

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 617 085**

51 Int. Cl.:

C07D 323/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.06.2005 PCT/US2005/021779**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2006 WO06007457**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.06.2005 E 05772019 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.12.2016 EP 1773804**

54 Título: **SIs para aplicaciones de herramientas**

30 Prioridad:

23.06.2004 US 710163

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

15.06.2017

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 NORTH RIVERSIDE PLAZA
CHICAGO, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**MACKE, JOHN, G., JR.;
BUCHHEIT, JACK, G. y
SAMSON, NANCY**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 617 085 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

SIs para aplicaciones de herramientas

Campo técnico

5 La presente invención se relaciona, en términos generales, con sistemas y procesos de herramientas y, más específicamente, se relaciona con la fabricación de herramientas mediante sinterizado láser selectivo.

Antecedentes de la técnica

10 Los métodos de fabricación tradicionales para herramientas que tienen áreas de contorno han incluido laminados de fibra de vidrio en detalles de instalación o modelos maestros sintéticos con control numérico.

15 Una herramienta de modelo maestro de fabricación, o «modelo maestro», es una representación tridimensional de una parte o montaje. El modelo maestro controla los elementos físicos y las formas durante la fabricación o «construcción» de herramientas de montaje, lo que asegura de este modo que las partes y los montajes creados utilizando el modelo maestro encajen entre sí.

20 Los métodos tradicionales de fabricación de herramientas se basan en un modelo físico maestro. Estos modelos maestros pueden estar hechos a partir de diferentes materiales, inclusive: acero, aluminio, yeso, arcilla y compuestos; y la selección de un material específico depende de la aplicación. Los modelos maestros normalmente se fabrican a mano y se requieren artesanos capacitados para captar con precisión el diseño pretendido. Una vez que existe el modelo maestro puede utilizarse para duplicar herramientas.

25 El modelo maestro se vuelve la definición maestra para los contornos y bordes de un patrón de partes que representa el modelo maestro. Las definiciones de ingeniería y de modelo de herramienta de tales elementos se vuelven únicamente de referencia.

30 El análisis de causa de los problemas dentro de las familias de herramientas asociadas con el maestro ha requerido la eliminación de la herramienta de la producción para la coordinación de fabricación de herramientas con el maestro. Las herramientas también deben quitarse de la producción para la coordinación con el modelo maestro cuando se reparan o reemplazan detalles de las herramientas. Además, el maestro debe almacenarse y conservarse durante la vida útil de la herramienta.

35 Los modelos maestros son costosos ya que requieren diseño, modelado y revestimiento, programación, tiempo de máquina, trabajo manual, operaciones de fabricación secundarias e inspección antes de su uso en la fabricación de herramientas.

40 En resumen, si bien se han utilizado durante años, los modelos físicos maestros tienen insuficiencias inherentes, inclusive: que son costosos y difíciles de crear, utilizar y mantener; existe un riesgo constante de daño o pérdida del modelo maestro; y los modelos maestros grandes requieren un almacenamiento costoso y difícil.

45 A modo de antecedentes adicionales, el campo del prototipado rápido de partes, en los últimos años, ha tenido avances significativos en el aporte de partes de alta densidad y alta resistencia para su uso en el diseño y la producción piloto de muchos objetos útiles. «Prototipado rápido», en términos generales, hace referencia a la fabricación de objetos directamente a partir de bases de datos de diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés) de forma automática, en lugar de a partir de la síntesis convencional de objetos prototipos que siguen los planos de ingeniería. Como resultado, el tiempo necesario para producir partes de prototipos a partir de diseños de ingeniería se redujo de varias semanas a una cuestión de pocas horas.

50 Un ejemplo de una tecnología de prototipos rápida es el proceso de sinterizado láser selectivo (SLS) en el cual los objetos se fabrican a partir de un polvo fusionable por láser. De acuerdo con este proceso, se administra una capa fina de polvo y luego se fusiona, se funde o se sinteriza mediante un haz de láser dirigido a esas partes del polvo que corresponden a una parte transversal del objeto.

55 Los sistemas de sinterizado láser selectivo convencionales ubican el haz de láser mediante espejos impulsados por un galvanómetro que desvían el haz de láser. El desvío del haz de láser se controla, junto con la modulación del propio láser, para orientar la energía del láser a aquellas ubicaciones de la capa de polvo fusionable correspondientes a la parte transversal del objeto a formar en esa capa. El láser puede pasar a través del polvo en forma de barrido o en forma de vector.

En una cantidad de aplicaciones, las partes transversales de los objetos se forman en una capa de polvo mediante la fusión del

polvo a lo largo del contorno de la parte transversal en forma de vector, ya sea antes o después de un escaneo de barrido que rellena el área dentro del contorno dibujado por el vector. Luego de la fusión selectiva del polvo en una capa dada, se administra luego una capa adicional de polvo y se repite el proceso, con partes fusionadas de capas posteriores que se fusionan a partes fusionadas de capas anteriores (según sea adecuado para el objeto), hasta que se completa el objeto.

5

El sinterizado láser selectivo ha permitido la fabricación directa de objetos tridimensionales de alta resolución y precisión dimensional a partir de una diversidad de materiales, inclusive poliestireno, NYLON, otros plásticos y materiales compuestos, tales como metales y cerámicas recubiertas con polímeros. Además, el sinterizado láser selectivo puede utilizarse para la fabricación directa de moldes a partir de una representación de una base de datos de CAD del objeto en los moldes fabricados. Sin embargo, el sinterizado láser selectivo no se encuentra disponible, por lo general, para la fabricación de herramientas debido a las limitaciones de tamaño de las partes en el SLS, la falta de resistencia de los objetos por SLS y limitaciones inherentes al proceso del SLS.

10

La patente DE 10051893 describe componentes diseñados en un sistema de CAD que se dividen en módulos individuales (7, 8, 9) que luego se fabrican primero formando un cuerpo de base (7a, 8a, 9a) que se coloca en un aparato de sinterizado láser. Se forma posteriormente un cuerpo (7b, 8b, 9b) en el cuerpo de base a partir del material en polvo mediante sinterizado láser, el cuerpo representa la diferencia entre el cuerpo de base y el módulo final. Los módulos resultantes se ensamblan en un componente.

15

Las desventajas asociadas con los sistemas actuales de fabricación de herramientas han dejado en claro que se necesita un sistema de herramientas nuevo y mejorado. El nuevo sistema de herramientas debería reducir la necesidad de los modelos maestros y los requisitos de tiempo y costos asociados con la fabricación de herramientas. El nuevo sistema también debería aplicar la tecnología del SLS a aplicaciones de herramientas. La presente invención se orienta a tales fines.

20

Compendio de la invención

Según un ejemplo, un sistema para fabricar una herramienta dentro de un sistema de sinterizado láser incluye una cámara que encierra un material de sinterizado. El sistema de sinterizado láser desarrolla o sinteriza la herramienta a partir del material sinterizado, como respuesta a señales de un regulador, que genera las señales en función de un diseño de herramienta predeterminado. Se coloca un disipador térmico dentro de la cámara para enfriar los elementos de la herramienta, lo que limita de este modo la deformación de estos elementos durante el sinterizado de la herramienta.

25

En un aspecto de la invención se proporciona un método para sinterizado láser de una herramienta, tal como se reivindica en la reivindicación 1.

30

Según otro ejemplo, un método para el sinterizado láser de una herramienta incluye determinar una posición para un elemento de herramienta en una sección de la herramienta. El método incluye además determinar una orientación de sección de la herramienta dentro de una cámara de partes en función de minimizar la deformación del elemento de la herramienta durante el sinterizado. La sección de la herramienta se sinteriza luego dentro de la cámara de partes.

35

Una ventaja de la presente invención es que el uso del sinterizado láser selectivo puede reducir significativamente los costos y el tiempo de ciclos asociados con el proceso de fabricación de herramientas. Una ventaja adicional es que los elementos de las herramientas pueden «desarrollarse» tal como se representa mediante el modelo informático tridimensional, lo que elimina de este modo el requisito de un modelo maestro o un detalle de instalación. El posterior mantenimiento o almacenamiento del maestro/instalación también se elimina de este modo.

40

Otra ventaja de la presente invención es que el modelo sigue siendo la definición maestra de la herramienta, por lo tanto, el análisis de causa o el remplazo de detalles puede hacerse directamente desde la definición del modelo. Las operaciones de fabricación secundarias se eliminan también ya que los elementos se «desarrollan» por la definición del modelo sólido tridimensional.

45

Las ventajas y características adicionales de la presente invención serán evidentes a partir de la descripción a continuación y pueden llevarse a cabo mediante medios de instrumentos y combinaciones que se señalan particularmente en las reivindicaciones adjuntas, junto con las figuras adjuntas.

50

Breve descripción de las figuras

Para que pueda comprenderse la invención, se describirán a continuación algunas realizaciones, dadas a modo de ejemplo, que hacen referencia a las figuras adjuntas, en las cuales:

55

La Figura 1 ilustra un sistema de sinterizado de ejemplo;

La Figura 2 ilustra una vista en perspectiva de una herramienta, fabricada en el sistema de la Figura 1;
 La Figura 3 ilustra una vista parcial ampliada de la Figura 2; y
 La Figura 4 ilustra un diagrama de flujo lógico de un método para operar un sistema de sinterizado según una realización de la presente invención.

5

Descripción detallada de la invención

La presente invención se ilustra respecto a un sistema de sinterizado particularmente adecuado para el campo aeroespacial. Sin embargo, la presente invención es aplicable a otros diversos usos que pueden necesitar la fabricación de herramientas o partes, tal como comprenderá el experto en la técnica.

10

La Figura 1 ilustra un sistema de sinterizado láser selectivo 100 que tiene una cámara 102 (a los efectos de claridad, las compuertas frontales y la parte superior de la cámara 102 no se muestran en la Figura 1). La cámara 102 mantiene la temperatura y composición atmosférica adecuada (normalmente en una atmósfera inerte tal como nitrógeno) para la fabricación de una sección de herramienta 104. El sistema 100 normalmente funciona como respuesta a las señales de un regulador 105 que regula, por ejemplo, los motores 106 y 108, los pistones 114 y 107, el rodillo 118, el láser 120 y los espejos 124, todos los cuales se tratan más adelante. El regulador 105 normalmente es controlado por una computadora 125 o ejecución de procesador; por ejemplo, un programa de diseño asistido por computadora (CAD) que define una parte transversal de la sección de la herramienta 102.

15

20

El sistema 100 se ajusta adicionalmente y se regula mediante varios elementos de control, tales como la adición de disipadores térmicos, orientaciones óptimas de oposiciones y colocaciones de elementos, que se detallan en la presente memoria.

25

30

La cámara 102 encierra un material de sinterizado en polvo que se administra a esta mediante un sistema de administración de polvo. El sistema de administración de polvo en el sistema 100 incluye un pistón de alimentación 114, regulado por el motor 106, que se mueve ascendentemente y eleva un volumen de polvo hacia el interior de la cámara 102. Pueden proporcionarse dos pistones de alimentación y recolección de polvo 114 en cualquiera de los lados del pistón de partes 107, a los efectos de administrar el polvo de forma eficiente y flexible. El pistón de partes 107 se encuentra controlado por el motor 108 para moverse descendentemente debajo del suelo de la cámara 102 (cilindro de partes o cámara de partes) en pequeñas cantidades, por ejemplo, 0,125 mm, lo que define de este modo el espesor de cada capa de polvo que se somete al procesamiento.

35

40

El rodillo 118 es un rodillo de rotación inversa que traslada el polvo del pistón de alimentación 114 a la superficie objetivo 115. La superficie objetivo 115, a los efectos de la descripción en la presente memoria, hace referencia a la superficie superior del polvo fusionable por calor (inclusive partes anteriormente sinterizadas, si hubiese) colocada sobre el pistón de partes 107; se hará referencia al polvo sinterizado y no sinterizado colocado en el pistón de partes 107 y contenido por la cámara 102 en la presente memoria como el lecho de partes 117. Otro sistema de administración de polvo conocido alimenta el polvo desde encima del pistón de partes 107, frente a un aparato de administración tal como un rodillo o rascador.

45

50

En el sistema de sinterizado láser selectivo 100 de la Figura 1, se genera un haz de láser mediante el láser 120 y se apunta a una superficie objetivo 115 mediante un sistema de escaneo 122, que generalmente incluye espejos impulsados por un galvanómetro 124 que desvía el haz de láser 126. El desvío del haz de láser 126 se controla, junto con la modulación del láser 120, para orientar la energía del láser a aquellas ubicaciones de la capa de polvo fusionable que corresponden a la parte transversal de la sección de la herramienta 104 formada en tal capa. El sistema de escaneo 122 puede escanear el haz de láser a través del polvo en forma de escaneo barrido o escaneo vector. De forma alternativa, las partes transversales de las secciones de la herramienta 104 también se forman en una capa de polvo mediante escaneo del haz de láser 126 en forma de vector a lo largo del contorno de la parte transversal junto con un escaneo barrido que «rellena» el área dentro del contorno dibujado por el vector.

55

Con referencia a las Figuras 1, 2 y 3, se ilustra una herramienta de muestra 150 formada mediante el sistema de SLS 100. La herramienta 150 incluye múltiples secciones grandes (primera 152, segunda 154 y tercera 156) o alternativamente una sección grande. Las secciones 152 (ejemplo alternativo de 104 en la Figura 1), 154,156 pueden sinterizarse de forma simultánea o consecutiva.

Durante el proceso de sinterizado, se moldean varios elementos como la sección o las secciones grandes de herramienta. Tales elementos incluyen variaciones de espesor y medidas 158, refuerzos 160, vigas de rigidez 162, elementos de interfaz y de coordinación para construir las interfaces 164, interfaces esféricas de construcción y agujeros de coordinación 170, recortes de bolsillos e insertos de perforación 166, patrones de agujeros 172 y agujeros 168 incluidos en múltiples detalles

para comunicarse con el hardware, tal como el detalle 180. Cabe destacar que la primera multiplicidad de elementos, inclusive una combinación de los elementos antemencionados, puede sinterizarse en la primera sección 152 y una segunda multiplicidad de elementos, inclusive una combinación de los elementos antemencionados, puede sinterizarse en la segunda sección 154.

5

Los detalles moldeados individualmente, tales como el detalle 180, que también puede considerarse como secciones de la herramienta a los efectos de la presente invención, pueden sinterizarse por separado del cuerpo principal de la herramienta 150, de forma que puedan remplazarse fácilmente o rediseñarse fácilmente e incorporarse en la herramienta 150. Las realizaciones alternativas incluyen múltiples detalles moldeados individuales, tales como 180, 182, 184, 186. Cada uno de los detalles moldeados incluye agujeros, por ejemplo, 168, de modo que un perno 190 pueda atornillar el detalle 180 a una sección 152, 154 o 156 de la herramienta 150.

10

Los elementos, tales como el refuerzo 160 y la viga de rigidez 162 se desarrollan, en una realización de la presente invención, en el mismo lado de la herramienta de SLS 150. El desarrollo (es decir, sinterizado) de estos elementos en el mismo lado de la herramienta aprovecha el proceso de sinterizado ya que un elemento desarrollado en el comienzo de una operación de sinterizado tiene propiedades diferentes a las que tendría el mismo elemento al desarrollarse al final de una operación de sinterizado. Por lo tanto, el primer lado 200 que se somete a sinterizado incluye todos los elementos de herramientas.

15

Las realizaciones alternativas de la presente invención incluyen varios elementos de herramientas desarrollados en cualquiera de los lados de la herramienta 150 mediante otros diversos métodos desarrollados según la presente invención. Tal método incluye la adición de un disipador térmico 202, o múltiples disipadores térmicos 202, 204, 206, a varias partes del lecho 117 de modo que puedan enfriarse diferentes elementos de herramientas luego del sinterizado en la primera sección 152 o la segunda sección 154, lo que evita de este modo la deformación que de otro modo es inherente al proceso de sinterizado. De forma alternativa, puede colocarse un único disipador térmico grande en un lado de modo que todos los elementos se enfrien a la misma velocidad e inmediatamente después de la operación de sinterizado.

20

25

Un aspecto adicional de la presente invención incluye la separación de los detalles moldeados y diversos aspectos de herramientas mediante una cantidad aproximada de modo que la deformación entre los elementos sea limitada y se maximice la integridad estructural de los elementos.

30

Una realización alternativa de la presente invención incluye el diseño en elementos de acceso o elementos de amortiguación 179 en áreas donde se dará la deformación durante el sinterizado de modo que tales elementos puedan quitarse cuando concluya el proceso de sinterizado. Estos elementos de amortiguación 179 pueden determinarse de modo que la conexión entre ellos y el cuerpo principal de la parte facilite la separación mediante un giro o ruptura para el elemento de amortiguación 179.

35

Con referencia a la Figura 4, se ilustra el diagrama de flujo lógico 300 del método de funcionamiento de un sistema de SLS. La lógica comienza en el bloque de funcionamiento 302 donde el tamaño de la herramienta necesario se encuentra predeterminado y las uniones necesarias para generar ese tamaño de herramienta también se encuentran predeterminadas. En otras palabras, si la herramienta requiere varias secciones debido a las limitaciones del cilindro de partes 102, se fabrica la herramienta en múltiples partes que se unen mediante conectores predeterminados que se sinterizan en las secciones dentro del cilindro de partes 102.

40

En el bloque de funcionamiento 304, los elementos, tales como las variaciones de espesor 158, los refuerzos 160, las vigas de rigidez 162, los elementos de interfaz y de coordinación 164, la interfaz esférica de construcción y los agujeros de coordinación 170, el recorte de bolsillos y los insertos de perforación 166 y los agujeros 168 proporcionados en detalles para la comunicación con el hardware, tal como tornillos, se encuentran todos predeterminados para la herramienta.

45

En el bloque de funcionamiento 306, la orientación óptima del diseño de herramienta por SLS dentro del cilindro de partes se encuentra predeterminada. En una realización de la presente invención, esta predeterminación implica la inclusión de todos los elementos de la herramienta 150 en el mismo lado de la herramienta, lo que limita de este modo la deformación en los elementos de la herramienta según la presente invención.

50

En el bloque de funcionamiento 308 los disipadores térmicos, tales como 202, 204 o 206, se ubican en diversas partes del cilindro de partes 102 de modo que los elementos de herramientas puedan enfriarse inmediatamente luego del proceso de sinterizado y mientras el resto de la herramienta o componentes de la herramienta se sinterizan, lo que minimiza de este modo la deformación de los elementos de la herramienta. Las realizaciones alternativas incluyen la activación de los disipadores térmicos 202, 204, 206 o la introducción alternativa de estos en el cilindro de partes 102 antes del sinterizado. Las realizaciones alternativas adicionales incluyen un disipador térmico único o un disipador térmico que se active en varias regiones correspondiente a los elementos de herramientas en la herramienta que se está sinterizando.

55

60

5 En el bloque de funcionamiento 310 se activa el proceso de sinterizado y el regulador 105 activa los pistones 114, 117, el rodillo 118, el láser 120 y los espejos 124. Los pistones empujan al material de sinterizado ascendentemente o en una dirección del rodillo de aplanación de polvo 118, que estira el polvo de sinterizado de modo que se distribuya uniformemente como una capa superior en el cilindro de partes 102. Se activa el láser 120 y un haz 126 se dirige hacia los mecanismos de escaneo, que pueden controlarse en función de los requisitos predeterminados realizados en el bloque de funcionamiento 302. Durante las operaciones de sinterizado, los disipadores térmicos 202, 204, 206 se activan para enfriar diversas partes sinterizadas de la herramienta 150 mientras se sinterizan y mientras otras partes de la herramienta se sinterizan de modo que se minimice la deformación. En realizaciones alternativas donde múltiples secciones de herramienta, tal como una primera y 10 una segunda sección de herramienta, se sinterizan de forma conjunta o sucesiva, pueden incluirse disipadores térmicos para enfriar también los diversos elementos de la segunda sección de la herramienta.

15 En el bloque de funcionamiento 312, se llevan a cabo los ajustes de procesos posteriores al sinterizado. Estos ajustes incluyen la eliminación de partes deformadas que se deformaron deliberadamente de modo que los elementos de la herramienta no sufrieran la deformación típica asociada con el proceso de sinterizado. Además, los ajustes posprocesos implican el encastre de los componentes o secciones de la herramienta 150.

20 En la práctica, un método para el sinterizado láser de una herramienta incluye predeterminar una posición para un primer elemento de herramienta en una primera sección de la herramienta; predeterminar una orientación de la primera sección de la herramienta dentro de la cámara de partes en función de minimizar la deformación del primer elemento de herramienta durante el sinterizado; activar un disipador térmico dentro de una cámara de partes para limitar la deformación del primer elemento de herramienta; sinterizar por láser la primera sección de la herramienta dentro de la cámara de partes; predeterminar una posición para un segundo elemento de herramienta en una segunda sección de la herramienta; predeterminar una orientación de la segunda sección de la herramienta dentro de la cámara de partes en función de minimizar la deformación del segundo 25 elemento de herramienta durante el sinterizado; sinterizar por láser la segunda sección de la herramienta; y acoplar la segunda sección a la primera sección.

REIVINDICACIONES

1.- Un método para el sinterizado láser de una herramienta que comprende:

- 5 predeterminar una posición para un primer elemento de herramienta en una primera sección de la herramienta; predeterminar una orientación de dicha primera sección de la herramienta dentro de la cámara de partes (102) en función de minimizar la deformación de dicho primer elemento de herramienta durante el sinterizado;
- 10 activar un disipador térmico (202, 204, 206) dentro de una cámara de partes para limitar la deformación de dicho primer elemento de herramienta;
- sinterizar por láser dicha primera sección de la herramienta dentro de dicha cámara de partes; predeterminar una posición para un segundo elemento de herramienta en una segunda sección de la herramienta;
- 15 predeterminar una orientación de dicha segunda sección de la herramienta dentro de dicha cámara de partes en función de minimizar la deformación de dicho segundo elemento de herramienta durante el sinterizado;
- sinterizar por láser dicha segunda sección de la herramienta; y acoplar dicha segunda sección a dicha primera sección; tal método comprende además:
- 20 predeterminar una ubicación de un elemento de amortiguación (179) cerca de dicho primer elemento de herramienta, donde el elemento de amortiguación se coloca para sufrir la deformación durante el sinterizado de modo que dicho primer elemento de herramienta no sufra la deformación durante el sinterizado; y
- 25 quitar dicho elemento de amortiguación (179) de la herramienta luego del sinterizado de la herramienta herramienta.

2.- El método de la reivindicación 1 que comprende además predeterminar las posiciones de múltiples elementos de herramienta en dicha primera sección de la herramienta.

- 30 3.- El método de la reivindicación 2, donde predeterminar dicha orientación de la herramienta dentro de la cámara de partes (102) en función de minimizar la deformación de dichos elementos de herramienta comprende además orientar la herramienta de modo que todos dichos elementos de herramienta se encuentren del mismo lado de la herramienta.

35 4.- El método de la reivindicación 1 comprende además predeterminar las posiciones de múltiples elementos de herramienta en dicha segunda sección de la herramienta.

40 5.- El método de la reivindicación 1 que comprende además activar múltiples disipadores térmicos (202, 204, 206) en momentos predeterminados dentro de dicha cámara de partes para limitar la deformación de múltiples elementos de herramienta predeterminados en cualquiera de dicha primera sección o segunda sección.

45 6.- El método de la reivindicación 1, donde predeterminar las posiciones de dicho primer elemento de herramienta comprende además predeterminar una posición para al menos uno de una variación de medida y espesor (158), un refuerzo (160), una viga de rigidez (162), un elemento de interfaz y coordinación para crear interfaces (164), una interfaz esférica de construcción, un agujero de coordinación (170), un recorte de bolsillo e inserto de perforación (166), un patrón de agujeros (172), o un agujero para comunicarse con el hardware (168).

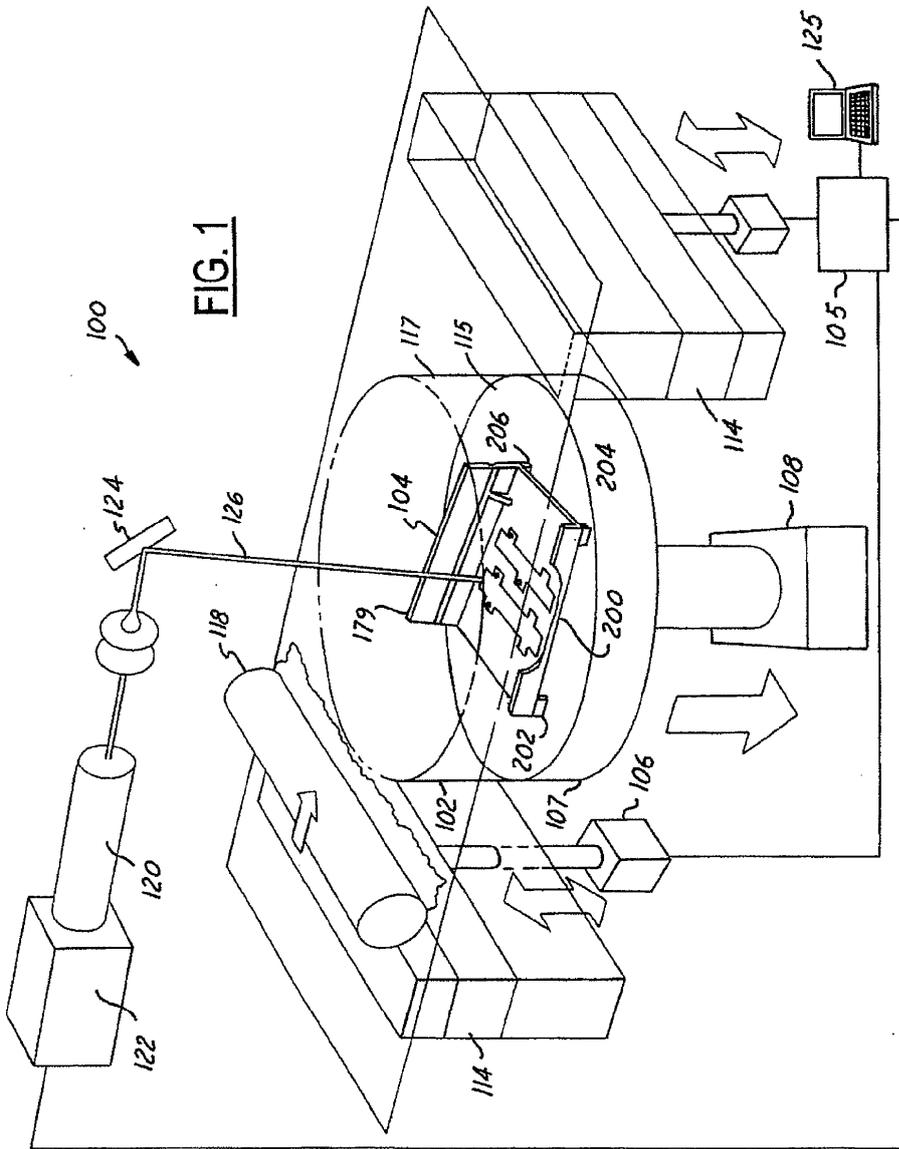
50 7.- El método de la reivindicación 1 que comprende además activar un segundo disipador térmico dentro de dicha cámara de partes (102) para limitar la deformación de dicho segundo elemento de herramienta.

 8.- El método de las reivindicaciones 1 o 7 que comprende además:
enfriar dicho primer elemento de herramienta durante el sinterizado de dicha primera sección de herramienta; y
enfriar dicho segundo elemento de herramienta durante el sinterizado de dicha segunda sección de herramienta;

55 9.- El método de las reivindicaciones 1 u 8 que comprende además sinterizar un detalle moldeado separado (180); y acoplar dicho detalle moldeado a dicha primera sección luego de que se haya sinterizado dicha primera sección.

10.- El método de la reivindicación 9, donde acoplar dicho detalle moldeado comprende además acoplar dicho detalle moldeado a dicha primera sección con un perno.

11.- El método de las reivindicaciones 1 u 8 que comprende además el sinterizado de múltiples detalles moldeados separados (180); y el acoplamiento de dichos múltiples detalles moldeados a ambas de dichas primera y segunda sección luego de que se hayan sinterizado la primera y la segunda sección.



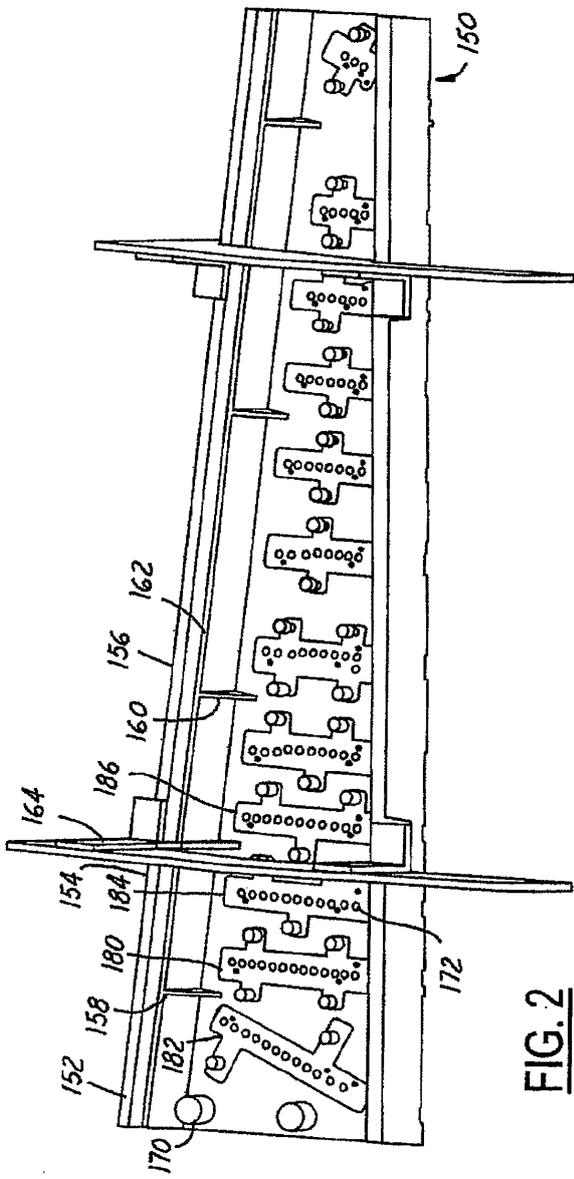


FIG. 2

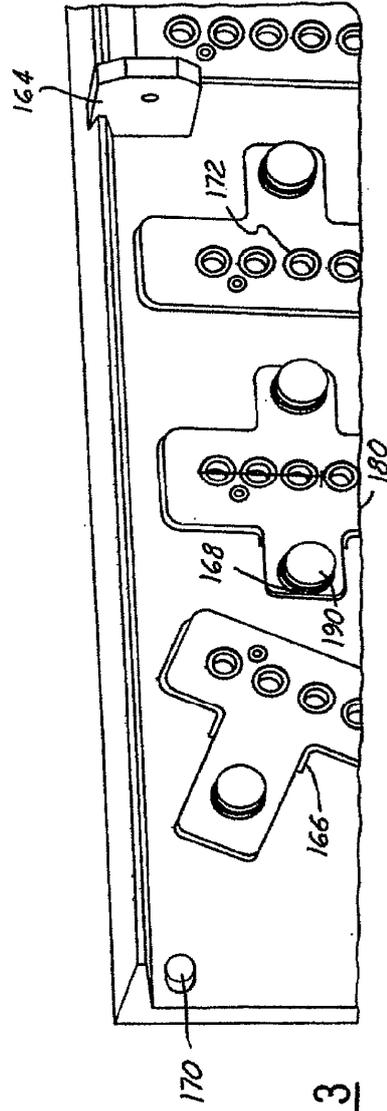


FIG. 3

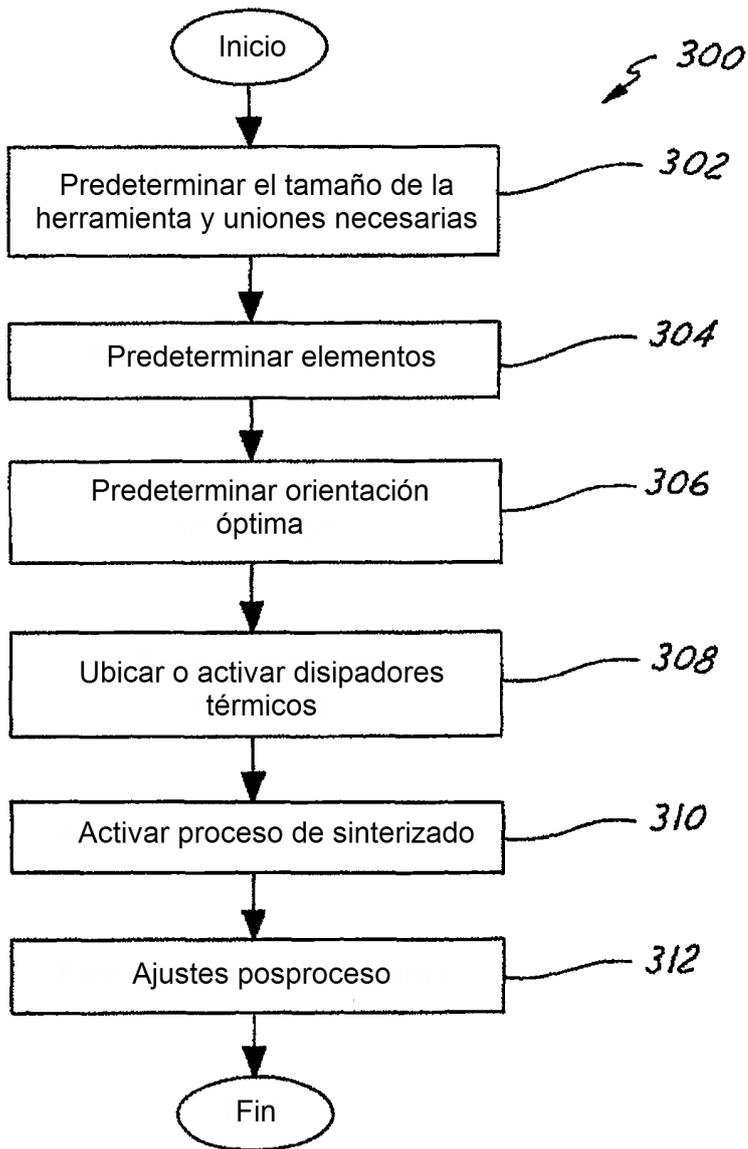


FIG. 4