



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 327 424**

(51) Int. Cl.:

B29C 41/36 (2006.01)

B29C 67/00 (2006.01)

B41J 2/21 (2006.01)

B41J 2/505 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05077318 .3**

(96) Fecha de presentación : **19.12.1997**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1621311**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2006**

(54) Título: **Procedimiento y aparato para la fabricación de un prototipo de un objeto tridimensional.**

(30) Prioridad: **20.12.1996 US 771009**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.10.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.10.2009

(73) Titular/es: **Z Corporation**
32 Second Avenue
Burlington, Massachusetts 01803, US

(72) Inventor/es: **Russell, David B.;**
Anderson, Timothy;
Bredt, James F.;
Vogel, Michael J.;
Seymour, Martin;
Bornhorst, Walter J. y
Hatsopoulos, Marina

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 327 424 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y aparato para la fabricación de un prototipo de un objeto tridimensional.

5 Antecedentes de la invención

La fabricación rápida de un prototipo describe diversas técnicas para la fabricación de un prototipo tridimensional de un objeto a partir de un modelo informático de un objeto. Una técnica es la impresión tridimensional por medio de la cual se utiliza una impresora especial para fabricar el prototipo a partir de una pluralidad de niveles bidimensionales. En particular, una representación digital de un objeto en 3-D es almacenada en la memoria de una computadora. El software de la computadora secciona la representación del objeto en una pluralidad de niveles en 2-D diferenciados. Una impresora en 3-D fabrica a continuación una capa de material para cada capa seccionada por el software. Juntas, las diversas capas fabricadas forman el prototipo deseado.

En un procedimiento unas capas de impresión tridimensionales de un material en polvo son depositadas dentro de un área delimitada. Una solución aglutinante se deposita selectivamente sobre cada capa para producir zonas de polvo aglutinado. El polvo no aglutinado es a continuación retirado para producir una pieza tridimensional.

El documento WO 95/19112 divulga un sistema para la producción de componentes dimensionales para unir entre sí sucesivas capas de un material poroso con gotículas de un material aglutinante. Una cabeza de impresión del aglutinante tiene una formación de boquillas las cuales suministran de forma controlable chorros de gotículas de material aglutinante sobre las capas de material poroso. La cabeza de impresión es escaneada mediante un sistema de escaneo por líneas sobre cada capa de material poroso a lo largo de un primer eje de escaneo en una dirección para proporcionar unas primeras trayectorias de gotículas de escaneo rápido. La cabeza de impresión es a continuación desplazada lateralmente de dicha primera dirección y a continuación desplazada a lo largo del eje de escaneo en la dirección opuesta para proporcionar unas segundas trayectorias de gotículas de escaneo rápido las cuales se entrelazan con las primeras trayectorias de escaneo. El suministro de gotículas sobre el material poroso puede ser controlado de manera que se controle la superposición de éstas para producir diversas características de superficie e interiores deseadas de los componentes.

El documento EP-A-0,431,924 divulga un aparato para la fabricación de un objeto tridimensional y un procedimiento de activación de una pluralidad de chorros de aglutinante para fabricar un objeto tridimensional que ofrece los rasgos distintivos de los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 4, respectivamente. La presente invención se caracteriza por los rasgos distintivos de la parte caracterizadora de aquellas reivindicaciones. Rasgos distintivos opcionales se exponen en las reivindicaciones dependientes.

Sumario de la invención

De acuerdo con una forma de realización de la invención, una impresora tridimensional de acuerdo con la reivindicación 1 fabrica un objeto tridimensional a partir de una representación digital almacenada en una memoria, utilizando un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4. En una forma de realización particular, la representación digital se facilita a partir de una memoria por una computadora.

En una forma de realización un área de trabajo de la impresora incluye un depósito de alimentación, una mesa de construcción, una cavidad de rebose y un montaje de fabricación. El material de construcción está almacenado en el depósito de alimentación en forma de polvo y es extraído cuando se necesita construir el objeto tridimensional. La mesa de construcción recibe un depósito por incrementos de polvo de construcción transferido desde el depósito de alimentación. El polvo de construcción, de modo preferente, reacciona con un aglutinante aplicable para constituir una zona sólida. El polvo de construcción sobrante que no se ha depositado sobre la mesa de construcción es alojado en una cavidad de rebose. Durante la fabricación, se crea así mismo, en el área de trabajo, un material de construcción transportado por aire comprimido.

Un sistema de filtración de utilidad en la presente invención que incluye una bomba de vacío y un filtro está, de modo preferente, acoplado a la cavidad de rebose y suprime el polvo de construcción sobrante procedente de la cavidad de rebose. El sistema de filtración incluye así mismo un elemento de deshumidificación para suprimir el exceso de humedad del aire. El sistema de filtración aspira el aire desde la cavidad de rebose durante el funcionamiento de la impresora. El usuario puede seleccionar la posibilidad de desviar la aspiración hacia un orificio de admisión para que actúe como una aspiradora en miniatura amovible.

El sistema de filtración, de modo preferente, vuelve a hacer circular el aire filtrado, deshumidificado, desde el área de trabajo hasta un área limpia de la impresora. El área limpia puede incluir los elementos electrónicos y cualquier otro equipamiento que pueda resultar dañado por el material de construcción transportado por aire comprimido. Una junta parcial separa el área de trabajo del área limpia y un acoplamiento mecánico se extiende a través de la junta parcial para poner en funcionamiento el montaje de filtración. Un diferencial de presión positiva ayuda a mantener el polvo transportado por aire comprimido fuera del área limpia.

El líquido aglutinante se aplica, de modo preferente, mediante un pórtico amovible suspendido sobre el depósito de alimentación, la mesa de construcción y la cavidad de rebose. El pórtico puede así mismo incluir un difusor para

transferir el material de construcción desde el depósito de alimentación hasta la mesa de construcción para crear capas adicionales. El pórtico incluye unos surtidores de aglutinante situados en al menos un cartucho de aglutinante, estando cada surtidor de aglutinante acoplado a un suministro de aglutinante para depositar de modo selectivo el aglutinante sobre las capas del material de construcción.

En una forma de realización de la presente invención, pueden ser aplicados diferentes volúmenes de aglutinante sobre posiciones seleccionadas en las capas de material de construcción. Mediante la aplicación de estas cantidades diferentes de aglutinante, la resistencia de la pieza puede ser controlada. En particular, un mayor volumen de aglutinante se deposita en el perímetro de la sección transversal para crear una placa exterior dura. Pueden ser depositados diferentes volúmenes haciendo variar el caudal del aglutinante procedente de los surtidores o depositando el aglutinante en un número de veces variable en una posición seleccionada.

El aglutinante puede incluir tintes de color. Las gotículas de aglutinante y los tintes se depositan de forma selectiva sobre una capa o sobre un material de construcción para crear un objeto multicolor. En particular, los tintes se depositan de forma selectiva para colorear la superficie exterior del objeto. El aglutinante mismo puede no estar coloreado para de esta forma combinarse con los tintes.

Durante su funcionamiento, los surtidores de aglutinante pueden resultar atascados por los detritos incluyendo una mezcla del aglutinante y del material de construcción.

Un montaje de limpieza, de utilidad en la presente invención, situado sobre el pórtico puede incluir una membrana limpiadora para retirar el material de construcción y los demás detritos de los surtidores de aglutinante. En particular un elemento de limpieza está dispuesto en una trayectoria desde los surtidores de aglutinante. Los surtidores de aglutinante son orientados de forma periódica para que se desplacen a través del elemento de limpieza de forma que el elemento de limpieza pueda desalojar los residuos de los surtidores. El elemento de limpieza puede ser limpiado haciendo fluir el material aglutinante desde los surtidores por encima del elemento de limpieza para limpiar el elemento de limpieza. El líquido de desecho resultante puede ser recogido para su evacuación en un recipiente de desechos.

Por diversas razones, incluyendo el atasco y la alineación defectuosa, un surtidor de aglutinante concreto de un cartucho de impresión puede ser defectuoso. El surtidor defectuoso puede crear una línea no deseada de laminación en cada capa de material de construcción. De acuerdo con la invención, los surtidores de aglutinante están descentrados, por ejemplo a una distancia fija, entre capas sucesivas. Este descentraje crea una discontinuidad entre las líneas de laminación. Este efecto de cinglado se crea mediante la desviación de los chorros de aglutinante con respecto a la dirección de un escaneo de impresión.

El depósito de impresión y la cámara de construcción utilizadas en la presente invención pueden ser cajas de pistones fabricadas como un material unitario. Las cajas de pistones incluyen unos laterales que unen cada lado adyacente en una esquina interior curvada. Se elige un pistón para que tenga una forma que se adapte a la forma interior de la caja. Una junta está dispuesta entre los bordes exteriores del pistón y la superficie interior de la caja para retener el material de construcción sobre los pistones. De modo preferente, la caja se constituye conformando una correa de metal flexible para formar una superficie interior lisa. Las esquinas interiores curvadas se constituyen envolviendo la correa alrededor de una pluralidad de vástagos para definir la cámara. La correa es a continuación fijada en posición por un volumen de uretano vulcanizado y los vástagos son retirados para obtener una caja de pistón con una superficie interior lisa.

A continuación se describirá la invención de forma más detallada con referencia a los dibujos que se acompañan y lo expuesto en las reivindicaciones. Debe entenderse que el procedimiento y el aparato concretos de fabricación de un prototipo tridimensional que incorpora la invención se muestra únicamente a efectos ilustrativos y no como limitación de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un Aparato para la fabricación rápida de un prototipo de acuerdo con la invención.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de los elementos básicos para regular el flujo de aire a través de la impresora tridimensional.

La Fig. 3 es una vista lateral desde arriba de la impresora tridimensional de acuerdo con la invención.

La Fig. 4 es una vista lateral desde arriba detallada de un pórtico de impresión unido a la invención.

Las Figs. 5A a 5D son diagramas esquemáticos de un proceso de control de un medio de impresión de acuerdo con la invención.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático de un aparato preferente que emplea múltiples cartuchos de aglutinante.

La Fig. 7 es un diagrama esquemático de otro aparato preferente que emplea múltiples cartuchos de aglutinante.

La Fig. 8 es un diagrama esquemático de otro aparato preferente adicional que emplea múltiples cartuchos de aglutinante.

La Fig. 9 es un diagrama esquemático de un cartucho de aglutinante que presenta un surtidor de aglutinante defectuoso.

La Fig. 10 es un diagrama esquemático de un procedimiento preferente de impresión en dos capas con un surtidor de aglutinante defectuoso.

La Fig. 11 es un diagrama esquemático de una técnica preferente para fabricar el depósito de alimentación 24 y la cámara de construcción 26.

Descripción detallada de la forma de realización preferente de la invención

La Fig. 1 es un diagrama esquemático de un aparato para la fabricación rápida de un prototipo de acuerdo con la invención. Tal y como se ilustra, hay una computadora 1, una impresora tridimensional 3, un objeto 5 de la impresora conformado en 3-D, un sistema de posprocesamiento 7 y un objeto 9 posprocesado de un prototipo en 3-D.

La computadora 1 es, de modo preferente, una computadora personal, o bien una computadora de escritorio o una computadora portátil. La computadora 1 puede ser una computadora autónoma o una unidad de una Red de Área Local (LAN) o una Red de Área Extensa (WAN). De acuerdo con la invención, la computadora 1 incluye una aplicación de software 12, como por ejemplo un programa de Diseño Asistido por Computadora (CAD)/de Fabricación Asistida por Computadora (CAM). El programa CAD/CAM 12 manipula las representaciones digitales de los objetos 17 entre tres dimensiones almacenados en un área 15 de almacenaje de datos. El programa CAD/CAM 12 puede crear, modificar y recuperar las presentaciones almacenadas 17. Cuando un usuario desea fabricar un prototipo 9 de la representación almacenada de objetos, el usuario exporta la representación almacenada hacia un programa de software de alto nivel 18. Desde el programa de alto nivel 18, el usuario a continuación da instrucciones al programa 18 para que imprima. El programa 18 secciona la representación digital 17 en una pluralidad de capas independientes de dos dimensiones, cada una con un grosor predeterminado.

El programa 18 imprime cada capa mediante el envío de instrucciones de alto nivel hasta los elementos electrónicos de control 52 existentes en la impresora 3, los cuales activan la impresora tridimensional 3. Como alternativa, la representación digital del objeto 17 puede ser directamente leída desde un medio legible por computadora (por ejemplo un disco magnético u óptico) por el hardware de la impresora. La impresora tridimensional 3 incluye un área sucia 20 donde la impresión se lleva a cabo y un área limpia 50 donde los elementos electrónicos 52 de control están alojados.

La impresora tridimensional 3 utiliza un cartucho de impresión tipo por chorro de tinta para depositar la solución aglutinante procedente de los surtidores de tinta sobre sucesivas capas de un material de construcción en polvo, como por ejemplo se divulga en la Patente estadounidense 5,902,441 depositada el 4 de Septiembre de 1996. Cuando el aglutinante se combina con el polvo de construcción, el polvo reacciona y se solidifica formando una estructura sólida. Mediante el control del desplazamiento de las gotículas de aglutinante desde estos surtidores de aglutinante, la estructura sólida de la sección transversal en 2-D puede físicamente ser reproducida. La impresora tridimensional 3 fabrica una capa física para cada capa seccionada suministrada por el programa 18. Cuando el fichero ha sido completamente impreso, se constituye una pieza inacabada tridimensional 5. Detalles adicionales para aglutinar un polvo para constituir un objeto se divulgan en la Patentes estadounidenses Nos. 5,340,656 de Sache *et al.* y 5,387,380 de Cima *et al.*

El sistema de posprocesamiento 7 viene típicamente requerido para el acabado del objeto prototípico 9 a partir de la pieza impresa 5. Puede disponerse de diferentes opciones de acabado dependiendo del resultado que pretende conseguirse. Las opciones preferentes se describirán con mayor detalle más adelante.

Pala neumática

Puede hacerse que el aire circule por toda la máquina para mantener un entorno de humedad controlada y resolver una diversidad de problemas.

El polvo transportado por aire comprimido puede ocasionar un problema de fiabilidad. El polvo transportado por aire comprimido puede introducirse en los surtidores de aglutinante y provocar atascos en los surtidores e interrumpir la impresión. así mismo el polvo puede ocasionar daños a los elementos electrónicos de la impresora y a otros elementos sensibles del hardware. Finalmente, partículas de polvo sueltas pueden ser liberadas al entorno cuando un recinto cerrado superior que cubre la impresora se abra, ocasionando con ello una molestia al usuario.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva del flujo de aire preferente de la impresora tridimensional 3. Tal y como se ilustra, la impresora tridimensional 3 incluye una plataforma superior 22 que incorpora una pluralidad de cavidades rebajadas. Ilustrado a lo largo del eje x se encuentran un depósito de alimentación rectangular 24 provisto de un pistón de alimentación inferior 25, una cámara de construcción rectangular 26 provista de un pistón de construcción inferior que delimita una mesa de construcción 27, una cavidad de rebose en forma de chimenea 28. Aunque en el dibujo se

ES 2 327 424 T3

omite por razones de claridad, una junta está fijada a los pistones 25, 27 y puede deslizarse contra las paredes interiores de las cajas de los pistones 24, 26. Aunque tampoco se ilustra, una cubierta superior aísla el área de impresión del entorno exterior.

5 La cavidad de rebose 28 está conectada a un sistema 30 de fijación y acondicionamiento de aire. Una bomba de vacío 34 arrastra el aire desde la cavidad de rebose 28 a través de un conducto 31 de introducción del flujo hasta el interior de una cámara de filtro 32. La materia extraña es extraída del aire a través de la cámara de filtro 32, de la misma forma que una disposición de filtro y bolsa de recogida. El aire filtrado desde la bomba de vacío 34 es distribuido mediante un conducto de filtro 35 a un cartucho de desecante 36 para controlar la humedad del aire filtrado. El aire
10 filtrado deshumidificado es distribuido por un conducto 37 de rebose hasta un orificio que comunica con el área limpia 50.

Además de capturar el polvo sobrante, el flujo de aire a través de la cavidad 28 de rebose reduce la cantidad de polvo transportada por aire comprimido para facilitar la fiabilidad de la máquina y la satisfacción del usuario.

15 El flujo de aire a través de la cavidad de rebose puede ser cortado por el usuario presionando un botón o accionando un conmutador (no mostrado) que cierre una válvula 39. La aspiración es desviada hasta un tubo alternativo 31' de entrada del flujo que termina en un orificio de admisión 38 el cual puede ser alargado y manipulado por el usuario como una aspiradora en miniatura para vaciar el polvo no aglutinado, sobrante, procedente del interior y de los alrededores de la cámara de construcción 26 una vez que la construcción de la cámara 5 se ha completado. Para facilitar este proceso de limpieza, el tubo 31' del flujo de entrada tiene un diámetro más pequeño que el conducto 31 del flujo de entrada, de manera que el flujo de aire automáticamente salta a una velocidad mucho más elevada cuando esta aspiradora en miniatura 38 se está utilizando. El flujo de aire retorna a su nivel más bajo cuando el usuario vuelve a situar la válvula 39 en su posición para generar un flujo desde la cavidad de rebose 38. De modo preferente, la válvula 39 cambia de
20 forma automática de posición hasta la cavidad de rebose 28 cuando la construcción vuelve a empezar.

La Fig. 3 es una vista desde arriba de la impresora tridimensional 3 de la Fig. 1. Mostradas con mayor detalle están situadas el área sucia 20 y el área limpia trasera 50, estando retiradas ambas partes superiores. La plataforma superior 22, además de las tres cajas 24, 26, 28 incluye una sección abrasiva 29 analizada más adelante. Un pórtico de impresión 40 está suspendido sobre la plataforma superior 22 por un montaje de brazo 55 conectado a una pista 57 y a un vástago de soporte 23. Durante el funcionamiento, el brazo se desplaza a lo largo del eje x sobre la pista 57 y sobre el vástago de soporte 23 para desplazar el pórtico 40.

El área sucia 90 está separada del área limpia 50 mediante una junta deslizante 29 a través de la cual se extiende el montaje de brazo 55. La junta deslizante puede ser una hendidura hecha de una lámina de plástico. Los elementos electrónicos operativos 52 están situados en el área limpia 50. Debido a la existencia de un diferencial de presión entre el área sucia 90 y el área limpia 50, los flujos de aire procedentes del área limpia 50 que pasan a través de la junta deslizante 29 se introducen en el área sucia 90. Este diferencial de presión positiva es mantenido para mantener las partículas de polvo y suciedad fuera del área limpia 50. Este flujo de aire que penetra en el área limpia 50 a partir del sistema de flujo de aire 30 ayuda así mismo a enfriar los elementos electrónicos 52.

Tal y como se ilustra, el pórtico 40, de modo preferente, incluye al menos una ranura de impresión 42 la cual define un área imprimible, y un cartucho de aglutinante 45. El cartucho de aglutinante 45 se desplaza en vaivén dentro del eje y a lo largo de una pista de impresión 46. Durante la impresión, el eje y es un eje de impresión más rápido que el eje x del desplazamiento del pórtico. El pórtico 40 incluye, de modo preferente, al menos un cartucho de impresión 45 por chorro de tinta, teniendo cada uno una pluralidad de surtidores de aglutinante para depositar un líquido aglutinante. Los chorros de aglutinante reciben la solución aglutinante desde un depósito de aglutinante 75 (Fig. 2) a través de al menos un conducto de aglutinante 77. Así mismo, se ilustra un rodillo difusor 46 para dispersar el polvo de construcción desde el depósito de alimentación 24 hasta la cámara de construcción 26.

50 La Fig 4 es un diagrama esquemático de tamaño ampliado del pórtico de impresión 40 de la Fig. 3. También se ilustra una fila de surtidores de aglutinante 47 existentes en el cartucho 45. Se incluye un limpiador 43 de los surtidores, por ejemplo, una hoja de caucho flexible que retira los residuos de los surtidores del aglutinador 47 durante cada ciclo de desplazamiento en vaivén. Se muestra así mismo un recinto 44 por encima del área de escaneo del cartucho de impresión 45. El rodillo 48 está flanqueado por dos miembros de pala 49 los cuales cooperan para impedir una acumulación de un exceso del medio de impresión procedente del depósito de alimentación 24 y de la cavidad de construcción 26, de acuerdo con lo descrito con mayor detalle más adelante.

El aire fluye también desde el área limpia 50 hasta el recinto 44 del cartucho a través de un tubo de aire 58. Un flujo de aire positivo puede situarse en correspondencia con el diferencial de presión entre el área limpia 50 y el área sucia 20, aunque un ventilador 59 situado sobre el área limpia 50 puede ser utilizado para asistir a la salida del flujo de aire del recinto 44 del cartucho para proporcionar una presión positiva e impedir que el polvo penetre desde la entrada del recinto 44. Esto impide que el polvo transportado por aire provocado por el impacto del aglutinante líquido al golpear el polvo, se desplace sobre los surtidores de aglutinante y de esta forma los atasque.

Impresión

Las Figs. 5A a 5D son diagramas esquemáticos que ilustran un proceso preferente para la manipulación de polvo de construcción. En ellas se muestran el depósito de alimentación 24, la cámara de construcción 26 y la cavidad de rebose 28 rebajada dentro de la plataforma superior 22. Un suministro de polvo de construcción 60 es soportado dentro del depósito de alimentación 24 mediante un pistón de alimentación amovible 25 y la mesa de construcción 27 se muestra dentro de la cámara de construcción 26. Como es conocido en la técnica, el pistón de alimentación 25 se desplaza progresivamente hacia arriba por dentro del eje z durante el funcionamiento, mientras que la mesa de construcción 27 se desplaza progresivamente hacia abajo dentro del eje z. Un flujo de aire constante que circula hacia abajo de la cavidad de rebose 28 se crea mediante la bomba de vacío 34 (Fig. 2).

Con referencia a la Fig. 5A, el suelo 25 del depósito de alimentación 24 ha sido situado de tal manera que una cantidad suficiente 62 del material de construcción 60 para una capa sobresale por encima del depósito de alimentación 24. La mesa de construcción 27 ha sido situada a una profundidad específica para recibir una primera capa de material de construcción. De modo preferente, la mesa de construcción 27 es bajada por incrementos para crear una pluralidad de capas de construcción sucesivas, cada una de aproximadamente de 0,12 a 0,22 mm de grosor o menos.

Con referencia a la Fig. 5B, el rodillo es rotado en dirección contraria a su movimiento hacia delante para empujar la cantidad de material de construcción 62 hacia delante en dirección a la cámara de construcción 26. Como se ilustra en la Fig. 5C, el rodillo 48 continúa a través de la cámara de construcción 26 para depositar una capa muy fina de material de construcción 64 sobre la mesa de construcción 27. Para asegurar que se ha depositado una capa de construcción completa sobre la mesa de construcción 27, una cantidad sobrante de material de construcción 60 es suministrada y retirada del depósito de alimentación 24. Este exceso de material de construcción 66 es descargado por el rodillo 48 dentro de la cavidad de rebose 28 donde el flujo de aire transporta las partículas hasta el sistema de filtración 30 (Fig. 2).

Al menos una porción del pórtico 40 pasa así mismo sobre la cavidad de rebose 28 para limpiar los detritos situados en el fondo del pórtico 40. Se genera típicamente una capa de costra sobre la parte inferior frontal del pórtico como resultado de la mezcla del polvo transportado por aire comprimido con el material aglutinante. Esta capa tiende a engrosar con el tiempo y se engancha con el lecho del polvo provocando indentaciones sobre la capa superior del lecho de polvo y conduciendo a desperfectos en la parte final. Unos pequeños cepillos, un material rizado (por ejemplo un material de sujeción Velcro®) u otro material abrasivo 29 son situados sobre la parte superior de la plataforma superior 22 para raspar el exceso de detritos existente en el fondo del pórtico. Estos detritos son a continuación aspirados para descender por la cavidad de rebose 28 cuando el borde delantero del pórtico 40 pasa sobre ella.

Después de depositar una capa actual con el desplazamiento del pórtico en la dirección x, la sección transversal en 2-D de esa capa es impresa. En particular, la impresión se produce en el curso de pasos sucesivos del cartucho de impresión en la dirección y, durante el paso inverso del pórtico en la dirección negativa x. Pueden utilizarse en su lugar otros procedimientos de impresión, de acuerdo con lo descrito con detalle más adelante.

Como se ha destacado, el rodillo difusor 48, fijado al pórtico, prende el polvo 62 desde la parte superior del pistón de alimentación 25 y lo distribuye sobre la parte superior de la mesa de construcción 27 existente en la cámara de construcción 26. Mediante el desplazamiento del polvo 62 a lo largo de las distancias referidas, este proceso es potencialmente el que provoca la mayoría del polvo transportado por aire comprimido.

Cuando el material de construcción está siendo distribuido, se produce una oleada de polvo 65 y tiende a desplazarse lateralmente con respecto a la dirección del movimiento del rodillo. Las palas 49 (Fig. 4) tienden a contener la oleada de polvo 65. Esto impide que el material de construcción se derrame sobre la plataforma superior 22 y constituya una pila, lo cual no es deseable desde el punto de vista de la fiabilidad de la máquina y de la satisfacción del usuario. Las palas 49 constituyen una junta contra los extremos del rodillo difusor 48 rotatorio y de traslación y contra la parte superior de la plataforma superior 22. De modo preferente, se utilizan unos muelles para generar una fuerza hacia dentro sobre las palas 49 una respecto a otra, provocando que las palas 49 formen una junta estanca con el rodillo difusor 48. Los muelles así mismo generan una fuerza hacia abajo sobre las palas 49 para formar una junta con la parte superior de la plataforma superior 22.

Las palas 49 están, de modo preferente, fabricadas a partir de un material plástico relleno de aceite para reducir fricción entre la parte inferior de las palas 49 y la parte superior de la plataforma superior 22 durante la difusión del polvo. El material relleno de aceite forma así mismo una barrera que impide que el polvo se pegue en el fondo de las palas 49. Así mismo, el material relleno de aceite puede también proporcionar una capa de liberación de autoabastecimiento.

Cuando el rodillo difusor 48 empuja la oleada de polvo 65, se produce una acumulación de polvo sobre el borde delantero el cual resulta empujado lateralmente sobre el área situada enfrente de las palas 49. Este polvo es empujado por las palas 49 hasta que finalmente es aspirado a través de la cavidad de rebose 28 o apilado lejos del paso. La cavidad de rebose 28 es, de modo preferente, más ancha que la cavidad de alimentación 24 y que las aberturas de la cámara de construcción 26 para capturar este polvo.

El impacto del aglutinante al golpear la capa de polvo durante la aglutinación provoca que el polvo se proyecte por el aire y golpee la parte inferior del cartucho del aglutinante. Dado que el cartucho está húmedo con el aglutinante, el polvo puede a continuación endurecerse y formar una costra sobre el fondo del cartucho o podría posiblemente terminar introduciéndose en los orificios de los surtidores, atascando con ello el orificio de salida de los surtidores. Así mismo, el exceso de aglutinante a veces forma una gotícula que se deposita sobre el fondo del cartucho y permanece allí como resultado de la tensión de la superficie. Ello puede también provocar el atasco del orificio de salida de los surtidores o la deflexión de los surtidores. Cuando los surtidores están atascados, el aglutinante no queda depositado donde se desea, provocando de esta forma fallos en la pieza final. Por consiguiente, se desea un procedimiento que limpie el polvo o el aglutinante del fondo del cartucho después de depositar cada capa de polvo para mantener abiertos los orificios de salida de los surtidores.

Volviendo a la Fig. 4, una membrana delgada 43, como por ejemplo una escobilla de goma, está situada sobre el pórtico por fuera de la ranura de impresión 42 y de las cajas de pistones 24, 26. El cartucho pasa sobre la escobilla de goma para conseguir que todo el polvo y el aglutinante sea raspado y se desprenda de los orificios de descarga de los surtidores. El problema entonces reside en cómo limpiar la escobilla de goma y retirar el polvo y el aglutinante existentes en este área.

Un procedimiento preferente de limpieza del área de la escobilla de goma es rociar con una solución de limpieza, desde una boquilla de limpieza situada en dirección proximal, sobre la escobilla de goma 43. Esta solución a continuación drena, con los detritos, hacia abajo por un tubo de desechos desembocando en un recipiente de desechos. Otro procedimiento preferente es prender fuego a los surtidores de forma que el material aglutinante actúe como solución de limpieza para enjuagar los detritos desprendiéndolos de la escobilla de goma 43 haciendo que bajen por el tubo de desechos y terminen en el recipiente de desechos.

25 *Velocidad de impresión y calidad de la pieza*

La potenciación al máximo de la velocidad de construcción es de gran interés para el usuario. El tiempo de construcción tiene dos componentes primordiales: la difusión del polvo y la deposición del líquido aglutinante. La velocidad de difusión del polvo está limitada por varios factores, incluyendo la necesidad de mantener una capa superior lisa y para reducir al mínimo el polvo transportado por aire comprimido. Por consiguiente, el procedimiento preferente de incrementar la velocidad de construcción tiene por finalidad incrementar la velocidad de deposición del aglutinante. Un procedimiento preferente para incrementar la velocidad de deposición del aglutinante es utilizar múltiples cartuchos de aglutinante.

La Fig. 6 es un diagrama esquemático de un aparato preferente que emplea múltiples cartuchos de aglutinante. Cuando se emplean múltiples cartuchos, los cartuchos son situados en un ángulo de 90° con respecto a la forma de realización de cartucho único anteriormente descrita. Esto es, la impresión se produce ahora a lo largo del eje x cuando el pórtico 40 es desplazado. Dado que cada cartucho 45'a, ..., 45'n es más ancho que el área ocupada por los surtidores de aglutinante 47'a, ..., 47'n, los cartuchos 45'a, ..., 45'n deben estar dispuestos de una forma especial para que puedan depositar el líquido aglutinante sobre la entera área superficial de la capa de polvo superior dentro de la cámara de construcción 26. Si los cartuchos 45'a, ..., 45'n están simplemente situados lado con lado, hay áreas en las cuales los cartuchos 45'a, ..., 45'n no pueden depositar aglutinante.

Tal y como se ilustra, un procedimiento para disponer los cartuchos 45'a, ..., 45'n para conseguir una capacidad de aglutinación sobre un área de impresión completa 72 en disponer los cartuchos 45'a, ..., 45'n en varias filas dentro del eje x de forma que los cartuchos 45'a, ..., 45'n se superpongan para formar una secuencia continua de chorros de aglutinante 47'a, ..., 47'n a lo largo del eje y. No hay, por consiguiente, movimiento o desplazamiento en vaivén de ningún cartucho en la dirección del eje y durante la deposición del aglutinante, frente a lo que ocurre en el sistema de cartucho único. El aglutinante es, de modo preferente, suministrado a cada uno de los surtidores de cada cartucho a través de un colector 70 a partir de un depósito común 75.

La Fig. 7 es un diagrama esquemático de otro aparato preferente que emplea múltiples cartuchos de aglutinante. Tal y como se ilustra, una pluralidad de cartuchos de aglutinante 45''a, ..., 45''g está dispuesta lado con lado y a continuación el aglutinante es depositado en dos direcciones. Esto es, determinadas porciones del área de construcción 74a, ..., 74g pueden ser cubiertas por el aglutinante cuando los cartuchos 45''a, ..., 45''g se desplazan en la dirección x negativa, aglutinando de esta forma una fila de barras. Los cartuchos 45''a, ..., 45''g son a continuación indizados en la dirección y en la longitud de la formación de surtidores 47''a, ..., 47''g. Otra porción de área susceptible de impresión 76 puede ser cubierta con aglutinante tras el retorno de los cartuchos 45''a, ..., 45''g en la dirección positiva x. Esto puede repetirse tantas veces como sea necesario para cubrir la totalidad del área de impresión. Si la última carrera se produce en la dirección positiva x, entonces la impresión se produce justo antes de la difusión.

Una ventaja de esta técnica es que no hay carreras suplementarias y, por consiguiente, no hay penalización en la velocidad de aglutinación cuando se utiliza este procedimiento. Una posible desventaja de este procedimiento es que el polvo que es transportado por aire comprimido como resultado de la difusión puede introducirse en los surtidores y provocar problemas de fiabilidad en el depósito del aglutinante.

Si la última carrera se produce en la dirección positiva x, entonces el pórtico 40 retorna al depósito de alimentación 24 antes que el polvo de difusión. Otro procedimiento para depositar el aglutinante en dos direcciones es que el

pórtico aglutine en dos carreras, retorne al depósito de alimentación 24 y a continuación difunda el polvo. Esto tiene la posible desventaja de que requiere un número adicional de carreras. El procedimiento, sin embargo, ofrece una ventaja en el sentido de que el polvo que resulta transportado por el aire como resultado de la difusión no interfiere con la deposición del aglutinante. Como alternativa, la impresión puede llevarse a cabo solo en una dirección solo para todas o precisamente para las últimas dos carreras de impresión.

La Fig. 8 es un diagrama esquemático de otro aparato preferente adicional que emplea múltiples cartuchos de aglutinante. Tal y como se ilustra, los cartuchos de aglutinante 45''a, ..., 45''m están dispuestos lado con lado formando ángulos de, por ejemplo, 45° con respecto al eje x. Propiamente hablando, los surtidores de aglutinante 47''a, ..., 47''m están dispuestos en una línea continua a lo largo del eje y para imprimir un área de impresión continua 78. Una ventaja de este procedimiento es que la impresión puede llevarse a cabo en una carrera o en número mínimo de carreras, dependiendo de la geometría de la cabeza de impresión.

La persona experta en la materia advertirá la existencia de muchas variantes respecto de los procedimientos anteriormente descritos para potenciar al máximo diversos parámetros. Por ejemplo, las cabezas podrían estar en ángulo e imprimir en dos direcciones, una barra en cada dirección.

Se desea conseguir de forma constante una elevada resistencia de la pieza a pesar de los diversos problemas en la impresión de chorros concretos. Por ejemplo, en algunos casos ciertos surtidores del cartucho de aglutinante pueden no estar disparando o el disparo puede ser intermitente como resultado de que la cabeza está fabricada de modo defectuoso o que una de ellas ha resultado contaminada por el polvo.

La Fig. 9 es un diagrama esquemático de un cartucho que tiene un surtidor de aglutinante defectuoso. Tal y como se ilustra, el cartucho 45 es uno entre una pluralidad de cartuchos los cuales imprimen a lo largo del eje x cuando se desplaza el pórtico 40 (Fig. 3). Si un surtidor concreto 47 - 6 de un cartucho 45 no dispara, entonces una barra 96 puede aparecer en la dirección x sobre la capa concreta de aglutinante que está siendo impresa 64. Esto crea una discontinuidad no deseada en el área impresa 95. El problema es que esta barra vertical del polvo no aglutinado 96 está en el mismo emplazamiento y_i sobre cada capa, provocando de esta forma un plano de delaminación una vez que la pieza se ha completado.

La Fig. 10 es un diagrama esquemático de un procedimiento preferente de impresión de dos capas con un surtidor de aglutinante defectuoso. De acuerdo con la invención, se utiliza una técnica de cinglado para conseguir que las barras verticales no aglutinadas 96-1, 96-2 se sitúen en emplazamientos y diferentes sobre cada capa 64-1, 64-2, distribuyendo de esta forma las áreas de debilidad a lo largo de la entera pieza, en lugar de concentrarlas en un plano. Por consiguiente, el surtidor defectuoso 47-6 es situado en un emplazamiento y diferente sobre cada paso con respecto a cada capa adyacente. El cinglado con un sistema de cartuchos múltiples puede llevarse a cabo mediante una desviación visual y_0 del cartucho 45 a lo largo del eje y antes de depositar cada capa de aglutinante.

Es así mismo deseable potenciar al máximo la resistencia de la pieza manteniendo al tiempo una elevada velocidad de construcción. Mediante la deposición de más aglutinante por unidad de área, la resistencia de la pieza puede ser mejorada a expensas de la reducción de la construcción. Así mismo, un volumen de aglutinante elevado dentro de un gran volumen se traduce en una distorsión de la pieza. Un procedimiento preferente para mejorar la resistencia de la pieza sin un incremento considerable en la velocidad de construcción consiste en incrementar el volumen de aglutinante a medida que es aplicado sobre el perímetro de cada capa, constituyendo de esta manera una placa dura alrededor de la pieza. Esto puede conseguirse incrementando el caudal cuando el aglutinante está siendo aplicado sobre el perímetro, o mediante la aplicación del aglutinante dos veces sobre el perímetro de la pieza. Este procedimiento tiene la ventaja añadida de que controla la distorsión de pieza del interior de las piezas.

Impresión en colores

Las cabezas de impresión por chorros de tinta de color se incorporan en el cartucho del aglutinante, proporcionando de esta forma la posibilidad de imprimir en una amplia gama de colores o tinta. Debido a que un sistema preferente utiliza estas cabezas para depositar aglutinante líquido, pueden ser utilizadas para utilizar un aglutinante de color como material que determine que el material poroso se aglutine. De modo preferente, el material en polvo es blanco o incoloro y puede absorber la tinta para colorear el polvo. Pueden construirse piezas tridimensionales de color, con colores variables a lo largo de la pieza.

Un fabricante de productos puede fabricar modelos de productos con diferentes combinaciones y decoraciones de color ya aplicadas a la superficie. Dicha coloración se lleva actualmente a cabo a mano de un modo meticuloso. Así mismo, un cirujano puede preparar una operación diseñando un modelo a color en 3-D de una parte del cuerpo de un paciente para familiarizarse con la disposición de los órganos, tumores, vasos sanguíneos, etc. tridimensionales. Los datos del modelo pueden ser obtenidos mediante un escaneo por Tomografía Computerizada (CT) o por Resonancia Magnética Nuclear (RMN).

El software ajusta el color de la tinta para utilizarla solo por los bordes exteriores de cada capa, la cual es la última parte en último término visible para el usuario después de que la construcción se ha completado. En este caso, se utiliza un aglutinante monocolor (por ejemplo, negro) sobre el lado interior de la parte que no es visible al usuario. Esto conserva el aglutinante de color que puede ser más costoso y más trabajoso para el usuario en la obtención del

relleno. Así mismo, el aglutinante monocolor puede tener unas propiedades superiores y obtener con ello un núcleo más fuerte en las piezas.

Una cierta cantidad de aglutinante líquido es depositado dentro de un volumen determinado de polvo para producir una pieza bien conformada. Demasiado aglutinante determina que el aglutinante migre más allá del área pretendida de la pieza. Este efecto se denomina habitualmente como “sangrado”. Cantidades de aglutinante por debajo de esta cantidad determinada, sin embargo, producen unas piezas más débiles. Es deseable utilizar una cantidad óptima de aglutinante con independencia de la cantidad de color. El procedimiento para la producción de piezas con variaciones de color controladas se expone a continuación.

La impresora imprime sobre polvo blanco y tiene dos conjuntos de boquillas. Un conjunto de boquilla deposita el aglutinante negro, y el otro conjunto de boquillas deposita el aglutinante blanco, los cuales deben considerarse como aglutinante incoloro o transparente. En cada emplazamiento la pieza que se está construyendo, los dos tipos de aglutinante son depositados en una relación para producir la tonalidad de gris, blanco, o negro deseada en la zona de la pieza. Todas las zonas de la pieza reciben de esta forma la cantidad óptima total de aglutinante requerida para producir una pieza fuerte, una pieza intensa. Dicha técnica, sin embargo, requiere cabezas para chorros de aglutinante que puedan producir gotículas de tamaño controlado.

Aunque una cabeza de impresión por chorro de tinta podría escogerse para que produjera gotículas de tinta con una gama de tamaños controlada, la mayoría de las cabezas funcionan del mejor modo si se utilizan para producir gotículas solo de un tamaño. De esta forma, si las gotículas son distribuidas de manera uniforme a través de la capa, cada desplazamiento de la sección transversal de las piezas es percutido o bien con una gotícula negra o con una gotícula transparente. Estas gotículas pueden quedar distribuidas de tal manera que cuando son apreciadas desde una suficiente distancia se percibe un color gris, pero cuando se magnifican, aparecen como una estructura de puntos. Sistemas para llevar a cabo esto se conocen como impresión vibratoria e impresión a media tinta. Pueden ser utilizados procedimientos tradicionales de impresión vibratoria y de a media tinta sobre cada capa para determinar donde colocar cada gotícula de cada aglutinante. Existen así mismo algoritmos para las técnicas de impresión vibratoria y de a media tinta para determinar el óptimo tratamiento de las gotículas que caen sobre lo que será la superficie de la pieza acabada.

Añadiendo boquillas adicionales que depositen otros colores de aglutinante, los sistemas expuestos pueden ampliarse para producir piezas a todo color.

Se presenta un problema cuando la cantidad de aglutinante requerido para producir una pieza bien coloreada es mayor que el requerido para producir una pieza bien conformada. En ese caso debe llevarse a cabo un compromiso, ya sea en la coloración o en el sangrado. Si los líquidos pigmentados no funcionan como aglutinante, es posible depositar cantidades mucho mayores sin que ello afecte a las propiedades mecánicas de la pieza.

En un mundo ideal, hay tintas de tres colores aditivos primarios: azul verdoso, fucsia y amarillo. La mezcla de los tres colores primarios en iguales cantidades produce el negro. La mezcla de cualquiera de dos colores en cantidades iguales produce tres colores secundarios de morado, verde y naranja. Mediante la mezcla de relaciones diferentes de estas tintas y su difusión con el blanco, pueden conseguirse todos los colores posibles. Las tintas reales, sin embargo, se desvían ligeramente cuando los matices varían en cuanto a la brillantez. Por consiguiente, típicamente no pueden ser combinados para obtener un negro puro.

La impresión en colores con tintas del mundo real se lleva a cabo colocando puntos de color unos a continuación de otros de forma que realmente no se mezclen. La luz reflejada desde los puntos adyacentes se mezcla en el ojo y crea la ilusión de un color intermedio, cuando se aprecia desde una suficiente distancia. Si esas mismas tintas se mezclaran entre sí, producirían un color sucio. Los sistemas de disposición de puntos coloreados se denomina impresión a media tinta cromática o impresión de vibración cromática.

Es deseable que los pigmentos no migren de un área en la que están situados o mezclados con gotículas adyacentes de un color diferente. Esto puede conseguirse haciendo que los pigmentos se fijen, coagulen, o broten de la solución o impresión mediante el calentamiento del polvo de construcción. Como alternativa, los líquidos de las tintas pueden hacerse inmiscibles con el aglutinante y con los demás colores de la tinta. De esta forma, los pigmentos de la gotícula determinada solo pueden difundirse en otra gotícula del mismo color.

Posprocesamiento

Es deseable contar con las piezas fuertes que no se desconchen cuando se manipulen y que puedan ser acabadas (por ejemplo, enarenadas, pintadas o taladradas) para que tengan una apariencia final satisfactoria. La producción de la cámara de construcción 26, sin embargo, puede ofrecer piezas porosas que pueden ser débiles. Así mismo, la parte de la superficie puede ser áspera y lameliforme. Las técnicas de posprocesamiento 7 (Fig. 1) se emplean preferente para el acabado del prototipo 9 del objeto en 3-D.

Las piezas pueden ser bañadas o pintadas con una solución la cual, mediante acción capilar, se infiltre dentro de los poros de la pieza. La solución incluye, de modo preferente, un material suplementario, como por ejemplo un epoxi, un material a base de disolvente, cera, plástico, uretano, o monómeros. Una vez que la solución constituye enlaces entre las partículas de polvo, se seca y endurece, la pieza resultante presenta una resistencia mejorada. Así mismo, este

proceso endurece la placa exterior, lo que posibilita que la pieza sea enarenada, pintada y taladrada. Esto así mismo posibilita que la pieza sea manipulada sin que el polvo se desprenda por frotación de la pieza, lo que puede ser una molestia para el usuario y puede dar como resultado una desintegración gradual de la pieza.

5 El proceso de inmersión descrito con anterioridad, puede tener lugar en un baño. Las piezas pueden ser depositadas en una cesta con una criba situada en el fondo y a continuación la cesta puede ser sumergida dentro del baño. Cuando la cesta es retirada, es colgada sobre el baño para que el exceso de solución no gotee de la bolsa y vuelva al baño. Esta inmersión puede producirse en una tanda o en un proceso continuo.

10 Una solución preferente para una infiltración de la pieza puede ser un epoxi o un sistema a base de disolvente. El epoxi puede o bien ser un epoxi de dos piezas o un epoxi curable por rayos UV. Como alternativa, la solución puede ser un material fundido que se funde a una temperatura más baja que aquella en la que las piezas se ablandan. Ejemplos de dicho material fundido incluyen; cera, plástico, caucho o metal. Para la inmersión dentro de un material fundido, una pieza puede ser situada en un baño que esté dentro de un recinto en el que la temperatura del aire esté controlada. Las
15 piezas son depositadas en una cesta, calentadas en el aire y a continuación sumergidas. Entonces pueden ser retiradas y dejarlas reposar al aire caliente.

La pieza puede ser precalentada al aire caliente. El precalentamiento de la pieza antes de la inmersión en un material fundido consigue tres objetivos. En primer lugar, elimina la humedad de la pieza y, de esta forma, endurece
20 la pieza lo cual puede reducir la cantidad de pandeo después del tratamiento. En segundo lugar, elimina la humedad de la pieza lo que libera el volumen adicional el cual puede entonces ser infiltrado con el material. Esto tiene como resultado el incremento de la densidad de la infiltración final de la pieza y la mejora consiguiente de la resistencia de la pieza. En tercer lugar, el precalentamiento de la entera pieza impide que el material de infiltración se funda sobre la placa inferior de la pieza cuando la pieza es sumergida. Cuando la pieza es calentada, el material puede infiltrarse
25 mucho más profundamente dentro de la pieza lo que mejora la resistencia final de la pieza.

La pieza puede ser liofilizada para eliminar la humedad sin alterar la estructura de la pieza. También pueden ser utilizadas luces infrarrojas por encima de la cámara de construcción para incrementar la velocidad de estiramiento del aglutinante. Ello puede así mismo mejorar la velocidad de construcción global. Así mismo, puede ser utilizado un
30 flujo de aire caliente a través de la cámara de construcción para acelerar el estiramiento del aglutinante y posiblemente controlar la humedad.

El poscalentamiento de la pieza puede también ser utilizado y consigue dos objetivos. En primer lugar, posibilita el drenaje de los volúmenes atrapados cuando el material situado dentro de la trampa se funde hacia abajo y hacia fuera
35 a través del fondo de la trampa. En segundo lugar, mejora el acabado de servicio para volver a fundir y distribuir el exceso de material que se ha congelado sobre la superficie de la pieza.

La doble inmersión puede llevarse a cabo mediante el precalentamiento de la pieza, sumergiéndola, poscalentándola y a continuación dejando que se enfríe. La pieza es a continuación calentada de nuevo, sumergida de nuevo y poscalentada de nuevo. Esto proporciona una placa interior más dura a la pieza lo que mejora su apariencia y sus
40 características de manejo. La segunda inmersión puede ser a la misma temperatura, a una temperatura más alta o a una temperatura más baja que la de la inmersión original. Cada una de estas alternativas se espera que ofrezcan resultados diferentes respecto de las características de la pieza final.

Otro procedimiento para mejorar la resistencia de la pieza y endurecer la placa exterior consiste en utilizar un endurecedor multipiezas. Por ejemplo, un componente reactivo de un sistema binario o de otro sistema multipiezas puede ser mezclado con el polvo y de esta forma ser difundido con el polvo en cada capa. El segundo componente (y cualquier componente sucesivo) puede ser añadido más tarde a través de la infiltración de posprocesamiento anterior-
45 mente descrita para endurecer la placa. Como alternativa, un componente reactivo de un sistema multipiezas puede ser mezclado con el aglutinante y dispuesto de esta forma siempre que se deposite el aglutinante.

La pieza puede ser sumergida en una solución dentro de una cámara de vacío. Cuando el vacío es liberado, la solución se adhiere a la pieza.

55 Hay varios procedimientos para retirar las piezas terminadas de la cámara de construcción. Un procedimiento es aplicar el vacío a las partículas no aglutinadas alrededor de la pieza y a continuación recoger la pieza. Un carro puede también ser utilizado para retirar las piezas. Por ejemplo, puede situarse una caja sobre la parte superior de la cámara de construcción 26, el polvo es elevado introduciéndolo en la cámara, y a continuación una chapa de metal es deslizada entre el polvo y la tabla de construcción 27. El conjunto total puede a continuación ser transferido a cualquier parte
60 para la retirada del polvo.

Las paredes de la cámara de construcción 26 pueden ser correas que se desplacen en las direcciones verticales para reducir la fuerza de cizalla contra el polvo al elevar el polvo y sacarlo de la cámara de construcción para introducirlo en el carro.

65

Cajas de pistones

El depósito de alimentación 24 y la cámara de construcción 26 contienen ambas generalmente material de construcción en polvo. Es deseable impedir que este polvo caiga a través de estas cajas de pistones 24, 26, porque ello podría ocasionar problemas en el mecanismo de pistón situado por debajo y podría así mismo producir acumulación de polvo debajo de las cajas. Así mismo, de acuerdo con lo anteriormente indicado, cualquier polvo transportador por aire comprimido puede provocar una diversidad de problemas adicionales.

El pistón de alimentación 25 el pistón de construcción 27 son, de modo preferente, rectangulares, para potenciar al máximo los volúmenes de alimentación y construcción dentro de los condicionamientos de las dimensiones globales de la máquina. Aunque es deseable por razones de diseño contar con pistones rectangulares 25, 27, en lugar de cilíndricos, el depósito de alimentación 24 y la cámara de construcción 26 tienen, de modo preferente, unas esquinas interiores redondeadas para que sea más fácil constituir una junta alrededor de los pistones 25, 27 impidiendo de esta forma que cualquier cantidad de polvo caiga a través del fondo de las cajas 24, 26 de los pistones. Esta junta está hecha, de modo preferente, a partir de un material de plástico y está fijada a los pistones 25, 27.

La Fig. 11 es un diagrama esquemático de una técnica preferente para fabricar el depósito de alimentación 24 y la cámara de construcción 26. Las esquinas interiores redondeadas están, de modo preferente, recortadas a partir de una sección de una correa 102 de chapa metálica, delgada (por ejemplo de 3 a 5 milímetros) de un solo cuerpo que tiene una circunferencia igual a la circunferencia deseada del interior de la caja. Una longitud de la correa 102 está cortada para que sea igual a la altura final de la caja deseada 24, 26. Esta sección de la correa 102 es a continuación estirada alrededor de cuatro vástagos 104 que delimitan las esquinas de las cajas 24, 26. La correa 102 está situada dentro de una caja de contención 106 que tiene unos lados cuyas longitudes son ligeramente mayores que la distancia entre los vástagos respectivos. El uretano 108 es a continuación vertido entre la cara exterior de la correa 102 y la cara interior de la caja de contención 106. El uretano 108 se deja endurecer. Después de que el uretano se ha curado los vástagos 104 son retirados, formando de esta manera una caja con un interior metálico, unas esquinas redondeadas, y unas paredes delgadas (de aproximadamente 3,17 a 6,35 mm).

Equivalentes

Aunque la invención ha sido concretamente mostrada y descrita con referencia a sus formas de realización preferentes, debe entenderse por parte de los expertos en la materia que pueden llevarse a cabo diversas modificaciones en cuanto a forma y detalle sin apartarse del alcance de la invención, tal y como se define por las reivindicaciones adjuntas. Estos y otros equivalentes están destinados a quedar amparados por las reivindicaciones subsecuentes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un aparato para la fabricación de un objeto tridimensional a partir de una representación del objeto almacenada en una memoria, comprendiendo el aparato:
- un aparato de disposición en capas para formar una capa de material de polvo (62); y
- 10 un aparato de impresión para depositar líquido aglutinante en posiciones seleccionadas sobre la capa de material de polvo, en la que el aparato de impresión comprende múltiples surtidores de aglutinante (47'''a, 47'''b, ... 47'''n), estando el aparato **caracterizado** por:
- unos medios para desviar los surtidores de aglutinante para compensar un surtidor de aglutinante defectuoso cuando deposita el líquido aglutinante sobre una capa subsecuente.
- 15 2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato de impresión está acoplado a un pórtico (40) que puede desplazarse en al menos dos direcciones ortogonales.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que los surtidores de aglutinante están dispuestos dentro de una pluralidad de cartuchos de impresión (45) dispuesta en una configuración superpuesta, constituyendo de esta manera una estructura de pulverización por chorros de aglutinante sustancialmente continua.
- 20 4. Un procedimiento para accionar una pluralidad de rociadores de aglutinante (47'''a, 47'''b, ... 47'''n) que incluye un rociador defectuoso para fabricar un objeto tridimensional a partir de una representación del objeto almacenada en una memoria, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
- 25 la aplicación de un aglutinante sobre la primera capa de material de polvo (62) para crear una sección transversal bidimensional del objeto dentro de la primera capa;
- la constitución de una segunda capa de material en polvo (62) sobre la primera capa; y **caracterizado** por:
- 30 la desviación de los surtidores de aglutinante; y
- la aplicación de aglutinante a la segunda capa del material de construcción para crear una sección transversal bidimensional del objeto dentro de la segunda capa.
- 35 5. El procedimiento de la reivindicación 4 en el que la etapa de desviación comprende el desplazamiento de los surtidores de aglutinante (47'''a, 47'''b, ... 47'''n) lateralmente con respecto a una dirección de desplazamiento de los surtidores de desplazamiento cuando aplican aglutinante.

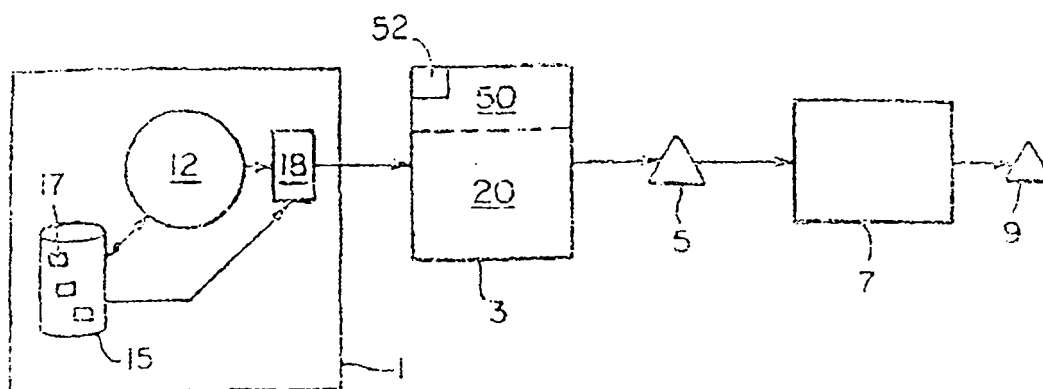


FIG. 1

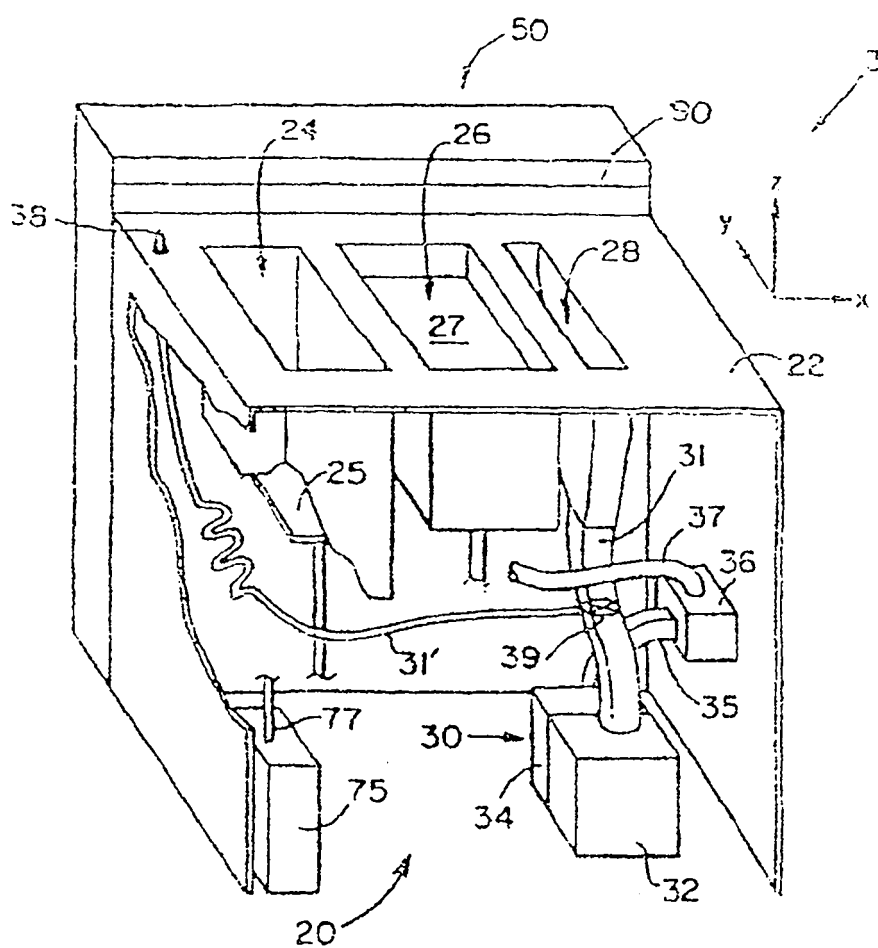
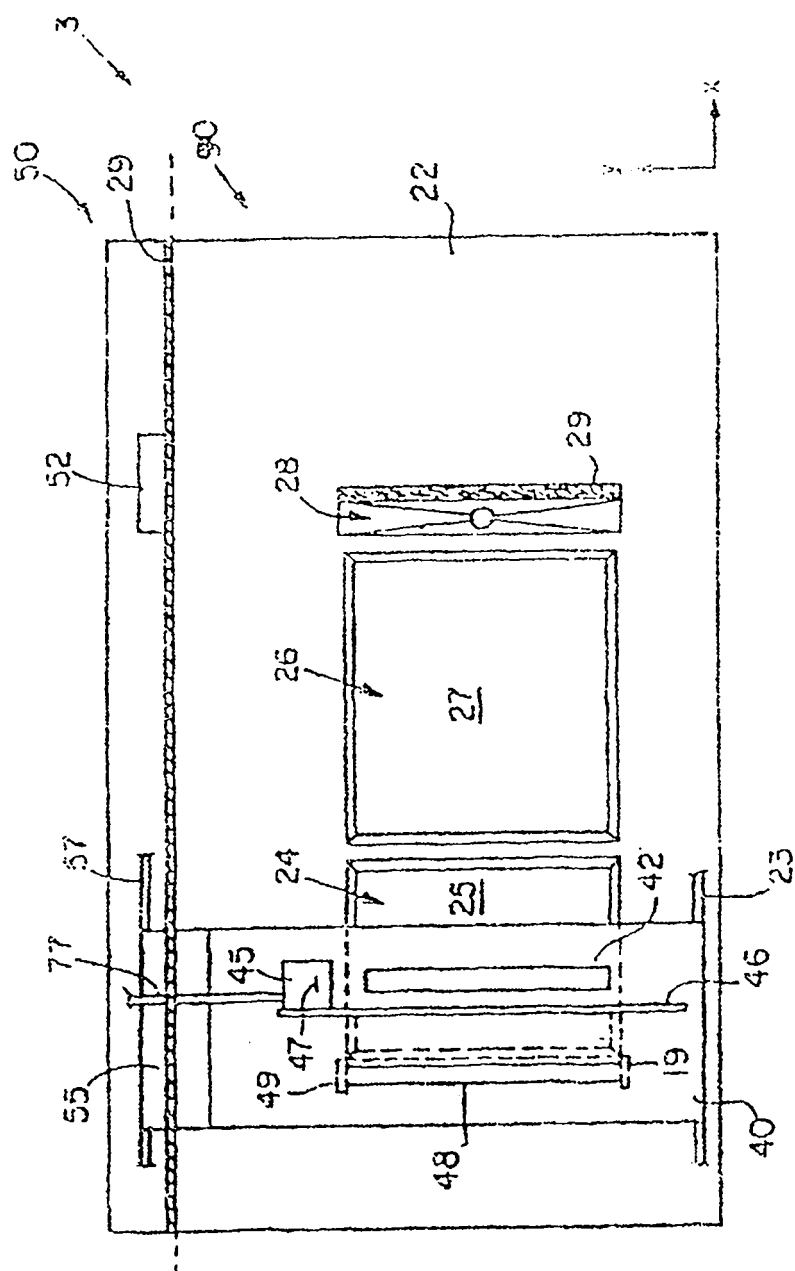


FIG. 2



364

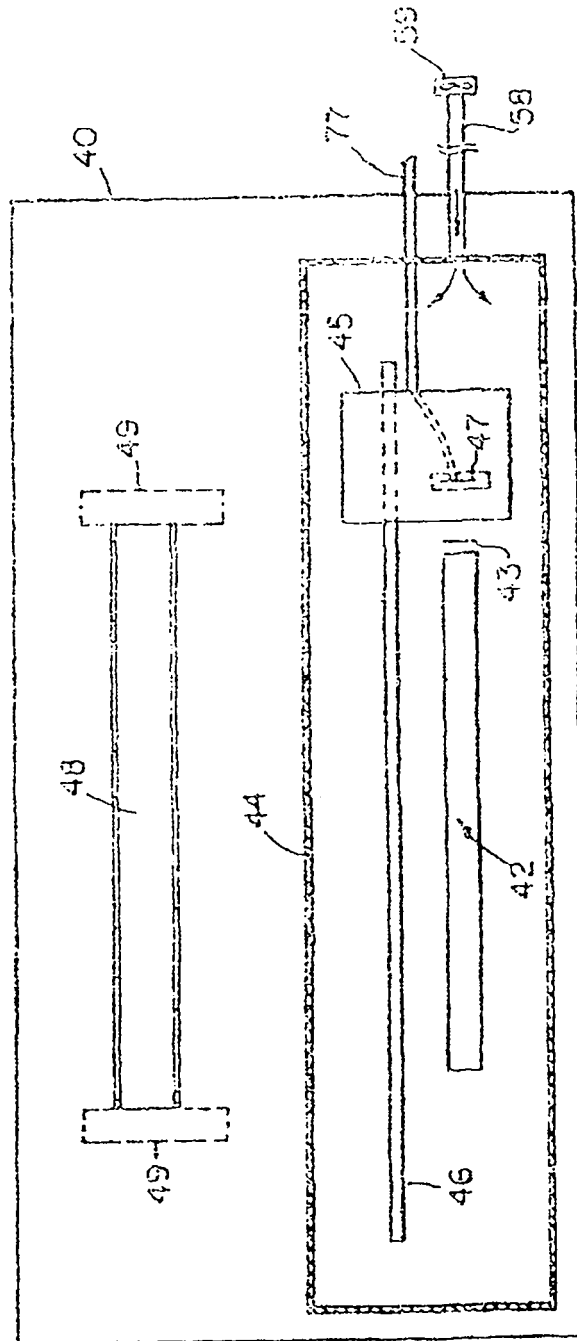


FIG. 4

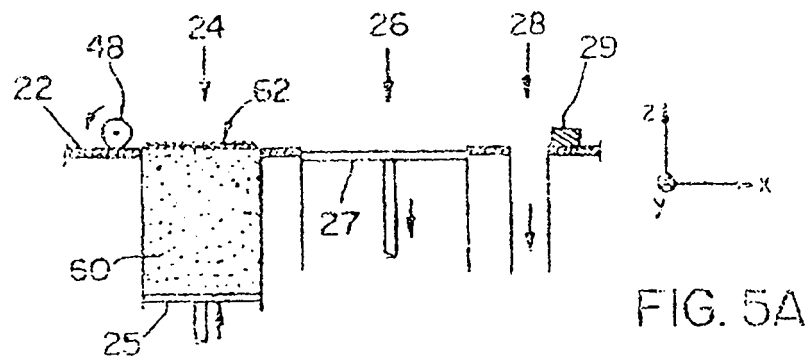


FIG. 5A

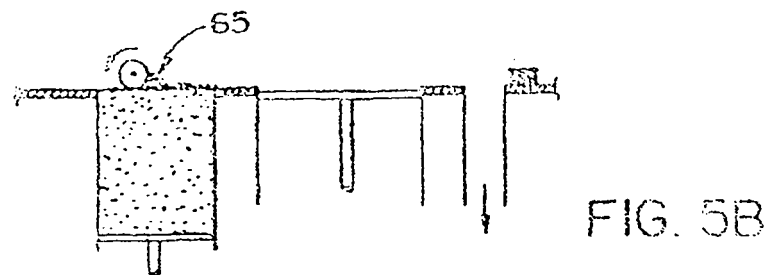


FIG. 5B

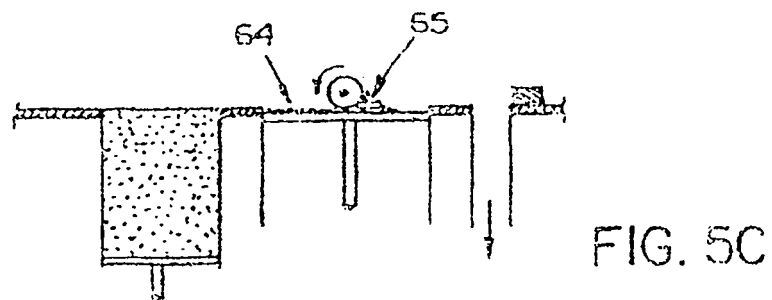


FIG. 5C

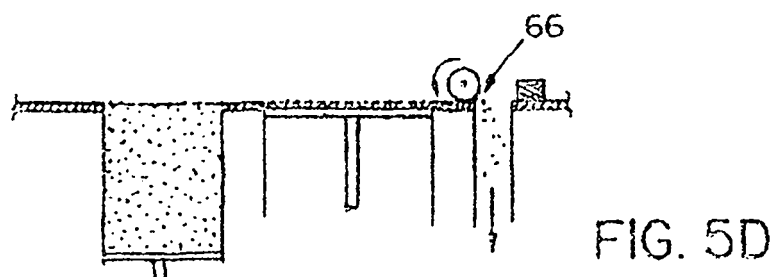
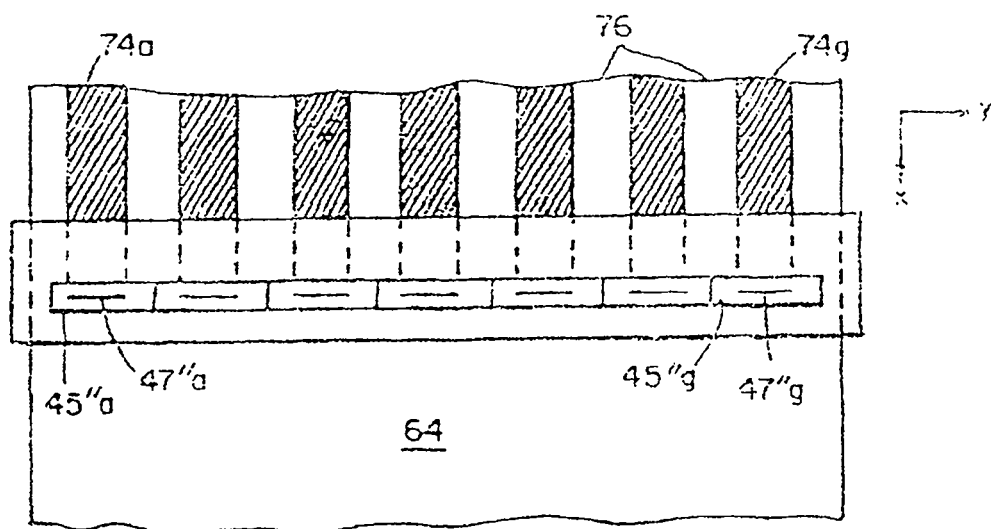
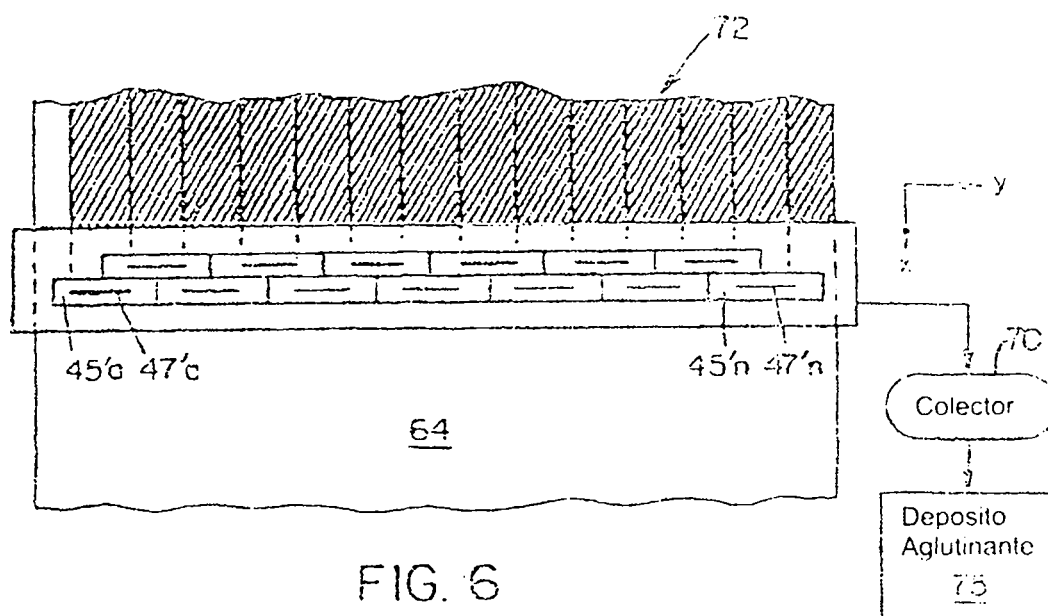


FIG. 5D



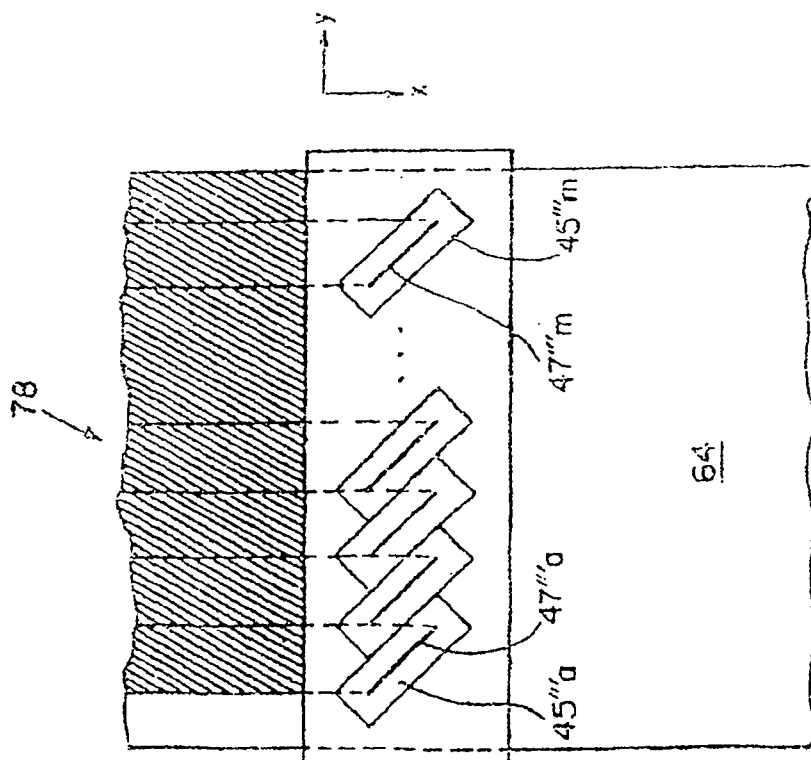


FIG. 8

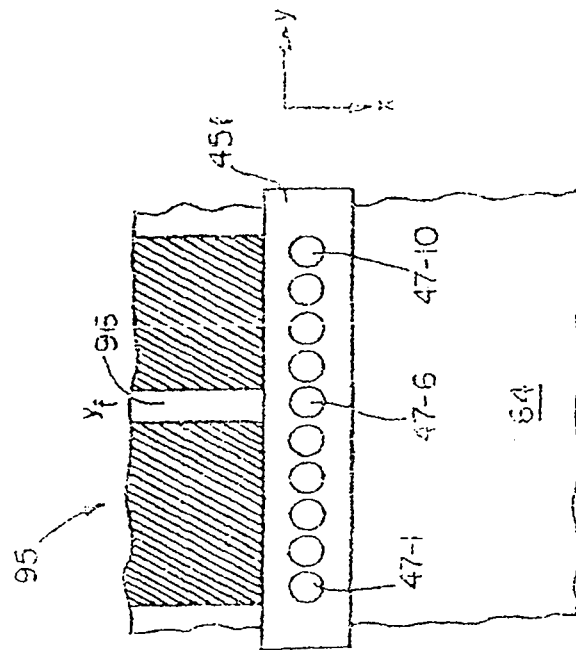


FIG. 9

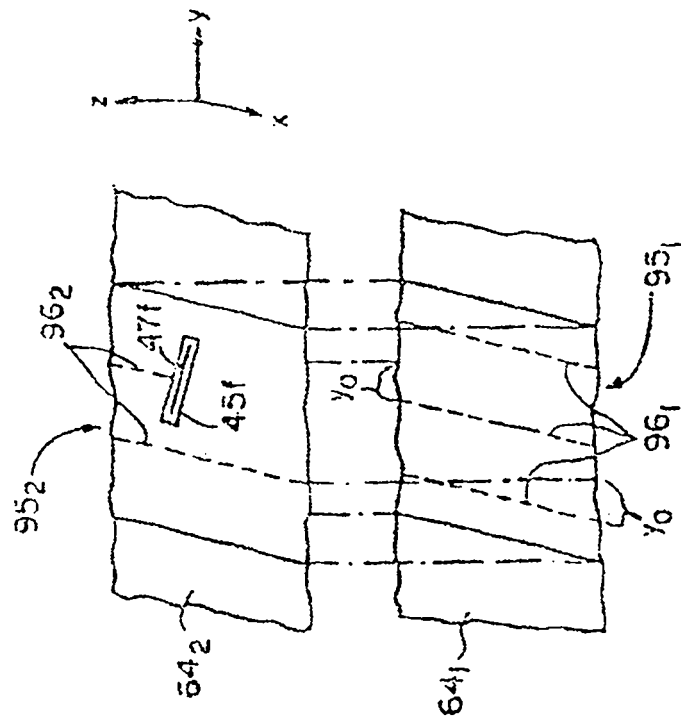


FIG. 10

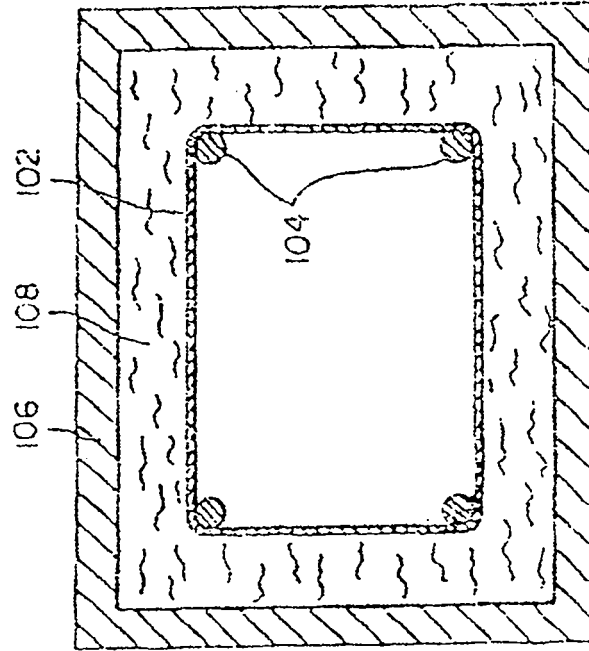


FIG. 11