximadamente un 50 %), densificando el número de boquillas por área, y da como resultado el acortamiento de la zona **12z** de impresión (que es muy preciso), conduciendo de este modo a una longitud de pista total que se acorta sustancialmente.

5 La **figura 17** ilustra una estructura de un carro **C<sub>i</sub>** de acuerdo con algunas posibles realizaciones. En este ejemplo no limitante el carro **C<sub>i</sub>** comprende una disposición de mandriles **33** rotatorios montados de manera espaciada a lo largo de una longitud del carro **C<sub>i</sub>**. Más específicamente, los mandriles **33** rotatorios están dispuestos para formar dos filas alineadas, **r1** y **r2**, de mandriles **33** rotatorios, estando cada par de mandriles **33a** y **33b** adyacentes pertenecientes a diferentes filas acoplados mecánicamente a una polea **33p** común montada de manera rotatoria en un miembro **37s** de soporte unido verticalmente a lo largo de una longitud de la plataforma **37** desmontable. Los mandriles **33a** y **33b** de cada par de mandriles **33** adyacentes pertenecientes a diferentes filas **r1** y **r2** están acoplados mecánicamente a un solo árbol rotatorio, que se hace rotar por una correa **33q**.

10 En algunas realizaciones, la misma correa **33q** se usa para hacer rotar simultáneamente todas las poleas **33p** de la disposición de mandriles rotatorios, de tal manera que todos los mandriles **33** pueden hacerse rotar de manera controlada simultáneamente a la misma velocidad, o las mismas posiciones, y dirección cada vez que el carro **C<sub>i</sub>** entra en cualquiera de las etapas de imprimación, impresión, y/o curado, del sistema **17** de impresión. Un hueco entre los pares de mandriles **33a** y **33b** adyacentes pertenecientes a diferentes filas **r1** y **r2** de mandriles puede establecerse, *por ejemplo*, en un valor mínimo deseable de aproximadamente 30 mm. Puede obtenerse una eficiencia considerable manteniendo adecuadamente un pequeño hueco entre los carros (*por ejemplo*, aproximadamente 1 cm) localizados adyacentes en el carril **10**, y estableciendo el hueco entre los pares de mandriles **33a** y **33b** pertenecientes a las diferentes filas **r1** y **r2** (*por ejemplo*, aproximadamente de 30 mm, lo que da como resultado una eficiencia que puede ser superior al 85 %).

15 Con el fin de manejar los múltiples mandriles **33** de cada carro **C<sub>i</sub>** y obtener un alto rendimiento de impresión, en algunas realizaciones todos los mandriles se hacen rotar con una tolerancia de precisión de velocidad inferior al 0,5 % empleando una sola unidad motriz (no mostrada). En consecuencia, cada carro **C<sub>i</sub>** puede estar equipado con un solo accionador y motor de rotación (no mostrado), donde el árbol de motor acciona todos los mandriles **33** usando la misma correa **33q**. En algunas realizaciones, la velocidad de la rotación del mandril **33** se monitoriza usando un solo codificador rotatorio (no mostrado) configurado para monitorizar las rotaciones de una de las poleas **33p**. En este ejemplo no limitante, cada fila (**r1** o **r2**) de los mandriles **33** incluye diez poleas **33p**, estando cada polea configurada para hacer rotar dos mandriles **33a** y **33b** adyacentes, pertenecientes cada uno a una fila **r1** y **r2** diferente, de tal manera que la correa **33q** hace rotar simultáneamente las diez poleas y, en consecuencia, todos los veinte mandriles **33** del carro **C<sub>i</sub>** se hacen rotar simultáneamente de este modo a la misma velocidad y dirección.

20 La **figura 18** muestra el acoplamiento del carro **C<sub>i</sub>** al carril **10** de acuerdo con algunas posibles realizaciones. Cada placa **22** de deslizamiento en este ejemplo no limitante comprende cuatro ruedas **22w** horizontales, donde dos pares de ruedas **22w** se montan en cada lado de la placa **22** de deslizamiento y cada par de ruedas **22w** se presionan en los canales laterales **22c** formados a lo largo de los lados de la pista **10r**. El carril **10** puede incluir además una pluralidad de elementos **10m** magnéticos montados a lo largo del mismo formando una pista magnética (elemento de motor secundario) para un motor lineal instalado en los carros **C<sub>i</sub>**. Una unidad **29** de bobina de motor lineal (elemento de motor de fuerza/primario) montada en el lado inferior de cada plataforma **37** desmontable y que recibe alimentación eléctrica de una fuente de alimentación del carro (*por ejemplo*, baterías, carga inductiva, y/o cable flexible) se usa para movilizar el carro a lo largo del carril. Una unidad **23r** de codificador unida al lado inferior del carro **C<sub>i</sub>** se usa para proporcionar una señal de posicionamiento de carro en tiempo real a la unidad controladora del carro. Por lo tanto, cada carro **C<sub>i</sub>** comprende al menos una bobina de motor lineal y al menos un codificador con el fin de permitir que la unidad **300** de control realice correcciones a la colocación del carro **C<sub>i</sub>**. De esta manera, puede realizarse el accionamiento de motor lineal de los carros **C<sub>i</sub>** a la vez que se logra una alta precisión de la posición del movimiento de carro, sobre las áreas lineales y curvas del carril **10**.

25 Por ejemplo, y sin que sea limitante, la pista **10m** magnética usada para los motores lineales puede organizarse en líneas rectas a lo largo de las partes rectas del carril **10**, y con un pequeño hueco angular en la parte curva del carril **10**. En algunas realizaciones, este pequeño hueco angular se soporta por un algoritmo de firmware especial dispuesto en el accionador de motor para proporcionar unos movimientos de carro precisos. El carril puede incluir además un canal **23** de codificador que comprende una escala **23t** codificada legible en un lado lateral del canal **23**. La escala **23t** de codificador se coloca, preferentemente, alrededor de todo el carril **10** elíptico, y la unidad **23r** de codificador unida al lado inferior de cada carro **C<sub>i</sub>** se introduce en el canal **23** de codificador para permitir la monitorización en tiempo real del movimiento de carro a lo largo del carril **10**.

30 La codificación de alta resolución permite el cierre de los bucles de posición con una precisión de aproximadamente 1 micrómetro. Por ejemplo, y sin que sea limitante, la precisión mejorada puede usarse para proporcionar una precisión de localización de carro de aproximadamente 5 micrómetros, valores de tiempo en posición inferiores a 50 ms en la zona **12z** de impresión, y una precisión de velocidad inferior a un 0,5 %.

35 La **figura 19** ilustra esquemáticamente una impresión simultánea por el conjunto **100** de cabezales de impresión sobre las superficies de una pluralidad de objetos **101** transportados por tres carros **C<sub>1</sub>**, **C<sub>2</sub>** y **C<sub>3</sub>** diferentes. Con el fin

de facilitar altas resoluciones de impresión, el movimiento de los carros **C<sub>i</sub>** en la zona **12z** de impresión debe llevarse a cabo con una precisión muy alta. Con este fin, en algunas realizaciones, se instala una varilla **44** lineal (de aproximadamente 25 micrómetros por metro) de alta precisión a lo largo de la zona **12z** de impresión, y cada carro **C<sub>i</sub>** está equipado con al menos dos correderas **28** de rodamiento abiertas que llegan a acoplarse con la varilla **44** lineal tras entrar en la zona **12z** de impresión. Con el fin de facilitar la recepción de la varilla **44** lineal dentro de las correderas **28** de rodamiento, en algunas realizaciones la varilla **44** lineal está equipada con unas secciones **44t** de extremo que se ahúsan configuradas para una inserción suave de la varilla **44** en la abertura **28b** (mostradas en la **figura 18**) de las correderas **28** de rodamiento. Una combinación de control de carro individual (accionador y codificador en cada carro) permite el reconocimiento de la posición exacta de la sección **44t** de entrada que se ahúsa para permitir que el carro **C<sub>i</sub>** realice un deslizamiento lento y suave del rodamiento **28** sobre la varilla **44**, evitando de este modo un daño directo a los rodamientos **28** y a la varilla **44**. El acoplamiento del carro a la varilla **44** lineal está soportado por un firmware especial en el controlador del carro y/o en el accionador de motor.

La **figura 20** proporciona una vista más cercana de la disposición de mandril dispuesta en los carros **C<sub>i</sub>**. En algunas realizaciones, los mandriles **33** están configurados para facilitar que el sistema ajuste el diámetro del mandril con el fin de permitir una unión firme a los objetos **101** que tienen diferentes diámetros y longitudes (es decir, utilizando un solo tipo de mandril y sin requerir la sustitución del mandril que se usa habitualmente en la industria). Con este fin, cada mandril **33** puede construirse a partir de una pluralidad de superficies **41a** alargadas, donde las superficies **41a** alargadas de cada mandril **33** se conectan a un mecanismo **41v** de nivelación configurado para influir en el movimiento radial de las superficies **41a** alargadas con respecto al eje de rotación del mandril **33**. El mecanismo **41v** de nivelación puede emplear un resorte **41s** de tensión configurado para facilitar el ajuste controlable de la longitud de un árbol **41r** central del mandril **33**, de tal manera que el alargamiento o el acortamiento de la longitud del árbol **41r** central provocan un movimiento radial hacia dentro (es decir, un aumento del diámetro del mandril) o hacia fuera (es decir, una disminución del diámetro del mandril) respectivo de las superficies **41a** alargadas del mandril **33**. Por ejemplo, y sin que sea limitante, el ajuste del diámetro externo de un mandril de 25 mm para que encaje en un objeto **101** que tiene un diámetro interior de 50 mm. Este tipo de ajuste es necesario cuando se introducen diferentes lotes de objetos **101** en el sistema de impresión (por ejemplo, desde una línea de producción) y el tiempo de configuración necesario para cambiar los mandriles a lo largo de la línea está afectando a la eficiencia de producción. En consecuencia, la eficiencia de producción puede mejorarse significativamente usando la configuración de mandril ajustable de la presente invención, ya que las dimensiones/tamaño de todos los mandriles se controlan digitalmente por la unidad de control para encajar en objetos de diferentes tamaños/dimensiones.

En algunas realizaciones, las longitudes de los mandriles **33** también pueden ajustarse de manera controlada de acuerdo con las dimensiones geométricas de los objetos **101**. Por ejemplo, y sin que sea limitante, cada mandril **33** puede estar configurado para inflarse por la presión de precarga aplicada sobre el mismo, y detenerse al alcanzar la longitud del mandril **33**, es decir, cuando el alargamiento del árbol **41r** central alcanza la longitud del espacio interior del objeto **101**. El mecanismo de alargamiento de mandril puede desinflarse aplicando una presión más alta que la precarga con fines de carga/descarga. En consecuencia, cada carro puede estar configurado para inflar/desinflar **20** de manera controlada los mandriles **33** usando una sola unidad activada por presión. Sin embargo, no se requiere necesariamente un ajuste de longitud de mandril, debido a que la impresión digital habitualmente no requiere un contacto completo con la superficie del objeto **101** a imprimir. En consecuencia, en la mayoría de los casos será suficiente proporcionar un soporte mecánico por los mandriles **33** sobre una longitud parcial de los objetos **101**.

Las **figuras 21A a 21C** muestran posibles esquemas de control que pueden usarse en el sistema **17** de impresión. Una de las tareas de la unidad **300** de control es sincronizar las señales de inyección de datos de cabezales de impresión de cada mandril en el conjunto **100** de cabezales de impresión (ejemplificado en la **figura 21B**) o ajustar la velocidad del carro para alinearlos con un estricto control realizado por el controlador/accionador en cada carro **C<sub>i</sub>**, con el fin de ajustar una señal virtual para todas las unidades de cabezal de impresión y el movimiento y/o rotación de los carros (mostrado en la **figura 21C**). Con este fin, la unidad **300** de control está configurada para sincronizar los datos de inyección de tinta suministrados a los cabezales de impresión de acuerdo con la posición de cada carro **C<sub>i</sub>** en la zona **12z** de impresión, mientras que, simultáneamente, se hacen avanzar múltiples carros **C<sub>i</sub>** dentro de la zona de impresión y se hacen rotar sus mandriles **33** en virtud de sus matrices de cabezal de impresión. La **figura 21A** muestra un esquema de control general útil en el sistema **17** de impresión, en el que la unidad **300** de control está configurada para comunicarse con cada uno de los carros **C<sub>i</sub>** para recibir sus datos de posición de carro y sus datos de posición angular de mandril (la orientación, es decir, usando el codificador de rotación), y generar los datos **56d** de inyección de tinta suministrados al conjunto **100** de cabezales de impresión para operar cada uno de los cabezales **35** de impresión que tiene objetos **101** localizados debajo de sus boquillas.

La **figura 21A** demuestra posibles enfoques para la comunicación entre la unidad **300** de control y los carros **C<sub>i</sub>**. Un posible enfoque es establecer una conexión en serie entre la pluralidad de carros **C<sub>i</sub>** en movimiento en el carril **10**, por ejemplo, usando un cable flexible (no mostrado) para conectar eléctricamente (y neumáticamente) cada par de carros consecutivos **C<sub>i</sub>** en el carril **10**. En este enfoque, el suministro eléctrico, los datos de posición y otros datos de movimiento y de control del carro/mandril se transfieren en serie a lo largo de la conexión en serie de los carros **C<sub>i</sub>**. La comunicación de datos a través de dicha conectividad de comunicación en serie puede realizarse, por ejemplo, usando cualquier protocolo de comunicación en serie adecuado (por ejemplo, Ethercat, Ethernet y similares). En posibles realizaciones, la conexión eléctrica entre el carro **C<sub>i</sub>** y la unidad **300** de control puede establecerse usando un anillo rozante eléctrico y/o de manera inalámbrica (por ejemplo, Bluetooth, IR, RF, y similares para la

comunicación de datos y/o un esquema de fuente de alimentación inalámbrica tal como una carga inductiva).

Un enfoque alternativo puede ser establecer una conexión directa, también denominada conexión en estrella (ilustrada por líneas discontinuas con flechas), entre la unidad **300** de control y las unidades de fuente de alimentación (no mostradas) y los carros  $C_i$  en el carril **10**. Dicha conexión directa con los carros  $C_i$  puede establecerse usando un anillo rozante eléctrico y/o de manera inalámbrica (por ejemplo, Bluetooth, IR, RF, y similares para la comunicación de datos y/o un esquema de fuente de alimentación inalámbrica tal como una carga inductiva).

En la unidad **300** de control puede usarse una unidad **56s** de conmutación para llevar a cabo la conmutación de señales de impresión (señales de índice y de codificador y otras señales) de cada carro  $C_i$  en las unidades **35** de cabezal de impresión respectivas por encima de los carros  $C_i$  que atraviesan la zona **12z** de impresión. La unidad **56s** de conmutación puede estar configurada para recibir todas las señales de impresión procedentes de todos los carros  $C_i$  y conmutar cada una de las señales de impresión recibidas basándose en la posición de los carros  $C_i$  con respecto a los cabezales **35** de impresión pertinentes.

La **figura 21A** también muestra una posible implementación en la que la unidad **300** de control se coloca en uno de los carros  $C_i$ ; en este ejemplo no limitante, en el primer carro  $C_i$ . Cada carro  $C_i$  también puede incluir un controlador (no mostrado) configurado para controlar la velocidad del carro a lo largo del carril **10**, la rotación de los mandriles **33**, la comunicación de datos con la unidad **300** de control, y la realización de otras tareas y funcionalidades del carro según se requiera durante las diferentes estaciones (*por ejemplo*, imprimación, curado, inspección, carga, etc.) a lo largo del carril **10**. La **figura 21A** muestra, además, un esquema de control a modo de ejemplo útil en cada carro  $C_i$  para controlar la velocidad del carro. En este esquema de control se usa una unidad **51** de accionador para operar un motor **52** eléctrico de acuerdo con los datos de control de velocidad recibidos desde la unidad **300** de control, y un codificador **53** acoplado al motor, y/o al elemento de rotación asociado con el mismo, se usa para adquirir datos indicativos de la velocidad/posición actual del carro  $C_i$  y alimentarlo de nuevo a la unidad de accionador, para establecer de este modo un control local de bucle cerrado.

La unidad **300** de control puede estar configurada para implementar el control independiente del carro  $C_i$  que habitualmente requiere la monitorización y manejo del movimiento del carro y las velocidades de rotación del mandril, y opcionalmente también la detención completa del mismo, en diferentes etapas del procedimiento de impresión llevado a cabo a lo largo del carril **10** elíptico (*por ejemplo*, tratamiento de plasma, UV, inspección, impresión, carga/descarga). Por ejemplo, y sin que sea limitante, la unidad **300** de control puede estar configurada para realizar la carga/descarga de una pluralidad de objetos **101** en los mandriles **33** de un carro, hacer avanzar simultáneamente otro carro a alta velocidad a través de la zona **12z** de impresión mientras imprime patrones deseados sobre las superficies exteriores de una pluralidad de objetos **101** transportados por el carro, y al mismo tiempo hacer avanzar y rotar lentamente los mandriles de otro carro más en virtud de un procedimiento de curado UV. La unidad **300** de control está configurada además para garantizar una alta precisión del movimiento del carro y de la rotación del mandril de los carros  $C_i$  que atraviesan la zona **12z** de impresión, *por ejemplo*, para mantener una precisión de avance de aproximadamente 5 micrómetros para una alta resolución de impresión de aproximadamente 1200 dpi.

En algunas posibles realizaciones cada vagón está equipado con dos unidades **51** de accionador, dos motores **52** (es decir, un motor de movimiento de carro lineal y un motor rotatorio de mandril), y uno o más codificadores **53** de posición de alta resolución (es decir, un codificador lineal y un codificador rotatorio) que están configurados para operar como un sistema de movimiento en tiempo real independiente. Cada uno de los accionadores está configurado para realizar el movimiento de eje lineal o rotatorio, estando el avance lineal del carro y la rotación de los mandriles por carro (o por mandril en otros modelos) de acuerdo con un esquema de control general que se optimiza para lograr una alta precisión en tiempo real. En consecuencia, cada carro puede efectuar tanto el movimiento lineal como el movimiento rotatorio de los objetos.

Las **figuras 21B** y **21C** son diagramas de bloques que ilustran esquemáticamente posibles esquemas de control útiles para lograr la sincronización entre los carros  $C_i$  y las unidades **35** de cabezal de impresión del conjunto **100** de cabezales de impresión. La **figura 21B** muestra un enfoque de sincronización de señal múltiple, en el que los datos de posición (lineal del carro y/o angular de los mandriles) de cada carro se reciben y se procesan por la unidad **300** de control. La unidad **300** de control procesa los datos de posición, determina con precisión qué carro  $C_i$  se localiza debajo de cada unidad **35** de cabezal de impresión y, en consecuencia, genera señales de control para la activación de las unidades **35** de cabezal de impresión. Las señales de control se entregan al conjunto **100** de cabezales de impresión a través de un mecanismo **55** de anillo rozante eléctrico (o cualquier otra guía de cable rotatoria adecuada). En esta configuración, cada carro  $C_i$  se controla de manera independiente con respecto a su velocidad y posición en el carril **10**.

La **figura 21B** muestra otro enfoque que emplea una sola señal de sincronización virtual que sincroniza las rotaciones, velocidad y posición de mandril, de todos los carros  $C_i$  con las unidades **35** de cabezal de impresión del conjunto **100** de cabezales de impresión. En esta realización, la unidad **300** de control está configurada para proporcionar un pulso virtual a los carros  $C_i$  que reciben el pulso virtual y, a continuación, se alinean en consecuencia. Una vez alineados con el pulso virtual, se logra la sincronización entre la rotación deseada y

requerida. En virtud de dicha sincronización, el controlador puede usar la señal virtual para iniciar la expulsión y la impresión de unidades de cabezal de impresión.

5 En una posible realización, el mecanismo **55** de anillo rozante eléctrico se instala en el centro del carril **10** elíptico, y los carros **C<sub>i</sub>** se unen eléctricamente al conjunto de cabezales de impresión a través de unos cables flexibles (que están entre los carros) acoplados eléctricamente al mecanismo **55** de anillo rozante eléctrico. El mecanismo **55** de anillo rozante eléctrico puede estar configurado para transferir las señales desde los carros **C<sub>i</sub>** a la unidad **56s** de conmutación de la unidad **300** de control, que genera señales de control para operar los cabezales **35** de impresión para imprimir sobre los objetos retenidos por los carros **C<sub>i</sub>** respectivos que atraviesan la zona **12z** de impresión. En otros posibles escenarios, los carros **C<sub>i</sub>** en la zona **12z** de impresión se sincronizan con un pulso virtual para crear un pulso de disparo sincronizado con las unidades **35** de cabezal de impresión y de este modo permitir la impresión de un único cabezal de impresión en una pluralidad de diferentes tubos transportados por diferentes carros **C<sub>i</sub>** al mismo tiempo.

15 Con este diseño el sistema de impresión es capaz de mantener una alta eficiencia de utilización de cabezales de impresión en casos en los que la longitud de los objetos **101** es mayor que la longitud de un cabezal de impresión, y mantener una alta eficiencia de impresión en casos en los que un único cabezal de impresión se imprime simultáneamente en dos objetos **101** diferentes. Los cabezales **35** de impresión pueden organizarse para formar una forma de túnel impresión 3D.

20 La implementación de los sistemas de impresión basados en las técnicas descritas en el presente documento puede diseñarse para alcanzar altos rendimientos que van, por ejemplo, y sin que sea limitante, de 5.000 a 50.000 objetos por hora. En algunas realizaciones, la capacidad de imprimir simultáneamente sobre una pluralidad de objetos que atraviesan la zona de impresión por el cabezal de impresión puede producir la utilización de más del 80 % (eficiencia) de los cabezales de impresión.

25 Las funciones del sistema de impresión descrito anteriormente en el presente documento pueden controlarse a través de instrucciones ejecutadas por un sistema de control basado en ordenador. Un sistema de control adecuado para su uso con las realizaciones descritas anteriormente en el presente documento puede incluir, por ejemplo, uno o más procesadores **302a** conectados a un bus de comunicación, una o más memorias **56m** volátiles (*por ejemplo*, la memoria de acceso aleatorio-RAM) o memorias no volátiles (por ejemplo, la memoria flash). Puede usarse una memoria secundaria (por ejemplo, una unidad de disco duro, una unidad de almacenamiento extraíble, y/o un chip de memoria extraíble, tal como una EPROM, PROM o memoria flash) para almacenar datos, programas informáticos u otras instrucciones, que se cargan en el sistema informático.

30 Por ejemplo, los programas informáticos (*por ejemplo*, la lógica de control por ordenador) pueden cargarse desde la memoria secundaria en una memoria principal para su ejecución por uno o más procesadores del sistema de control. Alternativa o adicionalmente, los programas informáticos pueden recibirse a través de una interfaz de comunicación. Tales programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten que el sistema informático realice determinadas características de la presente invención como se analiza en el presente documento. En particular, los programas informáticos, cuando se ejecutan, permiten que un procesador de control realice y/o provoque la ejecución de las características de la presente invención. En consecuencia, dichos programas informáticos pueden implementar controladores del sistema informático.

35 Como se ha descrito anteriormente y se muestra en las figuras asociadas, la presente invención proporciona un sistema de impresión para la impresión simultánea sobre una pluralidad de objetos que fluyen sucesivamente a través de una zona de impresión, y unos procedimientos relacionados. Aunque se han descrito realizaciones específicas de la invención, se entenderá, sin embargo, que la invención no se limita a las mismas, ya que pueden hacerse modificaciones por los expertos en la materia, especialmente a la luz de las enseñanzas anteriores. Como se apreciará por los expertos en la materia, la invención puede llevarse a cabo en una gran variedad de formas, empleando más de una técnica de las descritas anteriormente, todo ello sin sobrepasar el ámbito de la invención.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Un sistema de impresión para imprimir sobre las superficies exteriores de objetos (101), comprendiendo el sistema un sistema (302) transportador configurado para mover los objetos (101) a lo largo de un carril (10) de bucle cerrado, y uno o más conjuntos (100) de cabezales de impresión para imprimir sobre dichos objetos (101), estando el sistema **caracterizado porque:**
- 10 el conjunto (100) de cabezales de impresión comprende al menos dos matrices (R) de unidades (35) de cabezal de impresión, estando cada matriz (R<sub>i</sub>) de unidades de cabezal de impresión configurada para definir una ruta (T<sub>i</sub>) de impresión respectiva a lo largo de un eje de impresión, estando dichas unidades (35) de cabezal de impresión dispuestas en una relación espaciada a lo largo de dichas al menos dos rutas (T<sub>i</sub>) de impresión, teniendo cada una de las unidades (35) de cabezal de impresión al menos un elemento (130) de impresión para imprimir sobre las partes respectivas de los objetos (101) sucesivamente alineados con dicho al menos un elemento de impresión mientras se mueven con respecto al conjunto (100) de cabezales de impresión; y dicho sistema (302) transportador está configurado para mover al menos dos corrientes de objetos (101) a lo largo de una dirección de transporte general para hacer pasar los objetos de cada una de las al menos dos corrientes de una manera sucesiva a través de una ruta (T<sub>i</sub>) de impresión respectiva, e imprimir sobre dichos objetos mediante los elementos de impresión de dicha ruta de impresión respectiva.
- 15 2. El sistema de la reivindicación 1, que comprende una plataforma de soporte para soportar las al menos dos corrientes de objetos, pudiendo dicha plataforma de soporte montarse en el sistema transportador para mover los objetos a lo largo de la dirección de transporte general que pasa a través de las al menos dos rutas de impresión y estando configurada para efectuar la rotación de los objetos alrededor de sus ejes de traslación mientras se mueven a lo largo de las rutas de impresión.
- 20 3. El sistema de la reivindicación 1 o 2, en el que al menos dos de las unidades de cabezal de impresión en cada una de las al menos dos matrices están espaciadas a lo largo de un eje transversal al eje de impresión.
- 25 4. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las unidades de cabezal de impresión de las al menos dos matrices están dispuestas en un plano común, estando dicho sistema transportador y la plataforma de soporte configurados para mover simultáneamente las al menos dos corrientes de objetos a lo largo de las al menos dos rutas de impresión cubiertas por las al menos dos matrices respectivas de las unidades de cabezal de impresión.
- 30 5. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende una unidad de control configurada y operativa para realizar al menos una de las siguientes acciones: operar el sistema transportador para llevar a cabo un movimiento de traslación a lo largo de la dirección de transporte general a lo largo del carril; operar al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión para imprimir simultáneamente sobre los objetos de dichas al menos dos corrientes de objetos; y operar las plataformas de soporte para llevar a cabo el movimiento de rotación de los objetos.
- 35 6. El sistema de la reivindicación 5, en el que la unidad de control está configurada para operar el sistema transportador para llevar a cabo el movimiento de traslación de las plataformas de soporte a lo largo de la dirección de transporte general de una manera escalonada, para operar la plataforma de soporte para llevar a cabo el movimiento de rotación al menos durante un intervalo de tiempo en el que no se produce el movimiento de traslación, y para operar al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión para llevar a cabo la impresión durante el intervalo de tiempo en el que no se produce el movimiento de traslación y se produce el movimiento de rotación.
- 40 7. El sistema de la reivindicación 5 o 6, en el que la unidad de control está configurada y operativa para operar el sistema transportador y la plataforma de soporte para llevar a cabo simultáneamente los movimientos de traslación y de rotación mientras que opera al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión para efectuar la impresión, de tal manera que se realiza una impresión sustancialmente continua de datos de imagen sobre las superficies de los objetos en la corriente de objetos a lo largo de una trayectoria en espiral.
- 45 8. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que la unidad de control está configurada y operativa para operar el sistema transportador y al menos algunas de las unidades de cabezal de impresión, con el fin de efectuar una impresión simultánea de datos de imagen sobre las superficies de los objetos mediante al menos dos unidades de cabezal de impresión que pertenecen a diferentes matrices de las unidades de cabezal de impresión.
- 50 9. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que la unidad de control está configurada y operativa para realizar al menos una de las siguientes: efectuar un cambio en una distancia entre al menos una unidad de cabezal de impresión y la superficie de objeto alineada con dicha al menos una unidad de cabezal de impresión para ajustar de este modo su posición; efectuar una impresión simultánea de datos de imagen sobre el área de superficie de al menos uno de los objetos mediante al menos dos unidades de cabezal de impresión; efectuar una impresión simultánea sobre las áreas de superficie de al menos dos objetos diferentes mediante una sola unidad de cabezal de impresión; ajustar la elevación del al menos un conjunto de cabezales de impresión de
- 55

acuerdo con las dimensiones geométricas de los objetos; y minimizar los huecos entre las plataformas de soporte localizadas de manera adyacente transportadas por el sistema transportador.

5 10. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las unidades de cabezal de impresión están montadas para el movimiento a lo largo de los ejes radiales o uno o más ejes sustancialmente perpendiculares al eje de impresión.

10 11. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10, en el que la unidad de control está configurada y operativa para realizar una de las siguientes: generar señales para sincronizar la operación de los elementos de impresión de acuerdo con al menos una de las posiciones angular y lineal de los objetos transportados por la plataforma de soporte a lo largo de la ruta de impresión; recibir señales indicativas de las posiciones angular y lineal de los objetos y generar señales de sincronización para operar los elementos de impresión en consecuencia.

15 12. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una de las siguientes: al menos una unidad de curado configurada para curar una composición de material expulsada por el conjunto de cabezales de impresión sobre las superficies de los objetos; al menos una unidad de inspección para inspeccionar los objetos después de la impresión sobre sus superficies exteriores; al menos una unidad de carga para cargar las al menos dos corrientes de objetos en el sistema transportador; al menos una unidad de descarga para la retirada de las al menos dos corrientes de objetos del sistema transportador; y al menos una unidad de imprimación configurada para imprimir al menos una localización de las superficies de los objetos.

20 13. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los sucesivos elementos de impresión de al menos una de las unidades de cabezal de impresión están configurados para expulsar las composiciones respectivas sobre una región de las superficies de los objetos, de tal manera que una combinación de las composiciones respectivas sobre la superficie del objeto forma una composición deseada.

25 14. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los objetos están dispuestos sobre la plataforma de soporte en dos filas paralelas, y en el que cada par de objetos localizados de manera adyacente que pertenecen a diferentes filas están acoplados mecánicamente a un mecanismo de accionamiento común en el conjunto de soporte.

30 15. Un procedimiento de impresión sobre superficies exteriores de objetos (101), comprendiendo el procedimiento transportar los objetos a lo largo de un carril (10) de bucle cerrado que comprende al menos un conjunto (100) de cabezales de impresión para imprimir sobre dichos objetos, **caracterizado porque** el transporte de los objetos comprende hacer pasar al menos dos corrientes de dichos objetos (101) a través de al menos dos rutas ( $T_i$ ) de impresión respectivas en dicho carril de bucle cerrado, comprendiendo cada ruta de impresión al menos una matriz ( $R_i$ ) de unidades de cabezal de impresión dispuestas en una relación espaciada a lo largo de un eje de impresión; y la impresión de los objetos comprende recibir datos indicativos de las localizaciones de dichas corrientes de objetos que pasan a través de dichas rutas ( $T_i$ ) de impresión respectivas y de la orientación angular de cada objeto en dichas corrientes; determinar, basándose en los datos recibidos, las áreas de superficie de dichos objetos enfrentados a las unidades (35) de cabezal de impresión de cada matriz ( $R_i$ ), y uno o más patrones de impresión a aplicar sobre dichas áreas de superficie mediante las unidades de cabezal de impresión respectivas; y operar dichas matrices ( $R_i$ ) de las unidades de cabezal de impresión para aplicar dichos uno o más patrones sobre dichas áreas de superficie mediante las unidades (35) de cabezal de impresión respectivas.

40 16. El procedimiento de la reivindicación 15, que comprende al menos una de las siguientes etapas: ajustar la elevación del al menos un conjunto de cabezales de impresión de acuerdo con las dimensiones geométricas de los objetos; hacer rotar los objetos que pasan a través de la ruta de impresión durante la aplicación de los uno o más patrones; hacer avanzar las corrientes de objetos a lo largo de las al menos dos rutas de impresión durante la aplicación de los uno o más patrones; aplicar un procedimiento de imprimación a las áreas de superficie de las corrientes de objetos; efectuar la impresión simultánea de datos de imagen sobre el área de superficie de al menos uno de los objetos mediante dos o más unidades de cabezal de impresión; efectuar la impresión simultánea sobre las áreas de superficie de dos objetos diferentes mediante una sola unidad de cabezal de impresión; minimizar los huecos entre los objetos localizados de manera adyacente; inspeccionar los objetos después de la impresión sobre sus superficies exteriores; y aplicar un procedimiento de curado a las áreas de superficie de las corrientes de objetos antes de hacerlas pasar a través de las rutas de impresión.

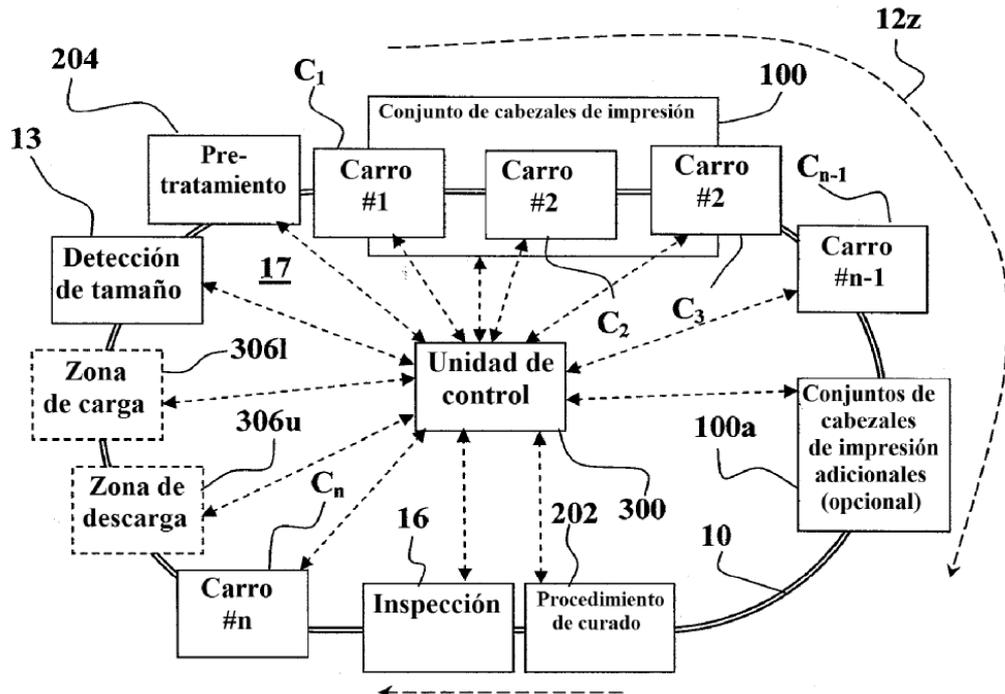


Fig. 1

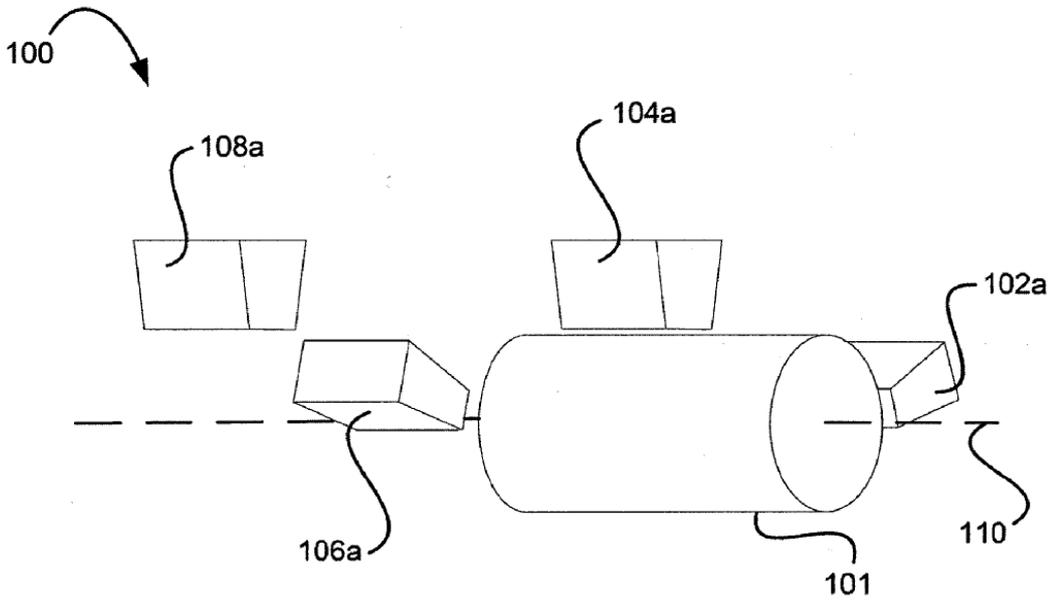
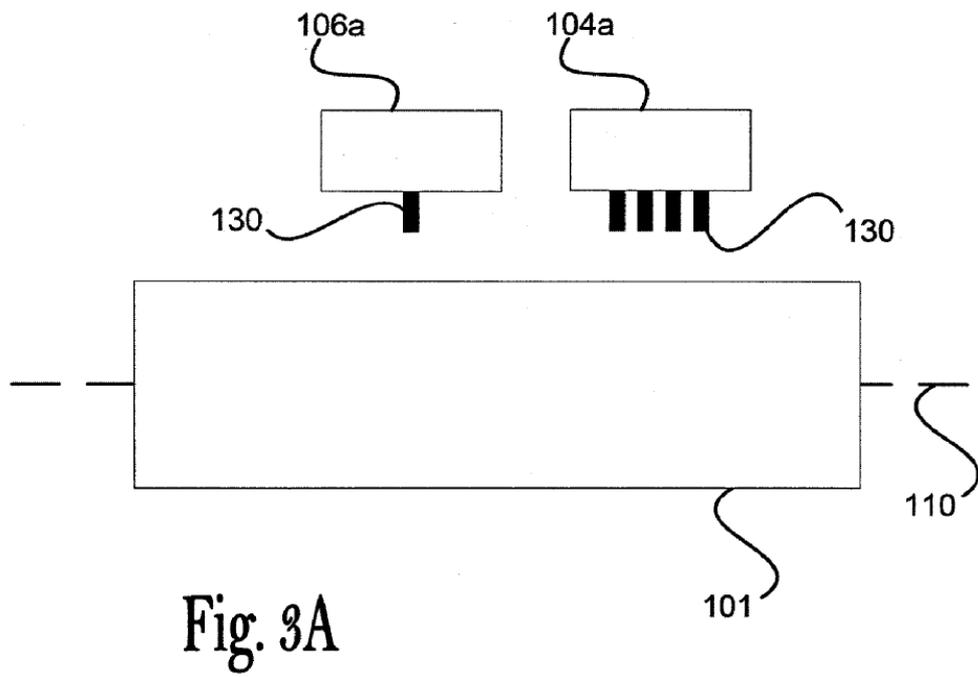
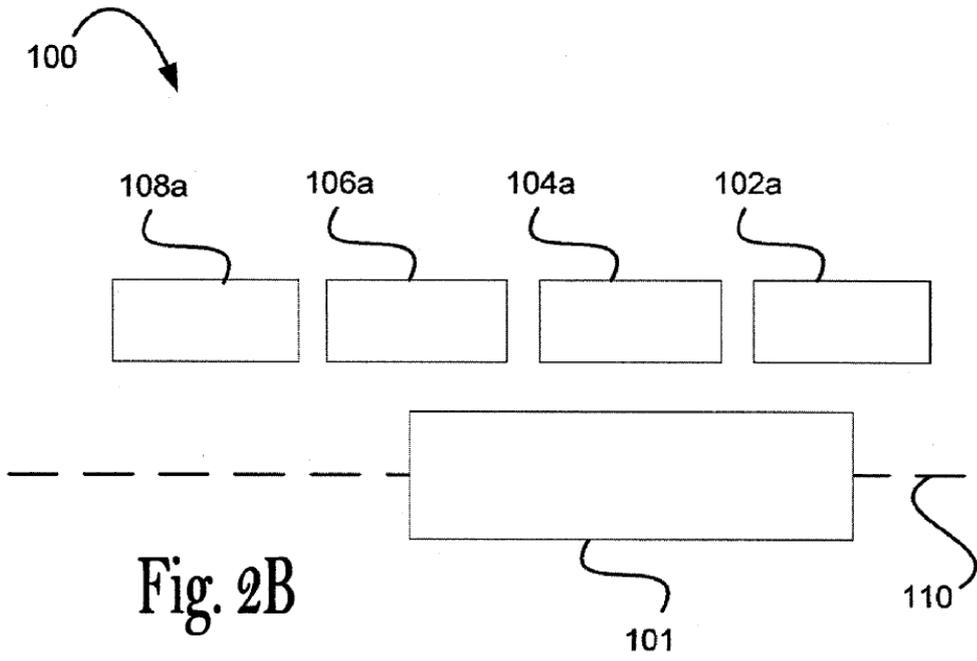


Fig. 2A



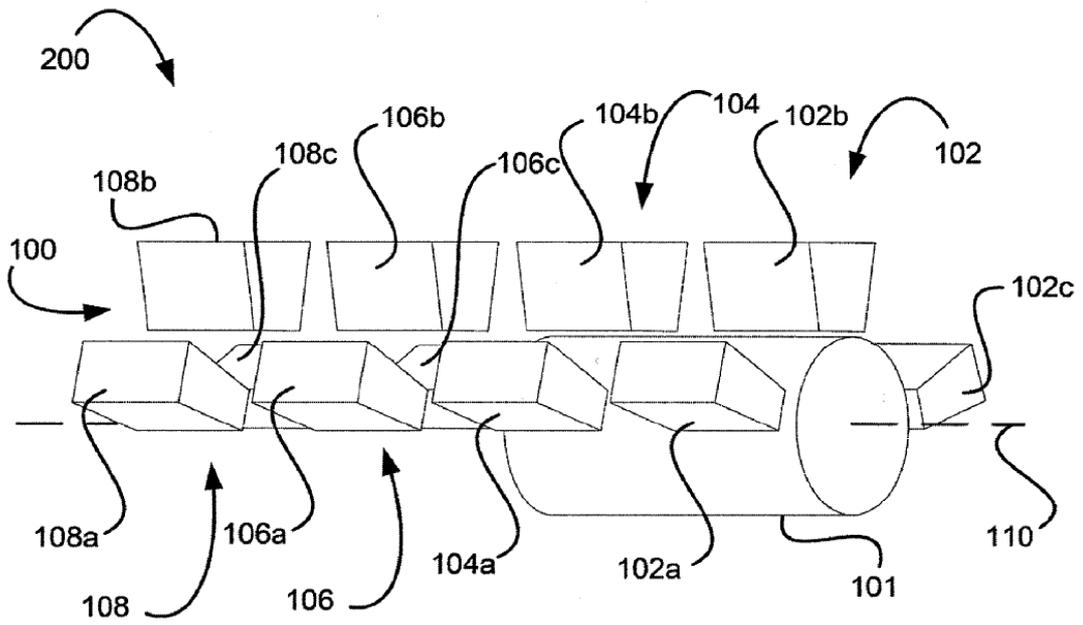
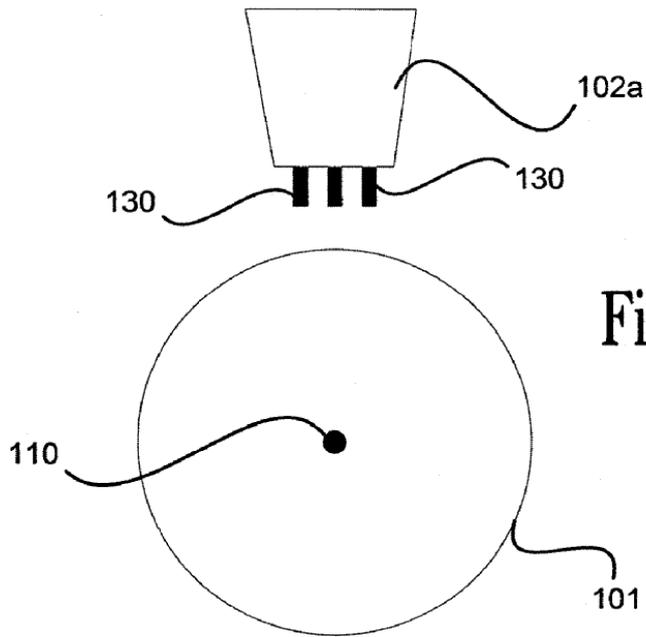


Fig. 4A

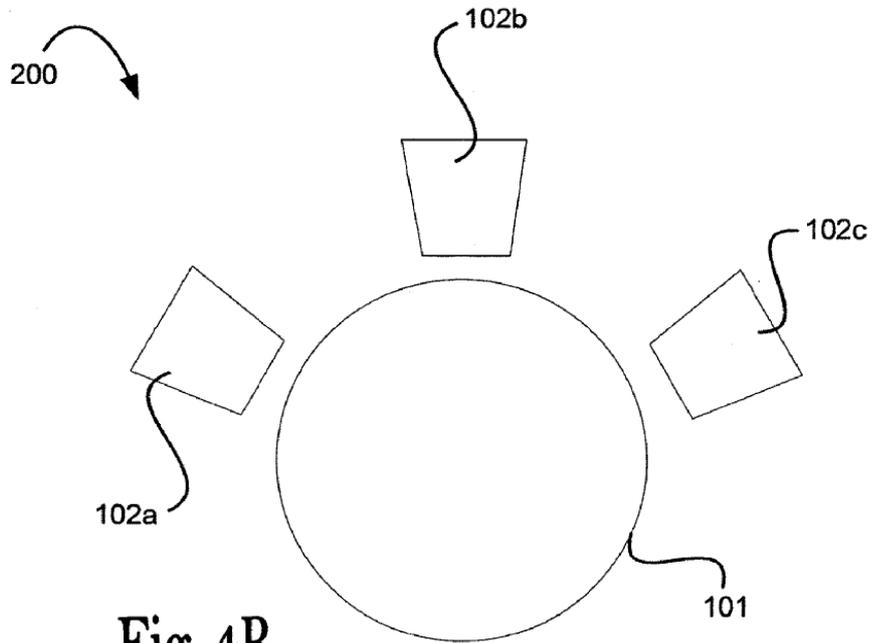


Fig. 4B

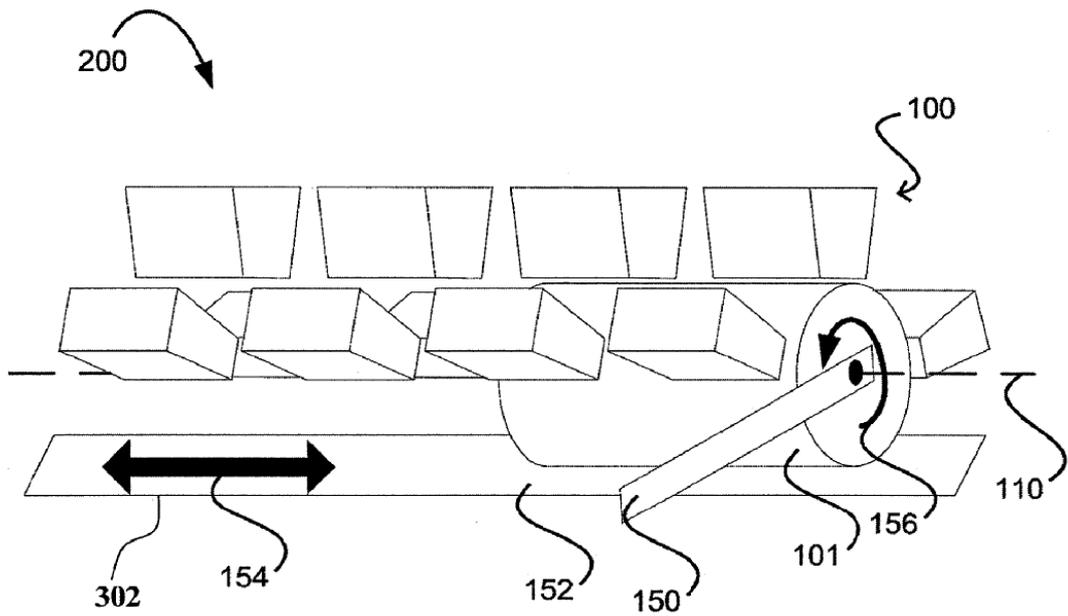
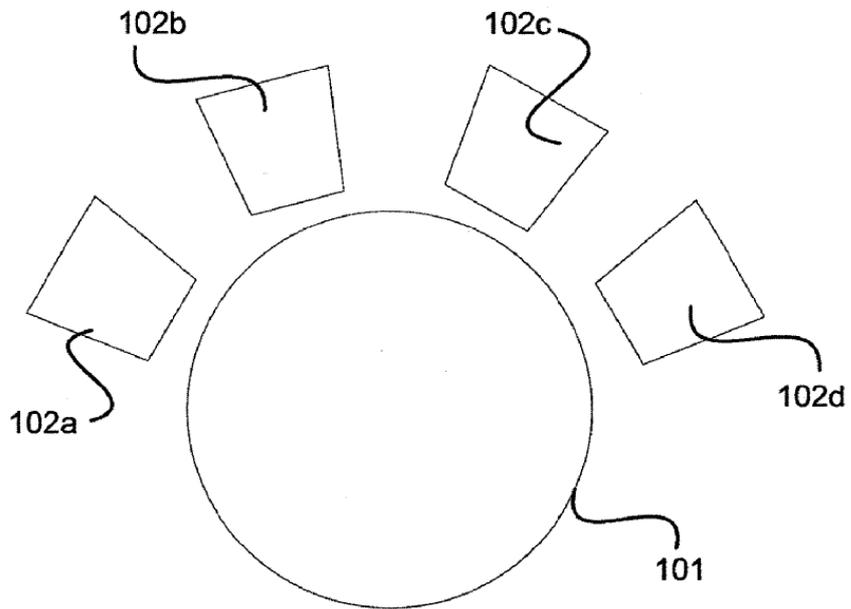
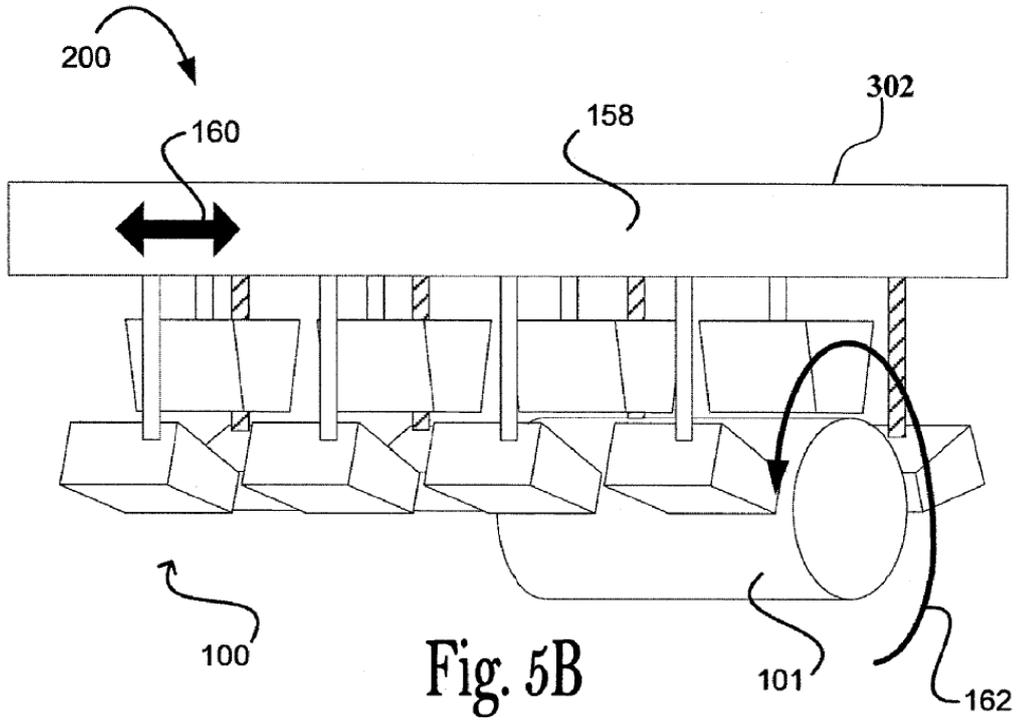


Fig. 5A



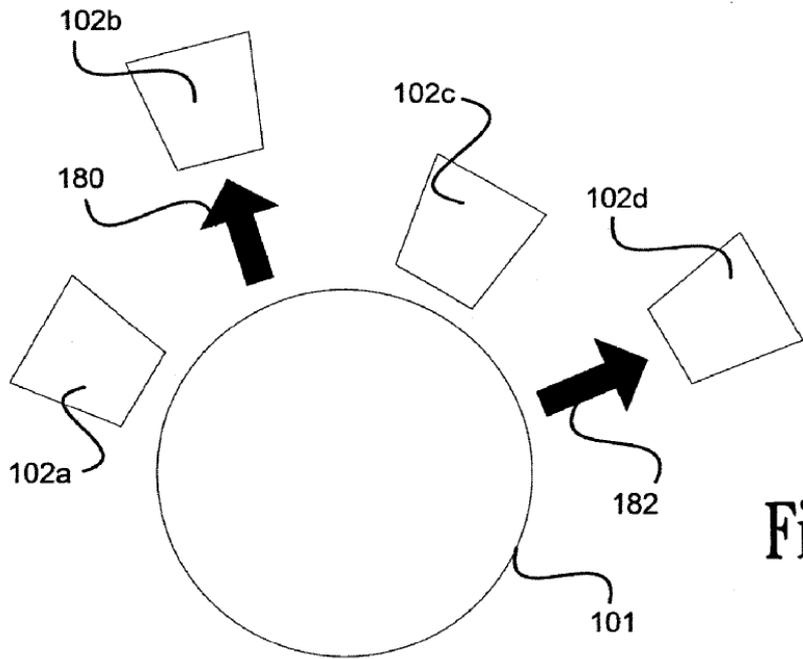


Fig. 6B

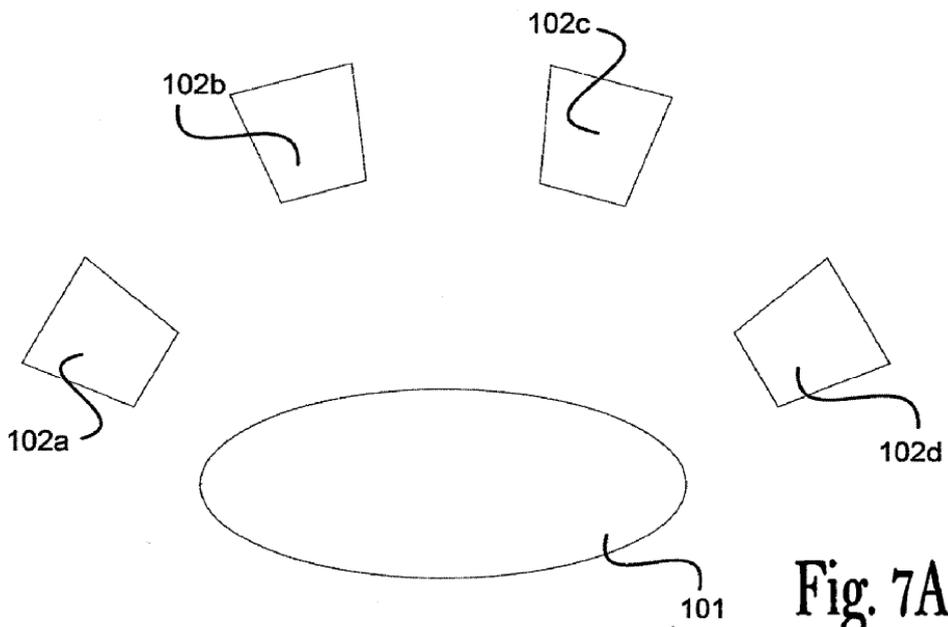
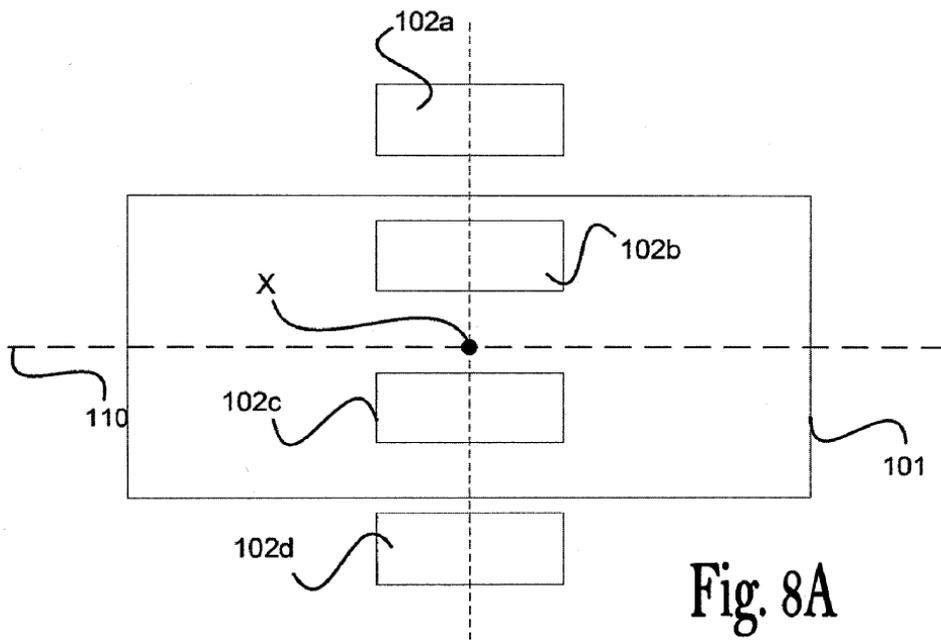
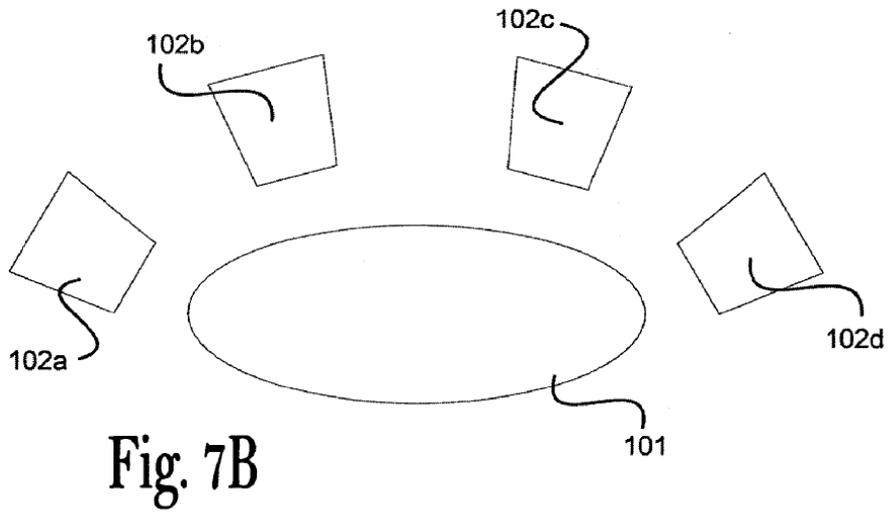


Fig. 7A



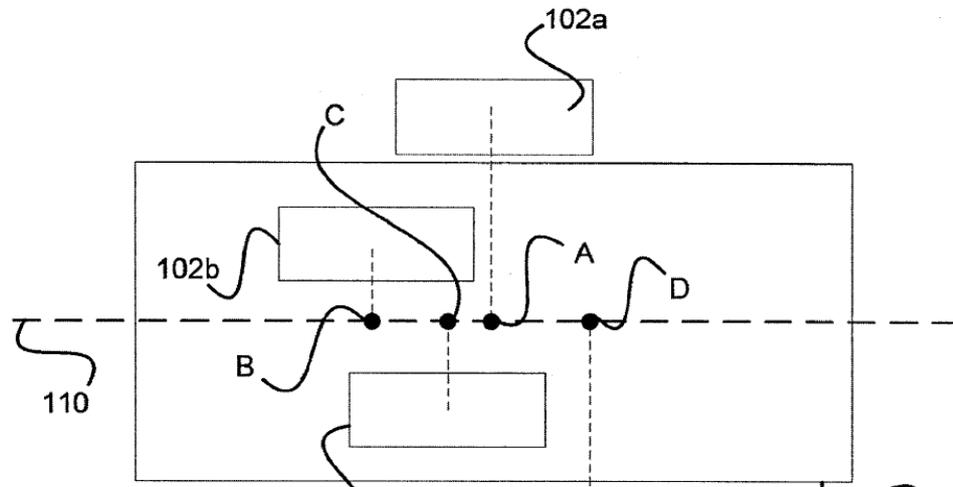


Fig. 8B

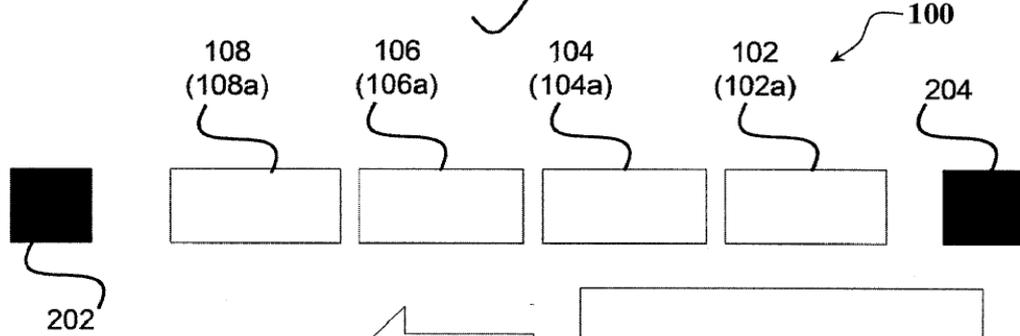


Fig. 9A

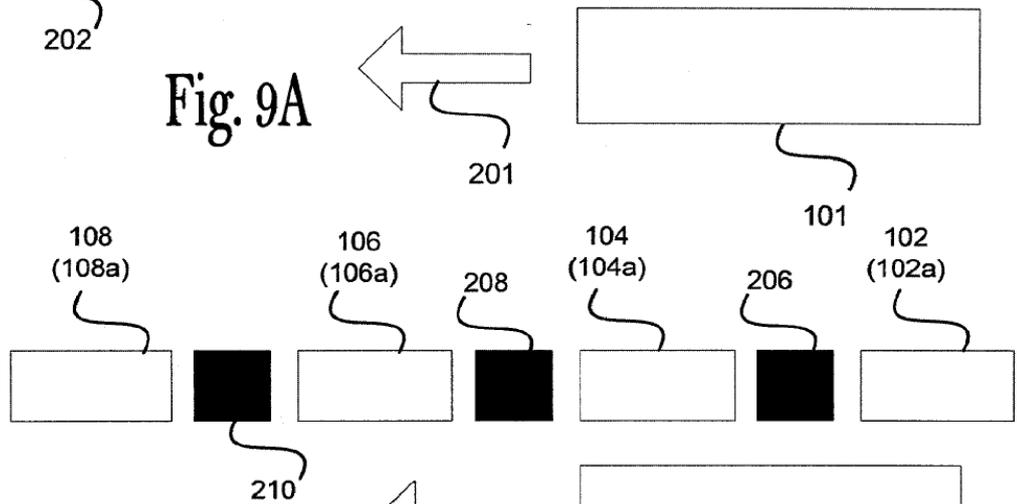
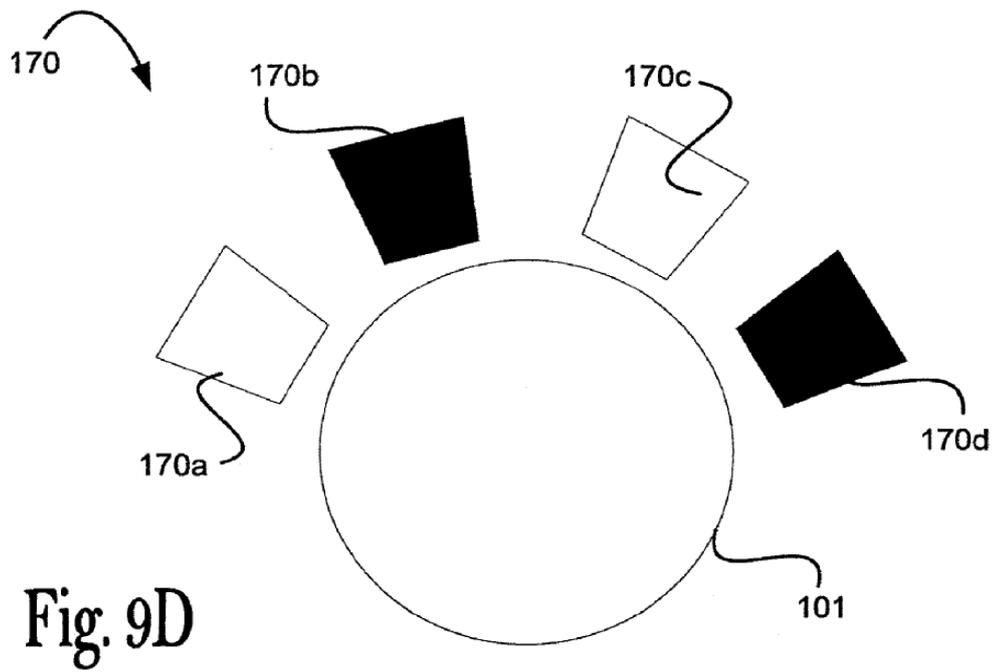
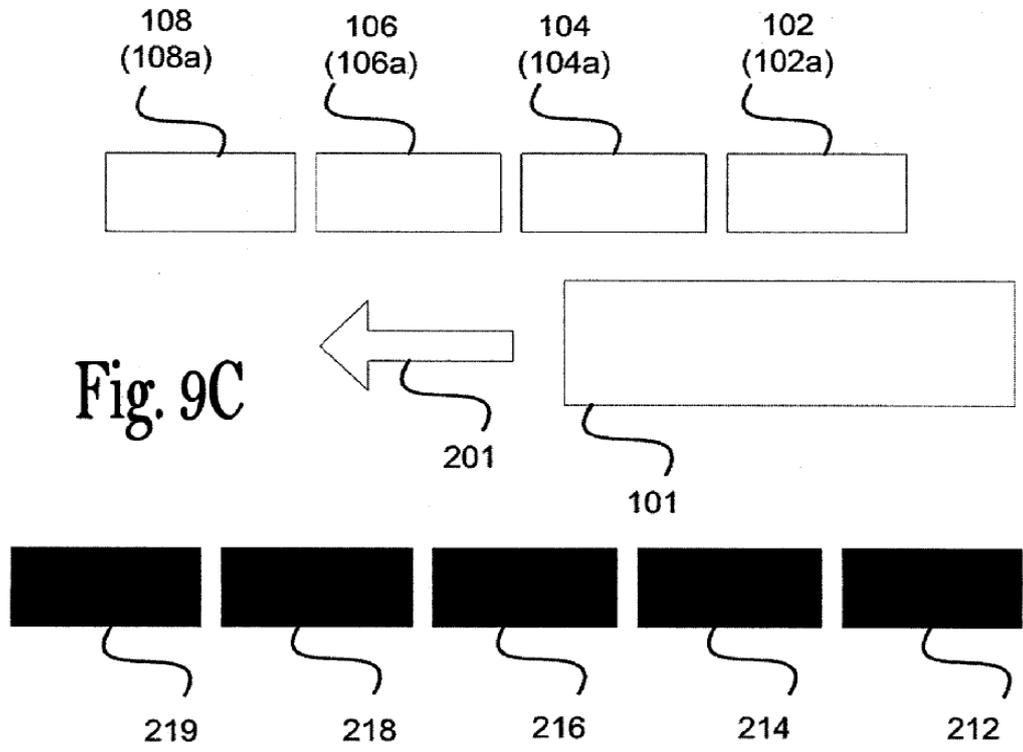


Fig. 9B



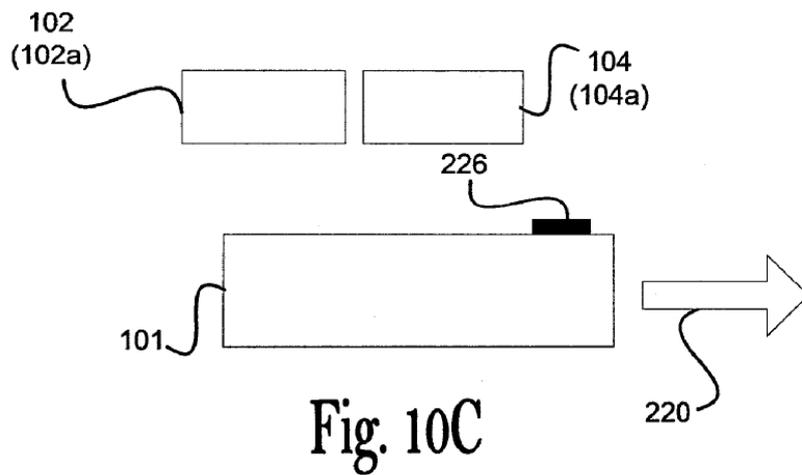
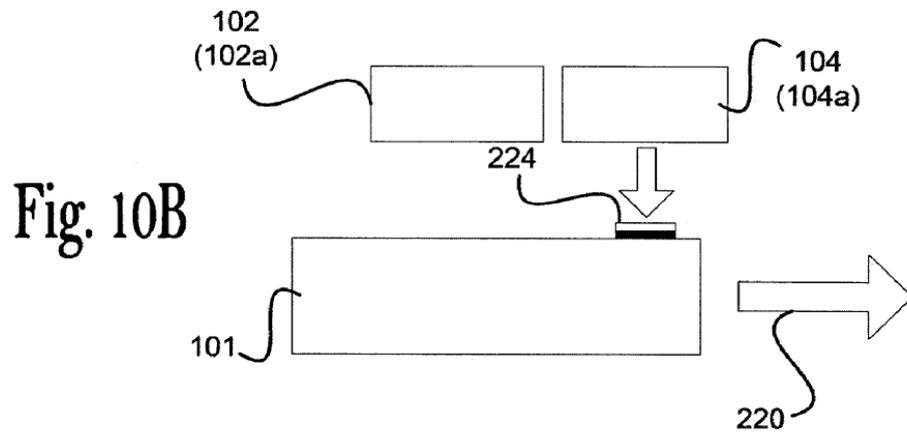
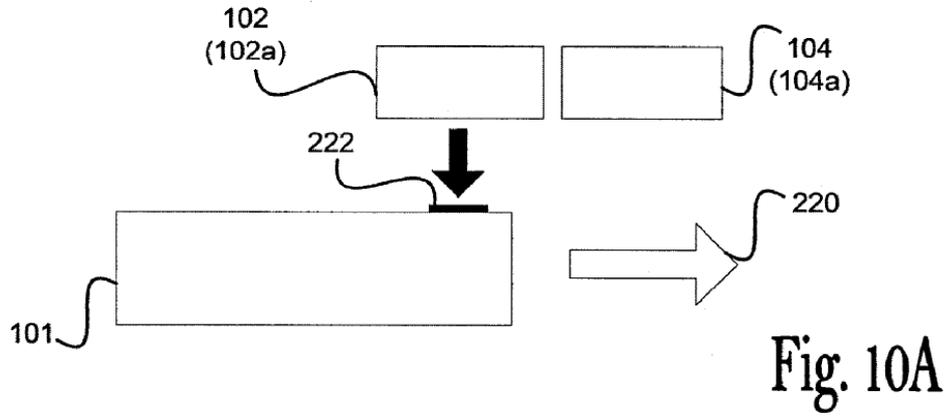


Fig. 11A

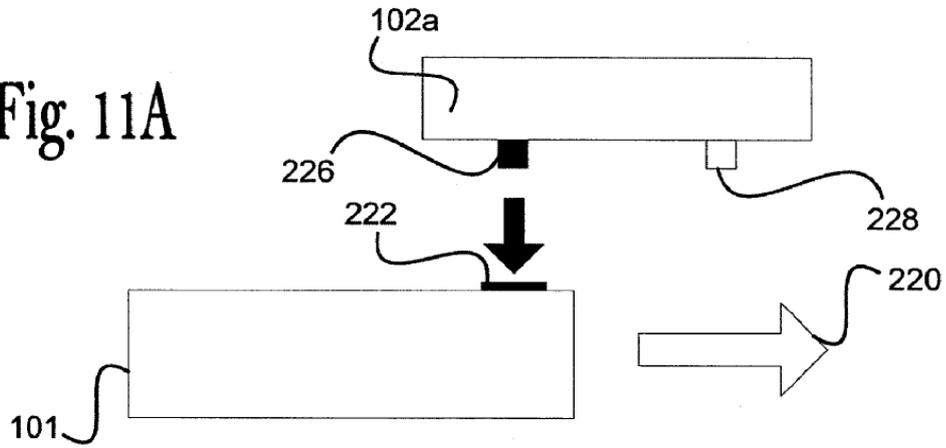


Fig. 11B

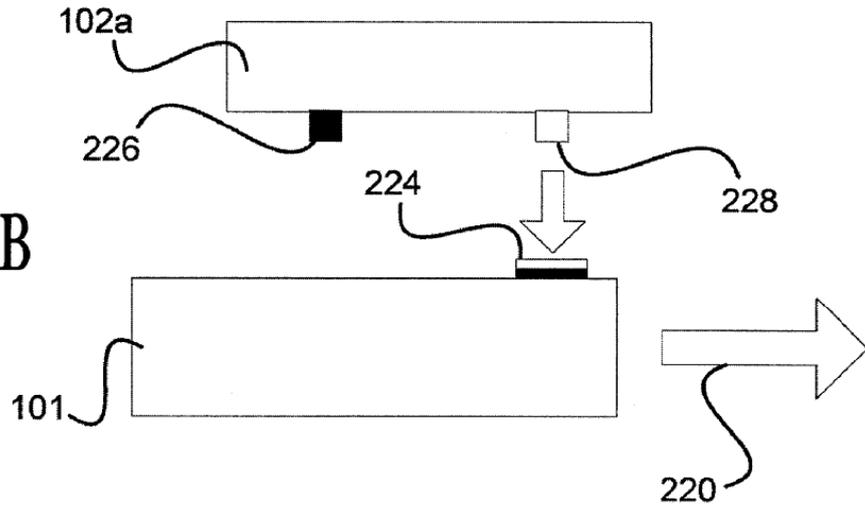


Fig. 11C

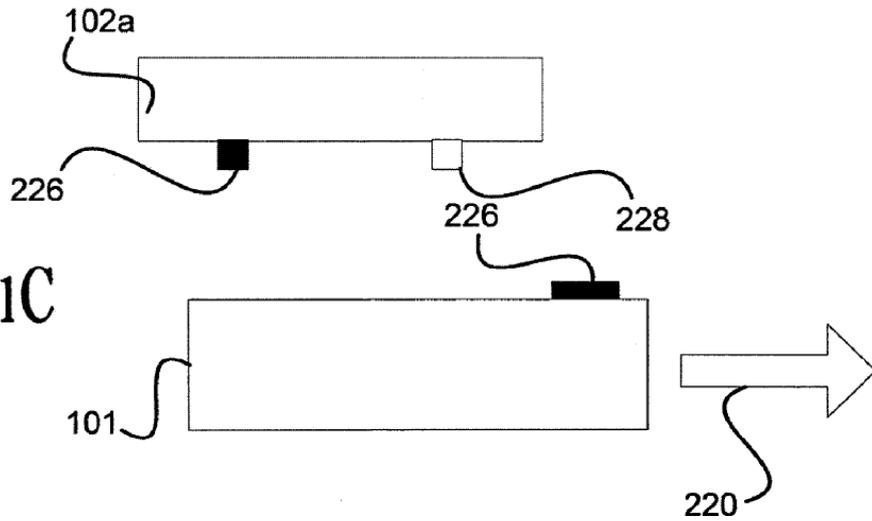


Fig. 12A

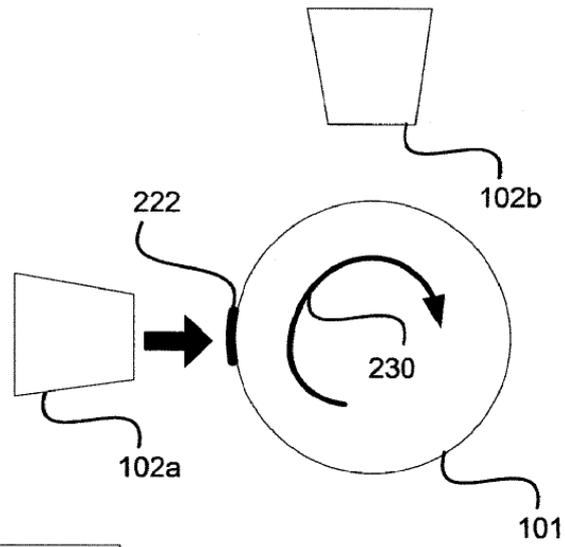


Fig. 12B

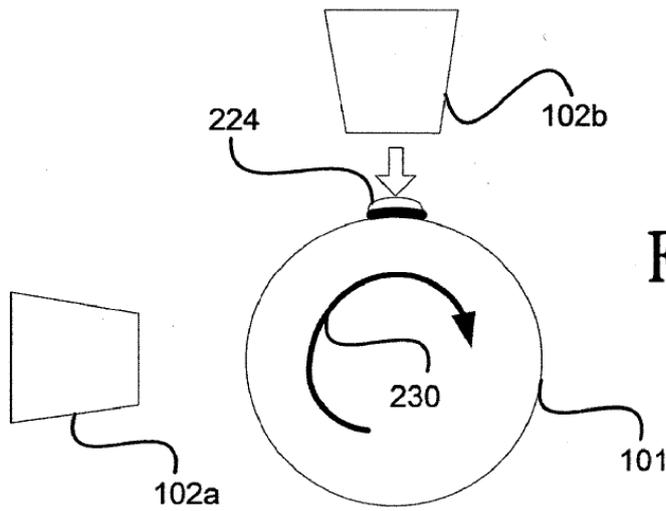
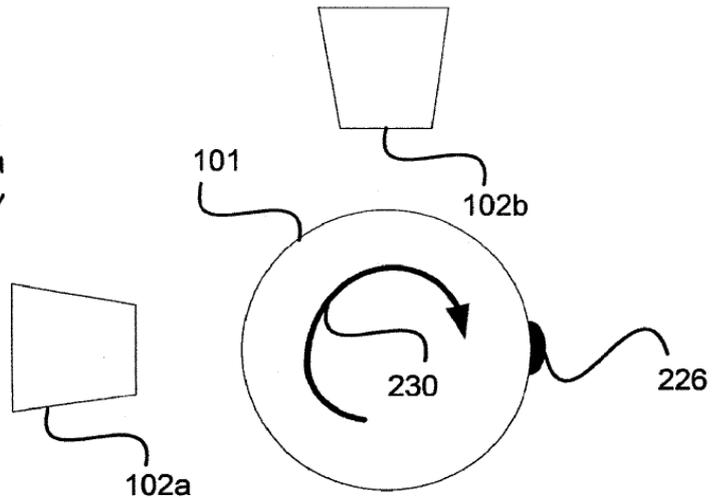
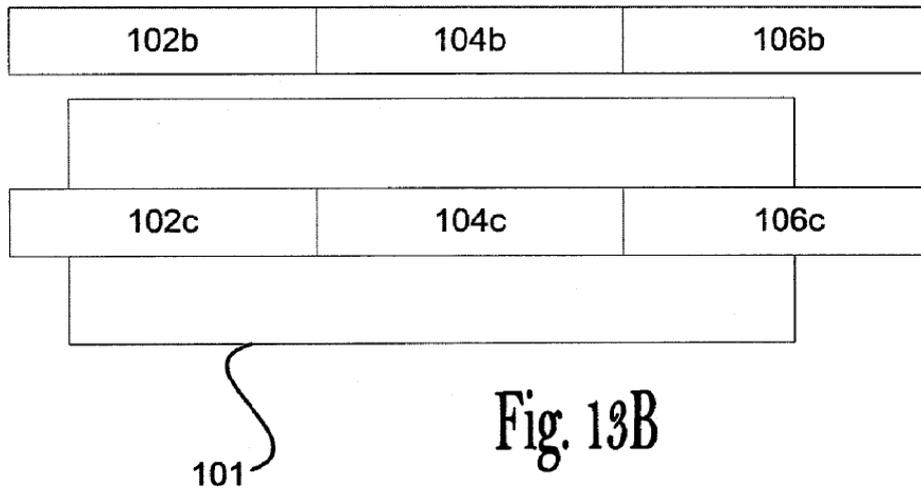
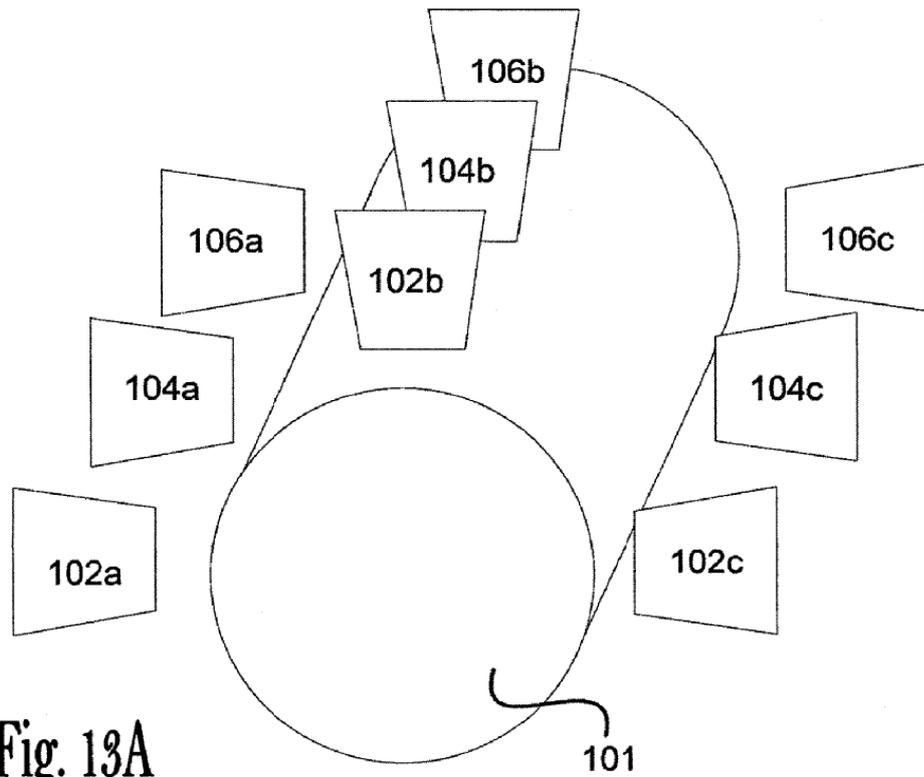
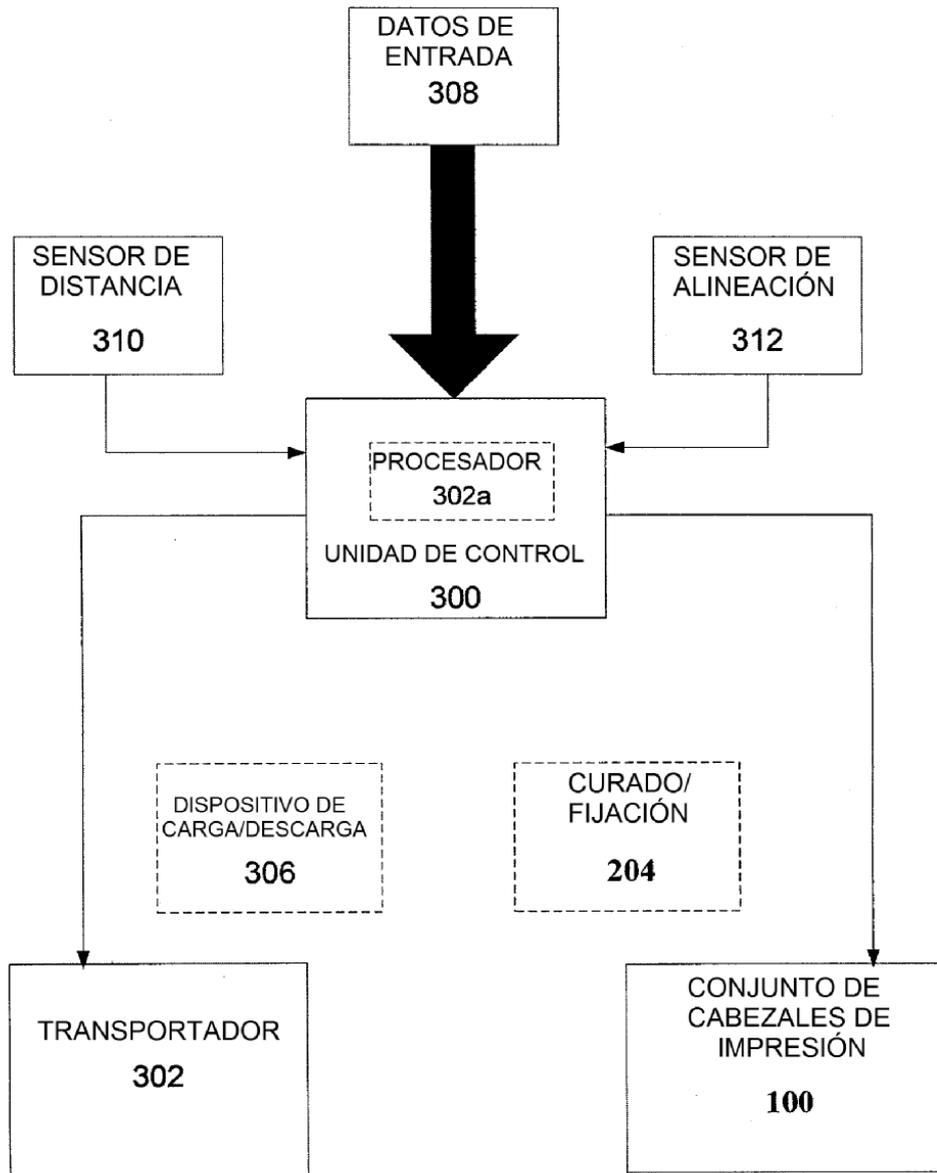


Fig. 12C







200

Fig. 14

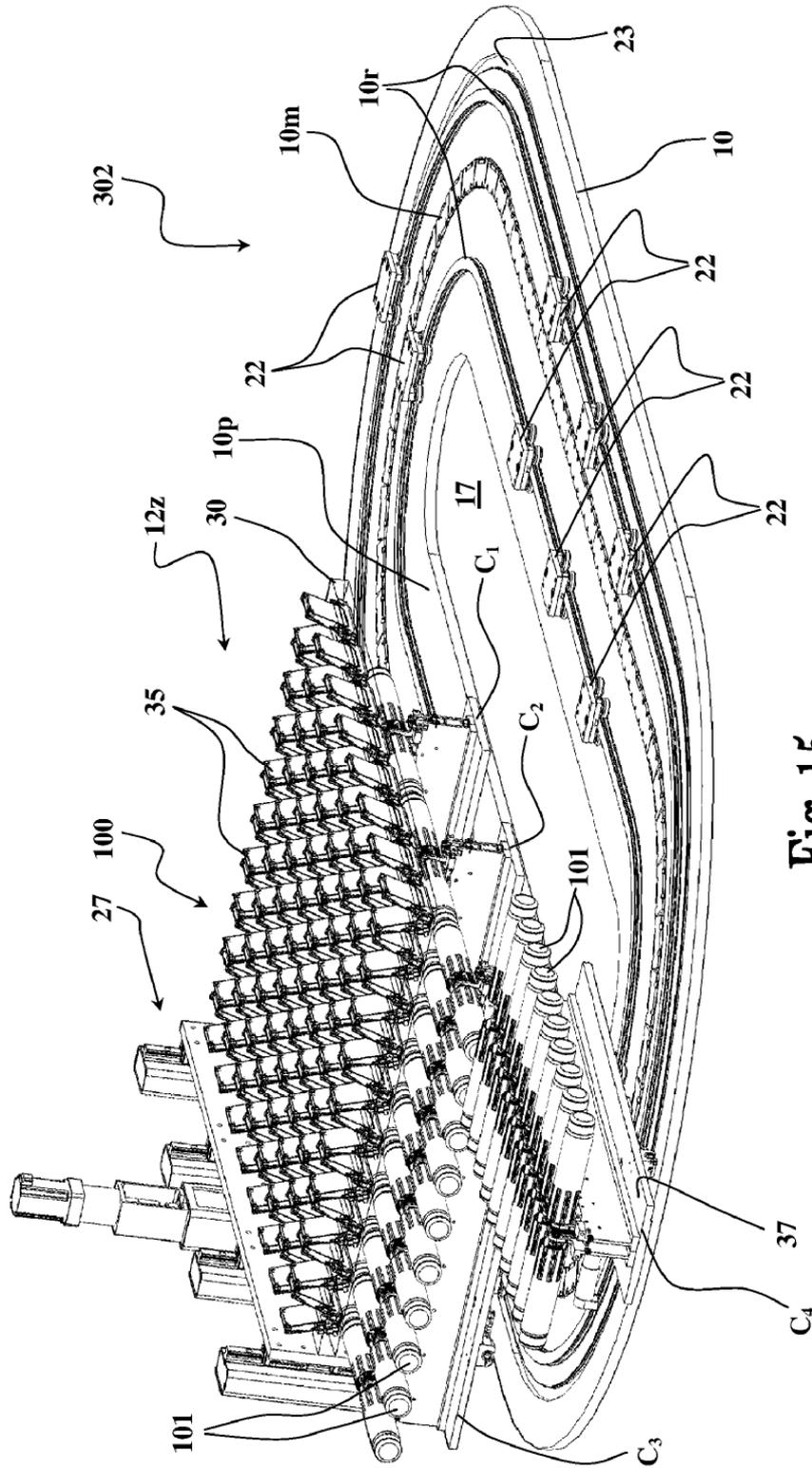


Fig. 15

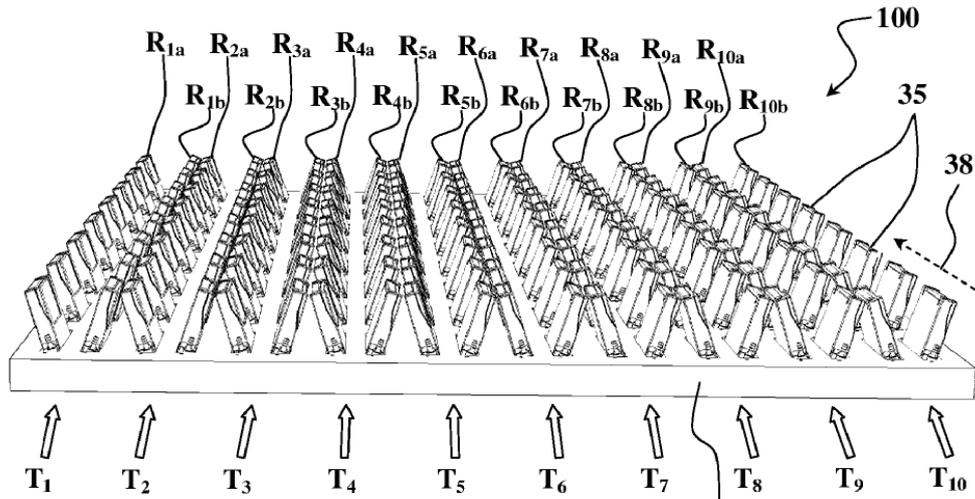


Fig. 16A

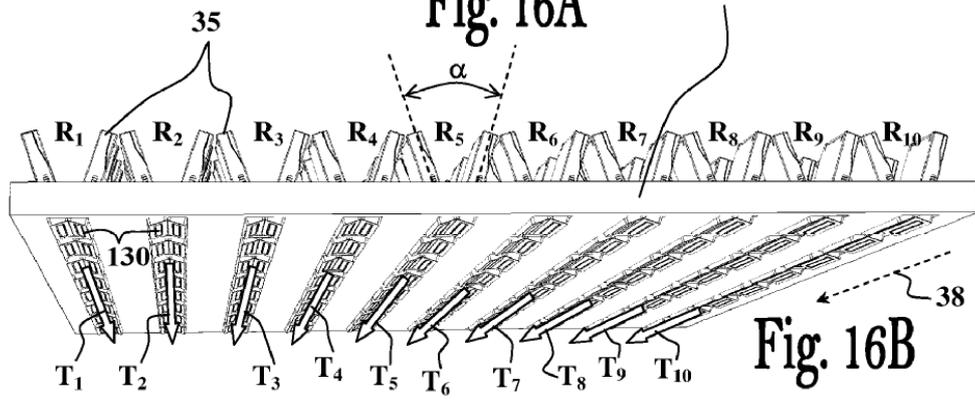


Fig. 16B

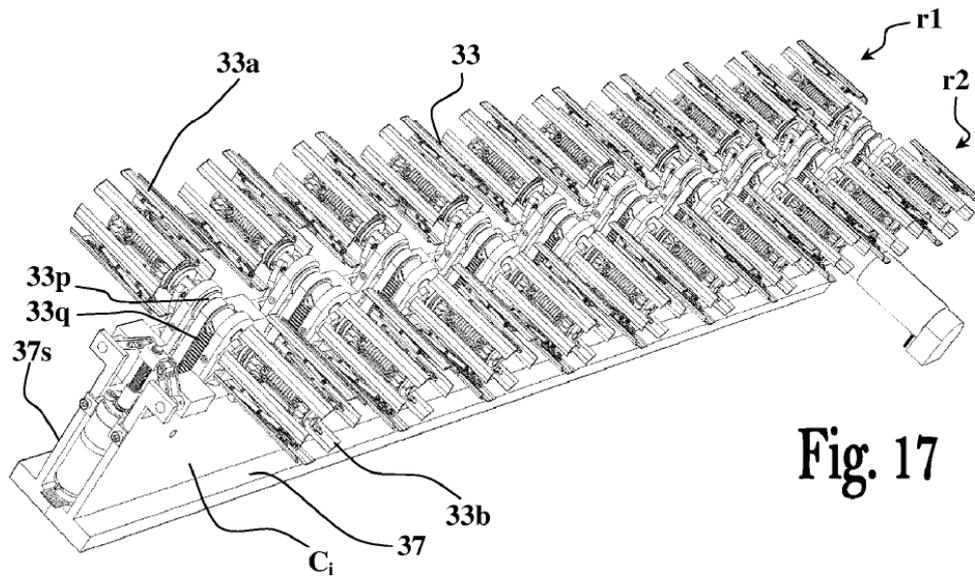
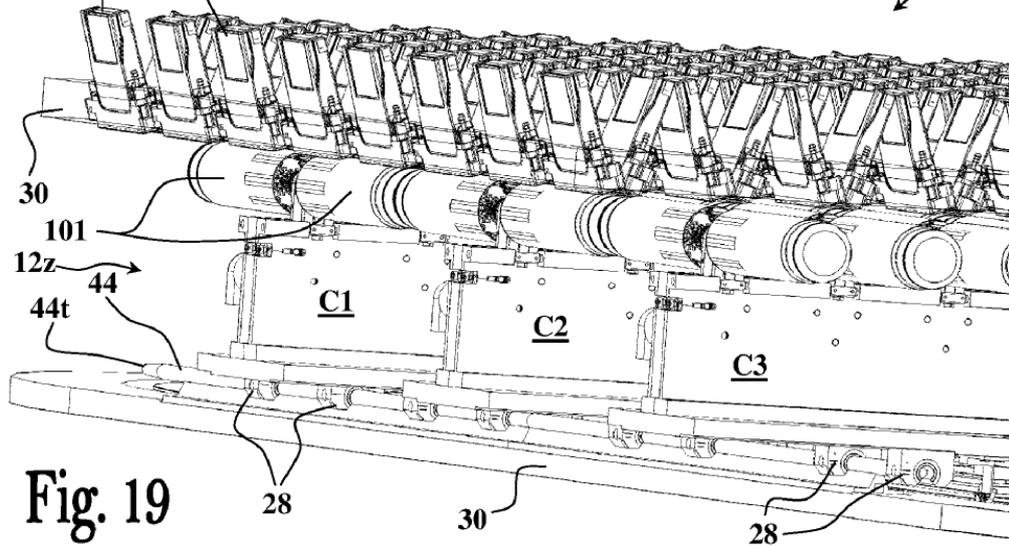
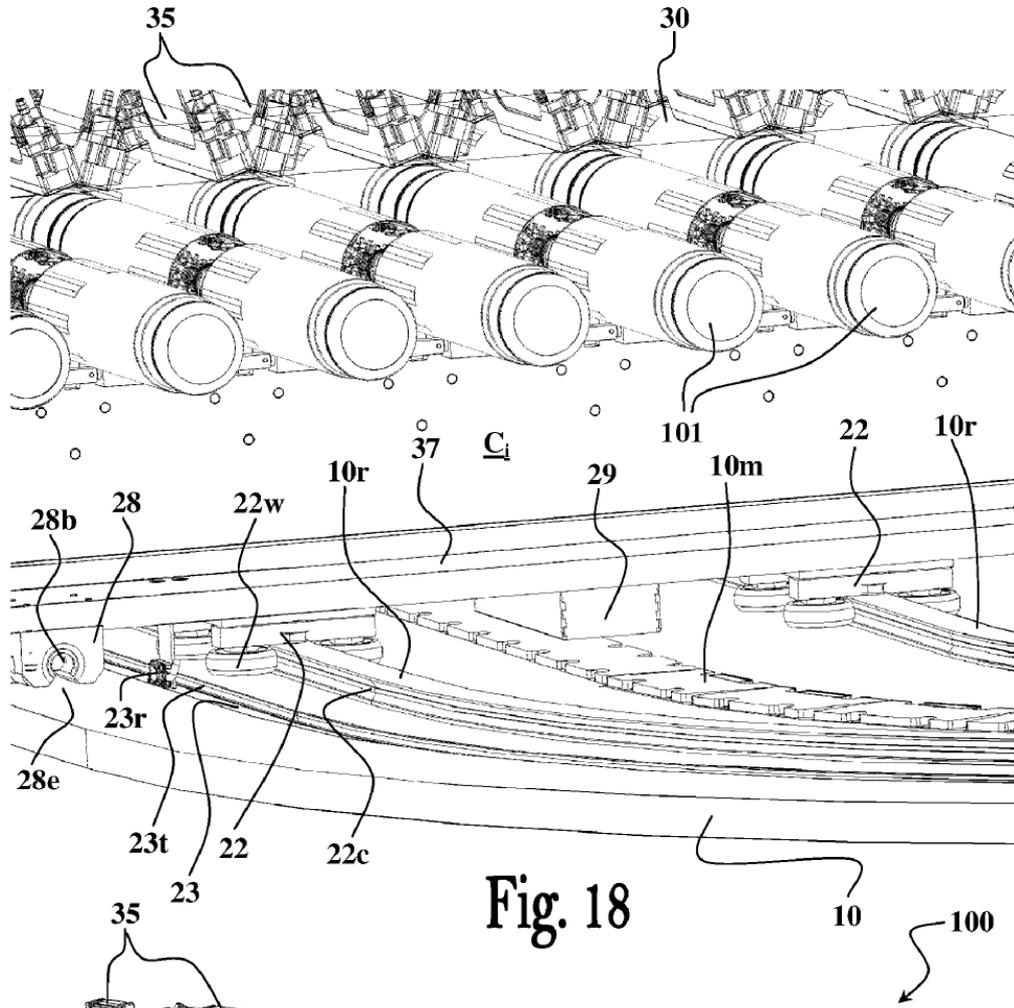


Fig. 17



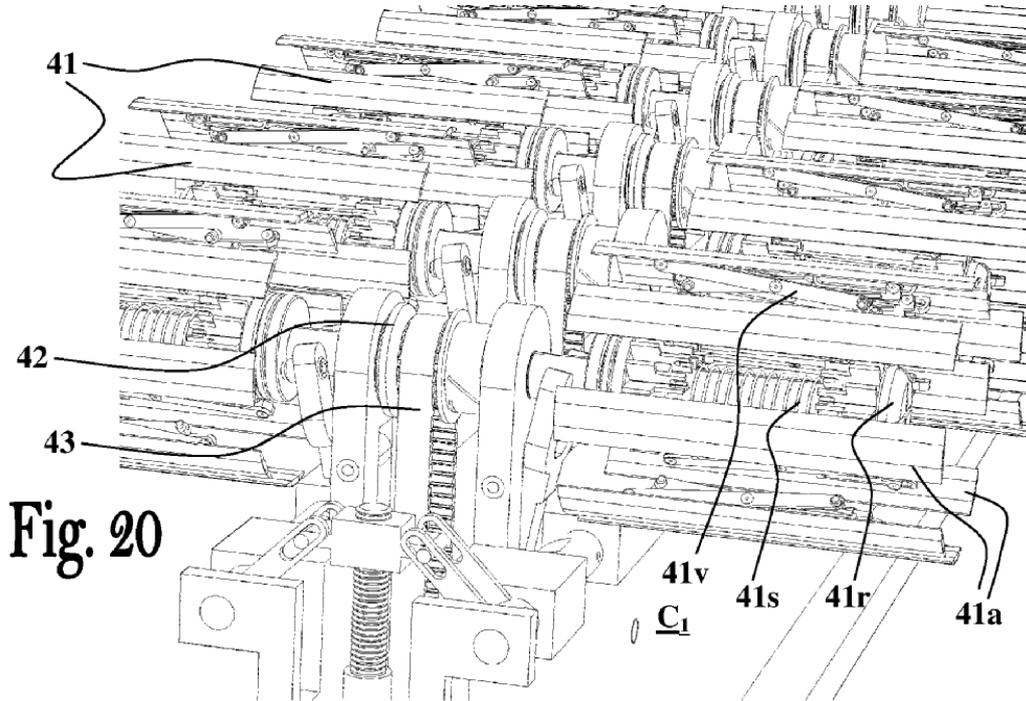


Fig. 20

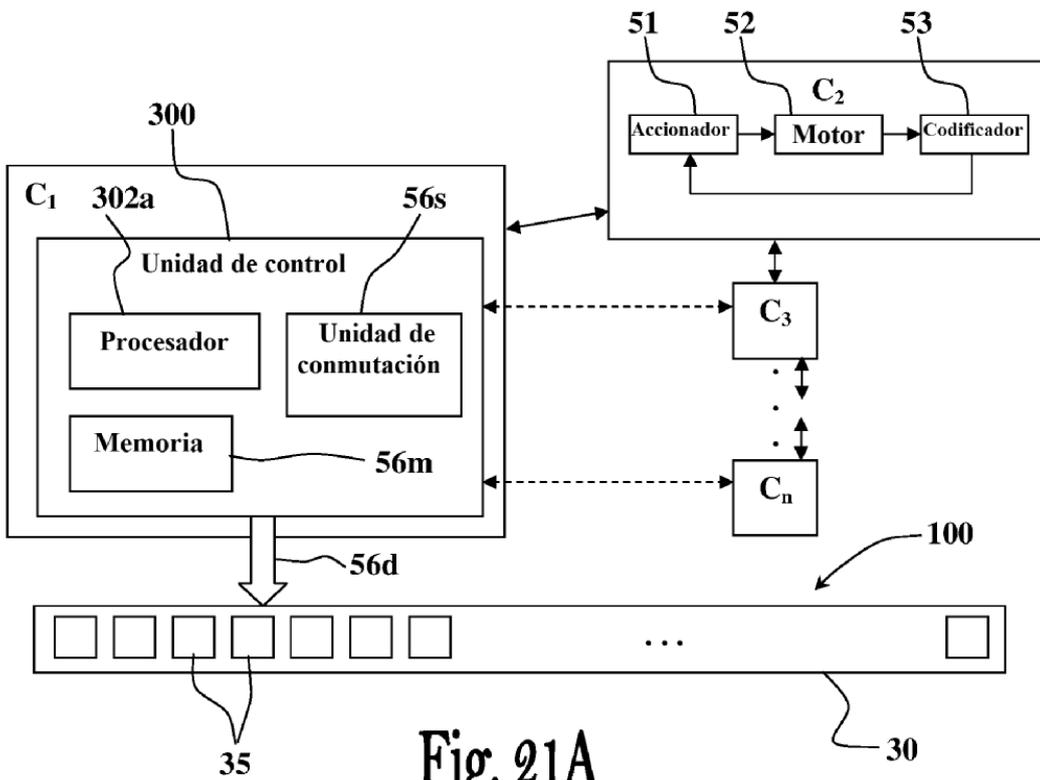


Fig. 21A

