

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 361**

51 Int. Cl.:

B22F 3/105 (2006.01)

B33Y 50/02 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2017** E 17182714 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.09.2019** EP 3434393

54 Título: **Método de conformación tridimensional**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.03.2020

73 Titular/es:

MATSUURA MACHINERY CORPORATION
(100.0%)
4-201 Higashimorida
Fukui City, Fukui, JP

72 Inventor/es:

AMAYA, KOUICHI;
ISHIMOTO, KOUSUKE y
YAMADA, TAKESHI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 746 361 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

Método de conformación tridimensional

5 **[Campo técnico]**

La presente invención se refiere a un método para producir un cuerpo conformado con una forma tridimensional, por repetición de un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización de la capa de polvo por un haz láser o un haz de electrones.

10

[Técnica anterior]

En dicho método de conformación tridimensional, es actualmente imposible evitar completamente los defectos de sinterización, debido a las razones siguientes:

15

A. Un problema en el sistema de control implicado al irradiar el haz láser o el haz de electrones sobre la capa de polvo puede dar lugar a un exceso o a una insuficiencia del haz suministrado, formando una superficie de sinterización no plana con una condición no uniforme generalmente regular, en comparación con cuando cada haz es suministrado normalmente.

20

B. Debido a la formación de la condición no uniforme de A anterior o la infiltración de virutas, durante la formación de la capa de polvo, el movimiento de la rasqueta está obstaculizado y es difícil lograr una superficie uniforme plana, o la unión entre la capa previamente sinterizada y la capa nuevamente sinterizada por fusión puede ser incompleta, produciendo en la superficie de la capa de polvo anomalías que dan lugar a una superficie no plana de la capa de polvo con una condición no uniforme irregular.

25

Sin embargo, dado que, en un método de conformación tridimensional, los pasos de laminación y sinterización se repiten en un aparato sellado, es inevitable que tales defectos de sinterización mencionados en A y B anteriores pasen inadvertidos y solamente se observen después de la terminación de todos los pasos de laminación y todos los pasos de sinterización que han sido repetidos.

30

Cuando un haz láser o un haz de electrones es irradiado sobre la superficie de la capa de polvo, se generan constantemente chispas cuando el polvo se desprende (deposición catódica), como se representa en la figura 7.

35

Cuando se ha producido un defecto de sinterización según A o B anteriores, es sabido que las chispas exhiben una configuración diferente de la sinterización normal, como regla empírica.

Sin embargo, el concepto técnico de centrarse en las chispas generadas durante la sinterización para detectar defectos de sinterización no ha sido descrito de ninguna forma en la técnica anterior.

40

A propósito, en el Documento de Patente 1, se considera simplemente que las chispas generadas cuando el polvo se desprende durante la conformación tridimensional son una causa de conformación anormal.

En US 2017/0087634 A1 se describe un método de control de proceso para un sistema de fabricación aditiva. El método incluye supervisar un penacho de chispas creado durante la fabricación de un objeto. El método incluye además capturar al menos una imagen del penacho de chispas y usar la al menos única imagen para generar una alerta si los datos de imagen exceden de límites de control predeterminados.

45

Además, no existe ninguna publicación técnica de conocimiento público distinta del Documento de Patente 1 que se centre en las chispas generadas durante la irradiación con diferentes haces y que intente utilizar activamente dichas chispas en la conformación tridimensional.

50

[Documentos de la técnica anterior]

55 [Documentos de Patente]

Documento de Patente 1: Solicitud de Patente japonesa no examinada publicada número 2004-277881

[Resumen de la invención]

60

[Problema técnico]

La presente invención proporciona un método de conformación tridimensional que se centra en las chispas generadas con desprendimiento de polvo (deposición catódica) durante la irradiación de un haz láser o un haz de electrones sobre una capa de polvo y que detecta rápidamente los defectos de sinterización, con la finalidad de

65

evitar la generación de productos conformados tridimensionales defectuosos debido a la inclusión de zonas de sinterización defectuosas.

[Solución del problema]

5 Con el fin de resolver dichos problemas, la presente invención tiene las configuraciones básicas siguientes.

10 (1) Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir alternativamente un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o un haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:

15 a. Fotografiar una zona de formación de chispa generada con desprendimiento de polvo producido por irradiación de un haz láser o un haz de electrones sobre toda la periferia de la zona de sinterización y medir la intensidad de luz de las chispas,

20 b. Ordenar que continúe el paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a y la intensidad de luz de las chispas medida según el proceso a no se desvían de los rangos respectivos del estándar para la anchura de la zona y el estándar para la intensidad de luz en la que no tiene lugar defecto de sinterización,

25 c. Se ordena la cancelación del paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo bajo la determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a o la intensidad de luz de las chispas medida según el proceso a se desvía de los rangos respectivos del estándar para la anchura de zona o el estándar para la intensidad de luz en la que no tiene lugar defecto de sinterización,

30 d. Fotografiar la zona de formación de chispas en la zona de sinterización en la que se generó un defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior,

35 e. Determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando cada anchura de la zona de formación de chispa en el proceso d no cambia o cambia sólo gradualmente, y determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con la superficie de la capa de polvo, cuando cada anchura de la zona de formación de chispa en el proceso d cambia rápidamente.

40 (2) Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir alternativamente un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o un haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:

45 a. Fotografiar una zona de formación de chispa generada con desprendimiento de polvo producido por irradiación de un haz láser o un haz de electrones sobre toda la periferia de la zona de sinterización y medir la intensidad de luz de las chispas,

50 b. Se ordena que continúe el paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a y la intensidad de luz de las chispas medida según el proceso a no se desvían de los rangos respectivos del estándar para la anchura de zona y el estándar para la intensidad de luz en la que no tiene lugar defecto de sinterización,

55 c. Se ordena cancelar el paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo bajo la determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a o la intensidad de luz de las chispas medida según el proceso a se desvía de los rangos respectivos del estándar para la anchura de zona o el estándar para la intensidad de luz en la que no tiene lugar defecto de sinterización,

60 f. Registrar las intensidades de luz de chispas en la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización que era la causa de la orden en el proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior, y, además,

65 g. Determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando cada intensidad de luz en el proceso f no cambia o cambia sólo gradualmente, y

determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo, cuando cada intensidad de luz en el proceso f cambia rápidamente.

5 **[Efectos ventajosos de la invención]**

10 Con las configuraciones básicas (1) y (2), el paso de sinterización en la unidad de tiempo siguiente, o el paso siguiente de formación de polvo, puede ser cancelado por detección de un defecto de sinterización con la orden del proceso c, haciendo posible evitar pasos innecesarios de laminación y sinterización adicionales después de haberse producido un defecto de sinterización, y así evitar la generación de productos conformados tridimensionales defectuosos que incluyen zonas de sinterización defectuosas.

15 Además, cuando la causa de un defecto de sinterización ha sido identificada y corregida, y toda la zona de sinterización en la que se produjo el defecto de sinterización, o toda esa zona y las zonas de sinterización ya laminadas, se quitan por fusión o ablandamiento, o todas las zonas de sinterización se quitan con una herramienta de corte, y se repiten un nuevo paso de laminación y un paso de sinterización, es posible llevar a la práctica eficientemente la producción de un producto conformado tridimensional a pesar de la generación de los defectos de sinterización.

20 **[Breve descripción de los dibujos]**

25 La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato para llevar a cabo el método de conformación tridimensional de la invención, (a) es una vista lateral en sección transversal y (b) es una vista en planta que representa la configuración de un aparato que fotografía la zona en la que se generan chispas y mide la intensidad de luz de las chispas.

La figura 2 es un diagrama de flujo que representa los procesos a, b y c de las configuraciones básicas (1) y (2).

30 La figura 3 es un par de gráficos que representan la transición dependiente del tiempo de la anchura de la zona de formación de chispa, (a) representa el estado de cambio en la anchura de zona debido a un problema con el control según A en la Técnica anterior, y (b) representa el estado de cambio en la anchura de zona debido a un problema con la superficie de la capa de polvo según B en la Técnica anterior.

35 La figura 4 es un diagrama de flujo relativo a realizar los procesos d y e de la configuración básica (1), en base a diferencias en el estado de cambio representado en la figura 3.

40 La figura 5 es un par de gráficos que representan la transición dependiente del tiempo de la intensidad de luz de las chispas, (a) representa el estado de cambio en la intensidad de luz en el caso de un problema con el sistema de control según A bajo la Técnica anterior, y (b) representa el estado de cambio en la intensidad de luz en el caso de un problema con la superficie de la capa de polvo según B bajo la Técnica anterior.

La figura 6 es un diagrama de flujo relativo a la realización de los procesos f y g de la configuración básica (2), en base a diferencias en el estado de cambio representado en la figura 5.

45 La figura 7 es una fotografía que representa la generación de chispas en la superficie de la capa de polvo, producida por irradiación de un haz láser o un haz de electrones en un depósito (recipiente) en el que se lleva a cabo conformación tridimensional.

50 **[Descripción de realizaciones]**

Según las configuraciones básicas (1) y (2), representadas en la figura 1, la construcción es la misma que la de la técnica anterior en que requiere una plataforma 2 que soporta polvo a laminar y un producto sinterizado a partir del polvo en un depósito (recipiente) 1, un dispositivo de suministro de polvo 3 para el depósito 1, una rasqueta 4 usada para aplanar el polvo proporcionado, una fuente de suministro de haz láser o haz de electrones 5 y un escáner 6 capaz de mover los haces, y un controlador 10, pero también incluye un aparato de fotografiar chispas 8 y un aparato de medición 9 para medir la intensidad de luz producida por chispas, alrededor de toda la periferia de la zona de sinterización.

60 Dado que se generan chispas en la superficie de sinterización, el aparato de fotografiar chispas 8 y el aparato de medición 9 para medir la intensidad de luz producida por chispas se instalan en una zona más alta que la superficie de sinterización.

Obsérvese que el aparato de medición 9 para medir la intensidad de luz puede usar luminosidad o iluminancia de luz producida por las chispas como estándar.

65

Con el fin de evaluar la anchura de zona y la intensidad de luz en los procesos b y c de las configuraciones básicas (1) y (2), la unidad de tiempo se pone de manera que esté dentro de cada paso de sinterización, al objeto de una evaluación más eficiente, dado que es muy engorroso y tampoco tiene sentido realizar la evaluación con respecto a cada medición.

5 La unidad de tiempo también incluye casos donde es el tiempo de cada paso de sinterización, pero también puede seleccionarse como un tiempo que es 1/10 a 1/2 de dicho tiempo.

10 Los procesos a, b y c de las configuraciones básicas (1) y (2) se representan en el diagrama de flujo de la figura 2, que indica que cuando no se ha producido defecto de sinterización y la anchura de la zona de formación de chispas y la intensidad de luz de las chispas están dentro de los rangos previamente establecidos como estándar, se ordena que continúe la sinterización durante la unidad de tiempo siguiente, o el paso siguiente de formación de capa de polvo, como se describe en el proceso b, pero cuando se ha producido un defecto de sinterización y la anchura de la zona de formación de chispa o la intensidad de la luz de chispas está fuera del rango previamente establecido como estándar, es decir, es mayor o menor que el rango estándar, entonces se cancela la sinterización durante la unidad de tiempo siguiente, o el paso siguiente de formación de capa de polvo, como se describe en el proceso c.

15 El rango estándar cuando no se ha producido defecto de sinterización se pone de antemano para cada paso de sinterización, según datos basados en la anchura máxima y la anchura mínima para formación de chispas cuando se ha confirmado que no se han producido defectos de sinterización, y la máxima y mínima luminosidad o iluminancia de intensidad de luz, para cada paso de sinterización.

20 La base para seleccionar la cancelación como en el proceso c cuando la anchura de la zona de formación de chispa y la intensidad de luz de las chispas medidas según el proceso se desvían de dichos rangos estándar, es la siguiente.

25 Cuando se ha producido un problema con el control del haz láser o el haz de electrones según A bajo la Técnica anterior y los haces exceden de la cantidad apropiada para evitar la aparición de defectos de sinterización, la anchura de la zona de formación de chispa en base a la fotografía en el proceso a excederá el rango de imagen preestablecido, e igualmente la intensidad de luz medida en el proceso a excederá del rango numérico preestablecido, mientras que cuando los haces son insuficientes, la anchura de la zona no llegará al rango de imagen preestablecido y la intensidad de luz estará necesariamente por debajo del rango numérico preestablecido.

30 En cualquier caso, si los haces exceden de la cantidad apropiada o son insuficientes, esto quiere decir que, a condición de que se forme una condición no uniforme esencialmente regular en la superficie de sinterización en comparación con la sinterización normal, si la anchura de la zona se desvía del rango de imagen preestablecido y la intensidad de luz se desvía del rango numérico preestablecido, entonces era apropiado seleccionar la cancelación en el proceso c en respuesta a la generación de un defecto de sinterización.

35 Por otra parte, en el caso de un problema con la superficie de la capa de polvo según B bajo la Técnica anterior, se forma una condición no uniforme irregular en la superficie anormal, incrementando por ello el área superficial de polvo por unidad de zona en la dirección plana (realmente la dirección horizontal), y por lo tanto la anchura de la zona de formación de chispa exhibe una mayor anchura de imagen que una superficie normal de la capa de polvo, y la intensidad de luz de las chispas también cambia a un valor mayor en comparación con una superficie normal de la capa de polvo, de tal manera que la selección en el proceso c era apropiada.

40 Además, un defecto de sinterización que da lugar a la orden en el proceso c es debido a las causas A y B en la mayoría de los casos.

45 En consecuencia, es altamente apropiado ordenar la cancelación con respecto al proceso c en base al rango estándar para la anchura de la zona de formación de chispa y la intensidad de luz de las chispas cuando no se producen defectos de sinterización, y ordenar la prevención de los pasos sin sentido e inefectivos de laminación y sinterización repetida adicional, de modo que es posible evitar la producción de un producto conformado tridimensional con defectos.

50 El rango de imagen para la anchura de zona cuando no se han producido defectos de sinterización y el rango estándar numérico para la intensidad de luz se ponen de la siguiente manera.

55 En un método de conformación tridimensional, un rango apropiado de intensidad de haz láser o haz de electrones se define según el tipo de objeto a conformar.

60 Así, el estándar para evitar una condición no uniforme producida por un suministro anormal de haz según a anterior puede preestablecerse incrementando y disminuyendo sucesivamente la cantidad normal suministrada de un haz láser o un haz de electrones a partir del estado normal durante la unidad de tiempo preestablecida y en la posición de medición preestablecida para cada tipo de objeto a conformar, realizándose el suministro con el fin de llegar a los límites para la condición no uniforme apropiada, y midiendo la anchura de la zona en la que se forman chispas 7 y la

intensidad de luz producida por las chispas 7 en los niveles límite, determinando entonces el máximo justo antes de que la cantidad de suministro llegue a un nivel excesivo y el mínimo justo antes de que llegue a un nivel insuficiente.

5 Por otra parte, la mayor parte de los tipos de cuerpos conformados con la forma de conformación tridimensional son comunes entre sí por tener una superficie de polvo normal, es decir, plana.

10 Con esta consideración, el estándar para evitar una condición no uniforme anormal según B anterior puede preestablecerse, mediante experimentos separados en los que, definiendo una condición de pobre movimiento de la rasqueta 4 que puede interferir con la obtención de una superficie plana, que se produce por infiltración de virutas, o un estado incompleto fundido debido a sinterización insuficiente, durante la unidad de tiempo preestablecida o en la posición de medición preestablecida, el grado de irregularidad y el grado de incompletitud se reducen gradualmente, confirmando los niveles de borde para una condición normal plana y una condición no uniforme anormal, y midiendo la anchura de la zona en la que se forman chispas 7 y la intensidad de luz de las chispas 7 en los niveles confirmados, determinando entonces el mínimo justo antes de llegar a una condición irregular.

15 La anchura de zona y la intensidad de luz están en una relación de adaptación en la mayoría de los casos, de tal manera que cuando la primera está en el rango estándar, la segunda también lo estará, y cuando la primera se desvía del rango estándar, la segunda también se desviará.

20 Sin embargo, se debe indicar que, en casos muy excepcionales, esta relación de adaptación no se sostiene, y la segunda puede desviarse del rango estándar incluso aunque la primera esté dentro del rango estándar, o puede ser verdadero lo contrario.

25 Por lo tanto, para una orden continua en el proceso b, es una condición necesaria que ambas estén dentro de sus rangos estándar respectivos, mientras que para ordenar la cancelación en el proceso c, es una condición necesaria que al menos una se desvíe de su rango estándar.

30 Obsérvese que, en el diagrama de flujo de la figura 2, para distinguir entre los procesos b y c, se determina si la anchura de zona y la intensidad de luz están o no dentro de los rangos estándar, pero si la determinación es negativa ("No"), a condición de que al menos una de ellas se desvíe del rango estándar respectivo, no es necesario determinar si la otra también se desvía o no de su rango respectivo.

35 Cuando se ha producido un defecto de sinterización que da lugar a la orden del proceso c, en general se diagnostica su causa.

Con el fin de diagnosticar la causa del defecto de sinterización, puede adoptarse el proceso siguiente según la configuración básica (1).

40 d. Fotografíar la zona de formación de chispas en la zona de sinterización en la que se generó un defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior,

45 e. Determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando cada anchura de la zona de formación de chispa en el proceso d no cambia o cambia sólo gradualmente, y

determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con la superficie de la capa de polvo, cuando cada anchura de la zona de formación de chispa en el proceso d cambia rápidamente.

50 La determinación del proceso e se basa en lo siguiente.

55 Cuando A anterior es un defecto de sinterización producido por un problema relativo al sistema de control, el haz láser o el haz de electrones está en un estado excesivo o deficiente, y el estado de exceso o deficiencia continúa, de tal manera que la anchura de zona no exhibirá ningún cambio (incluyendo también ausencia de cambio en términos aproximados, es decir, esencialmente sin cambio), o solamente exhibirá un pequeño cambio, incluso con una zona de sinterización diferente.

60 En consecuencia, como se representa en la figura 3(a), la anchura de zona para la zona de sinterización posterior no exhibirá ningún cambio o solamente exhibirá un pequeño cambio en comparación con la anchura de zona en la zona del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c, según el proceso d.

65 En contraposición, cuando un problema con la superficie de la capa de polvo es la causa del defecto de sinterización, según B anterior, la zona del defecto de sinterización no es necesariamente continua, y la condición no uniforme de la capa de polvo es irregular.

En consecuencia, cuando la zona de sinterización donde se fotografió la anchura de zona después de la zona de sinterización en la que se ha producido el defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c todavía permanece como un defecto de sinterización, la condición no uniforme irregular diferirá claramente de la condición no uniforme del defecto de sinterización original, y dichas anchuras de zona también diferirán.

5 Por otra parte, cuando el defecto de sinterización ya ha desaparecido en la zona de sinterización siguiente, la anchura de zona difiere claramente de la anchura de zona original correspondiente a la orden en el proceso c, a condición de que esté dentro del rango estándar según el proceso b.

10 En consecuencia, como se representa en la figura 3(b), la anchura de zona en la zona de sinterización posterior cambia rápidamente con respecto a la anchura de zona en la zona de sinterización en la que se produjo el defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c.

15 Así, debido a la distinta diferencia en la transición de la anchura de zona entre el caso de A anterior y el caso de B anterior, el cambio en la imagen espectral también difiere, y se puede hacer una determinación según el proceso e.

20 La determinación según el proceso e puede hacerse visualmente en base al estado de cambio entre la anchura de zona correspondiente al defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c y la anchura de zona correspondiente a la zona de sinterización posterior.

25 Sin embargo, es necesario un control numérico preestablecido si la determinación ha de ser automatizada y visualizada.

30 Por lo tanto, puede adoptarse una realización como la representada en el diagrama de flujo de la figura 4, de tal manera que, entre las anchuras de zona de formación de chispa del proceso d, si la diferencia entre la anchura de la zona de formación de chispa en la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c y la anchura de la zona de formación de chispa en una zona de sinterización entre las zonas de sinterización posteriores, está dentro del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con el sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones, mientras que si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo.

35 El establecimiento previo del rango numérico preestablecido como un estándar puede ser realizado fotografiando con anterioridad la anchura de la zona en la que se forman chispas con desprendimiento de polvo, para cada paso de sinterización en múltiples posiciones durante cada unidad de tiempo cuando el problema con el sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones como según A está en su máximo estado, y creando los datos para el estado de cambio en la anchura de zona con antelación, y entonces para la determinación real, usando el valor numérico para la relación o diferencia entre la anchura de zonas de los dos zonas de sinterización.

40 Este valor numérico también diferirá dependiendo del material del objeto a conformar, la intensidad de radiación de cada haz y las prestaciones del aparato de medición que mide la anchura de zona e intensidad de luz, y es imposible especificar el rango numérico para el rango estándar de manera general.

45 Para diagnosticar la causa del defecto de sinterización, puede adoptarse el proceso siguiente según la configuración básica (2).

50 f. Registrar las intensidades de luz de las chispas en la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización que era la causa de la orden en el proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior, y, además,

55 g. Determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con el sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando cada intensidad de luz en el proceso f no cambia o cambia sólo gradualmente, y determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo, cuando cada intensidad de luz en el proceso f cambia rápidamente.

60 El razonamiento con el que se puede hacer la determinación según el proceso g registrando la intensidad de luz según el proceso f es el siguiente.

65 Como se ha explicado con respecto a fotografiar en el proceso d y determinar en el proceso e, cuando la causa es A anterior, el estado de generación de chispas que acompañan a desprendimiento de polvo no cambia (incluyendo también ausencia de cambio en términos aproximados, es decir, esencialmente sin cambio), o sólo cambia ligeramente.

Como resultado, la intensidad de luz de las chispas también exhibe ausencia de cambio o solamente un pequeño cambio, como se representa en la figura 5(a).

5 En contraposición, cuando la causa es B anterior, la condición no uniforme de la superficie de la capa de polvo cambia rápidamente, y, como resultado, la intensidad de luz en la zona de sinterización que era la causa de la orden en el proceso c y la intensidad de luz en la zona de sinterización posterior cambian rápidamente como se representa en la figura 5(b).

10 Así, el caso de A y B anteriores se puede determinar según el proceso g en base a la clara diferencia en la transición del cambio en la intensidad de la luz.

15 La determinación según el proceso g se puede hacer visualmente en base al estado de cambio entre la intensidad de luz para el defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c y la intensidad de luz en la zona de sinterización posterior.

Sin embargo, un control numérico preestablecido es necesario para que la determinación sea automatizada y visualizada.

20 Por lo tanto, puede adoptarse una realización como la representada en el diagrama de flujo de la figura 6, de tal manera que, entre las intensidades de luz del proceso f, si la diferencia entre la intensidad de luz en la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c y la intensidad de luz en una zona de sinterización entre las zonas de sinterización posteriores, está dentro del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema con el sistema de control
25 relativo al haz láser o el haz de electrones, mientras que si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema con la superficie de la capa de polvo.

30 El establecimiento previo del rango numérico preestablecido como un estándar puede realizarse creando los datos para la transición de la intensidad de luz para la unidad de tiempo de cada paso de sinterización, cuando el problema con el sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones según A está en su máximo estado, y entonces para la determinación real, usando el valor numérico estándar para la relación o diferencia relativa a las intensidades de sinterización para las dos zonas de sinterización.

35 Este valor numérico también diferirá dependiendo del material del objeto a conformar, la intensidad de radiación de cada haz y las prestaciones del aparato de medición que mide la anchura de zona e intensidad de luz, de tal manera que es imposible especificar el rango numérico para el rango estándar de manera general.

A continuación se ofrece una descripción según Ejemplos.

40 [Ejemplo 1]

45 En el Ejemplo 1, toda la zona de sinterización incluyendo la zona de sinterización en la que la causa de un defecto de sinterización ha sido corregida y la orden en el proceso c ha sido realizada, o toda la zona de sinterización y toda la zona de sinterización que ya ha sido laminada debajo de dicha zona, se ha fundido o ablandado por un haz láser o un haz de electrones, y entonces se quita solamente la porción del grosor de la zona fundida o ablandada, o la porción del grosor de la zona de sinterización sinterizada y laminada, o alternativamente se quita la totalidad de cada una de las zonas de sinterización con una herramienta de corte, y el paso de laminación y el paso de sinterización se repiten a partir de las zonas recién quitadas.

50 Como una explicación en términos de la idea técnica esencial del Ejemplo 1, incluso aunque la posición del defecto de sinterización que era la causa de la orden en el proceso c, y su proximidad, se ha fundido y quitado con el haz láser o el haz de electrones, la nueva laminación y sinterización en dicha zona requiere análisis de imagen de la zona fundida y quitada y nueva laminación y sinterización en base a dicho análisis.

55 Sin embargo, es altamente complicado e ineficiente realizar tal análisis de imagen, y llevar a la práctica el paso de formación de capa de polvo y el paso de sinterización en una zona local en base al análisis de imagen.

60 Por lo tanto, en el Ejemplo 1, toda la zona de sinterización incluyendo la posición en la que el defecto de sinterización fue producido por cada haz, o no solamente toda la zona de sinterización, sino también toda la zona de sinterización que ya se ha formado, se funden, y entonces, en base a medición dimensional exacta, la porción del grosor de la zona de sinterización se quita, o alternativamente se quitan la porción del grosor de toda la zona y toda la zona de sinterización que ya se ha formado debajo, realizando entonces de forma continua la nueva laminación y sinterización.

65

En el caso del Ejemplo 1, es posible utilizar efectivamente la capa sinterizada que ya se ha formado, excepto para la zona fundida y quitada de esta manera, de modo que se puede producir un producto conformado tridimensional sin defectos incluso cuando se ha detectado un defecto de sinterización.

5 [Ejemplo 2]

En el Ejemplo 2, una señal luminosa y/o una señal audio indican la presencia de un problema de sinterización durante la orden en el proceso c.

10 Esta configuración permite quitar rápidamente los defectos de sinterización.

Específicamente, si se seleccionan señales de luz de color diferente o se seleccionan diferentes señales audio dependiendo de si la causa del defecto de sinterización es A o B anteriores, serán posible determinar y tratar rápidamente la causa del defecto de sinterización.

15

[Aplicabilidad industrial]

Como se ha explicado anteriormente, con el fin de hacer posible la producción, la presente invención permite la detección rápida de defectos de sinterización de productos conformados tridimensionales, de manera eficiente, mientras que también evita la producción de productos conformados tridimensionales con defectos, y por lo tanto la invención es útil en todos los métodos de conformación tridimensional.

20

[Lista de signos de referencia]

25 1: Depósito (recipiente)

2: Plataforma

30 3: Dispositivo de suministro de polvo

4: Rasqueta

5: Fuente de suministro de haz láser o haz de electrones

35 6: Escáner

7: Chispa

40 8: Aparato de fotografiar la anchura de la zona de formación de chispa

9: Aparato de medición de la intensidad de la luz de las chispas

10: Controlador

45

REIVINDICACIONES

1. Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir de forma alterna un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o un haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:

a. Fotografiar una zona de formación de chispa generada con el desprendimiento de polvo producido por irradiación de un haz láser o un haz de electrones en toda la periferia de la zona de sinterización y medir la intensidad de luz de las chispas (7),

b. Ordenar que continúe el paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a y la intensidad de luz de las chispas (7) medida según el proceso a no se desvían de los rangos respectivos del estándar para la anchura de zona y el estándar para la intensidad de luz en los que no tiene lugar defecto de sinterización,

c. Ordenar cancelar el paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo bajo la determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a o la intensidad de luz de las chispas medida según el proceso a se desvía de los rangos respectivos del estándar para la anchura de zona o el estándar para la intensidad de luz en los que no tiene lugar defecto de sinterización,

caracterizado por

d. Fotografiar la zona de formación de chispas en la zona de sinterización en la que se generó un defecto de sinterización que dio lugar a ordenar el proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior,

e. Determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema del sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando la anchura de cada zona de formación de chispa en el proceso d no cambia o cambia sólo gradualmente, y

determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema de la superficie de la capa de polvo, cuando la anchura de cada zona de formación de chispa en el proceso d cambia rápidamente.

2. Un método de conformación tridimensional según la reivindicación 1 donde, entre las anchuras de zona de formación de chispa del proceso d, si la diferencia entre la anchura de la zona de formación de chispa en la zona de sinterización donde se ha producido el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c y la anchura de la zona de formación de chispa en una zona de sinterización entre las zonas de sinterización posteriores está dentro del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema del sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones, mientras que si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema de la superficie de la capa de polvo.

3. Un método de conformación tridimensional que incluye laminación incluyendo repetir de forma alterna un paso de formación de capa de polvo y un paso de sinterización en el que la capa de polvo es sinterizada por irradiación de un haz láser móvil o un haz de electrones, donde se adopta el proceso siguiente durante el paso de sinterización:

a. Fotografiar una zona de formación de chispa generada con desprendimiento de polvo producido por irradiación de un haz láser o un haz de electrones en toda la periferia de la zona de sinterización y medir la intensidad de luz de las chispas (7),

b. Ordenar que continúe el paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a y la intensidad de luz de las chispas (7) medida según el proceso a no se desvían de los rangos respectivos del estándar para la anchura de zona y el estándar para la intensidad de luz en los que no tiene lugar defecto de sinterización,

c. Ordenar cancelar el paso de sinterización durante la unidad de tiempo siguiente o el paso siguiente de formación de polvo bajo la determinación de que se ha producido un defecto de sinterización, cuando, en una unidad de tiempo dentro del tiempo necesario para cada paso de sinterización, se ha detectado que la anchura de la zona de formación de chispa fotografiada según el proceso a o la intensidad de luz de las chispas medida según el proceso a

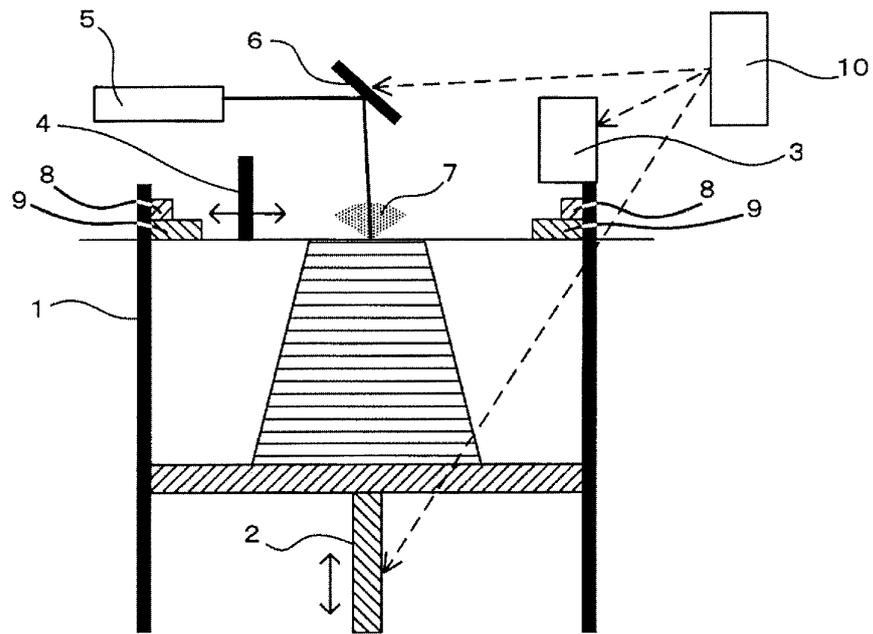
se desvía de los rangos respectivos del estándar para la anchura de zona o el estándar para la intensidad de luz en los que no tiene lugar defecto de sinterización,

caracterizado por

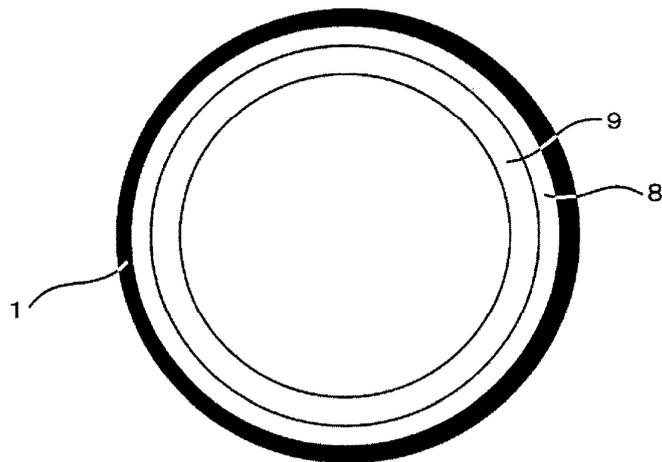
- 5
- f. Registrar las intensidades de luz de las chispas en la zona de sinterización donde se produjo el defecto de sinterización que fue la causa de la orden en el proceso c, y en la zona de sinterización dentro de la unidad de tiempo posterior, y, además,
- 10
- g. Determinar que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema del sistema de control relacionado con el haz láser o el haz de electrones, cuando cada intensidad de luz en el proceso f no cambia o cambia sólo gradualmente, y
- 15
- determinar que la causa del defecto de sinterización es un problema de la superficie de la capa de polvo, cuando cada intensidad de luz en el proceso f cambia rápidamente.
4. Un método de conformación tridimensional según la reivindicación 3, donde, entre las intensidades de luz del proceso f,
- 20
- si la diferencia entre la intensidad de luz en la zona de sinterización donde se ha producido el defecto de sinterización que dio lugar a la orden del proceso c y la intensidad de luz en una zona de sinterización entre las zonas de sinterización posteriores, está dentro del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización que dio lugar a la orden en el proceso c es un problema del sistema de control relativo al haz láser o el haz de electrones,
- 25
- mientras que, si la diferencia se desvía del rango numérico preestablecido previamente puesto como el estándar de distinción, entonces se determina y visualiza que la causa del defecto de sinterización es un problema de la superficie de la capa de polvo.
- 30
5. Un método de conformación tridimensional según alguna de las reivindicaciones 1, 2, 3 o 4, donde toda la zona de sinterización incluyendo la zona de sinterización en la que la causa de un defecto de sinterización ha sido corregida y la orden en el proceso c ha sido realizada, o que toda la zona de sinterización y toda la zona de sinterización que ya ha sido laminada debajo de dicha zona, está fundida o ablandada por un haz láser o un haz de electrones, y entonces se quita solamente la porción del grosor de la zona fundida o ablandada, o la porción del grosor de la zona
- 35
- de sinterización sinterizada y laminada, o alternativamente la totalidad de cada una de las zonas de sinterización se quita con una herramienta de corte, y el paso de laminación y el paso de sinterización se repiten de nuevo a partir de las zonas quitadas.
- 40
6. Un método de conformación tridimensional según alguna de las reivindicaciones 1, 2, 3 o 4, donde durante la orden en el proceso c, el problema de sinterización se indica por una señal luminosa y/o una señal audio.
7. Un método de conformación tridimensional según alguna de las reivindicaciones 2, 4 o 6, donde se selecciona una señal luminosa de un color diferente para la causa del defecto de sinterización.
- 45
8. Un método de conformación tridimensional según alguna de las reivindicaciones 2, 4 o 6, donde se selecciona una señal audio diferente para la causa del defecto de sinterización.

[Fig.1]

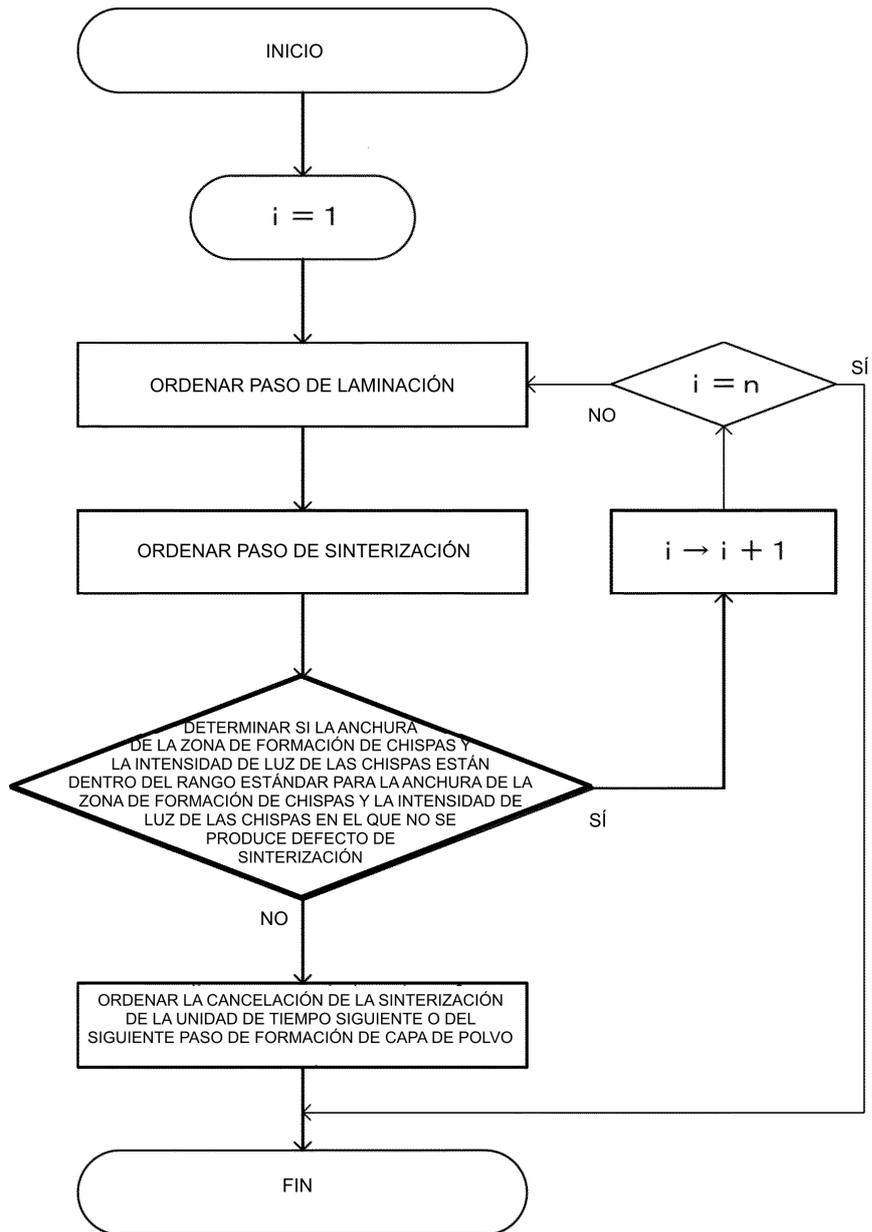
(a)



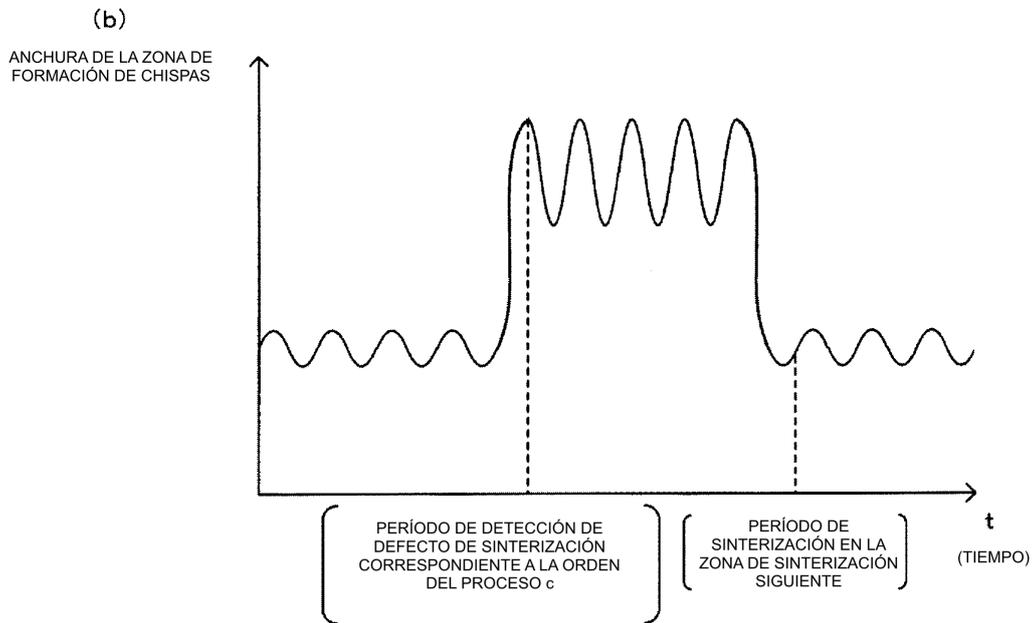
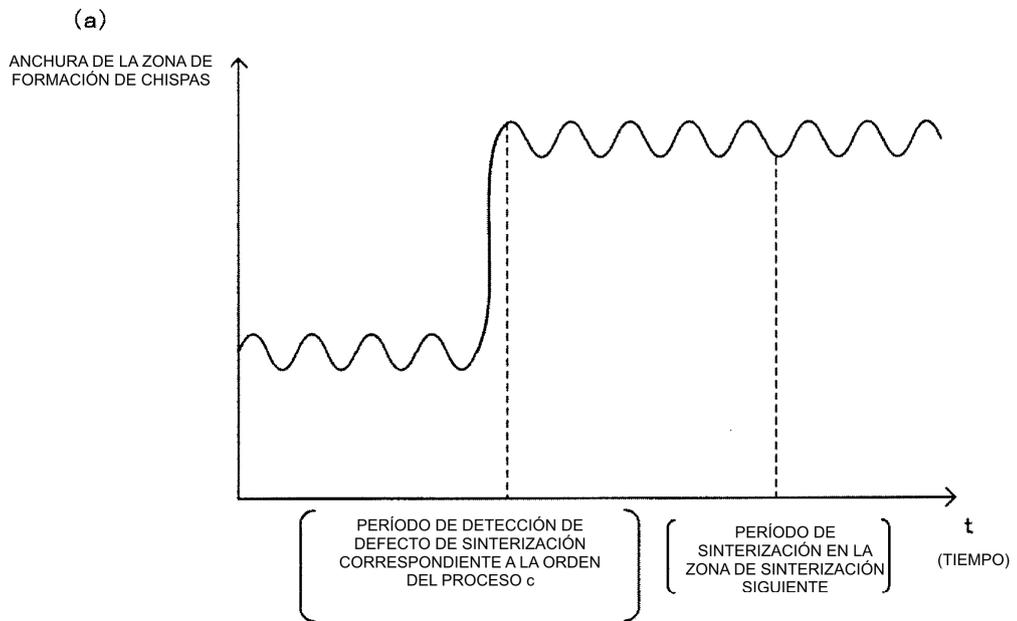
(b)



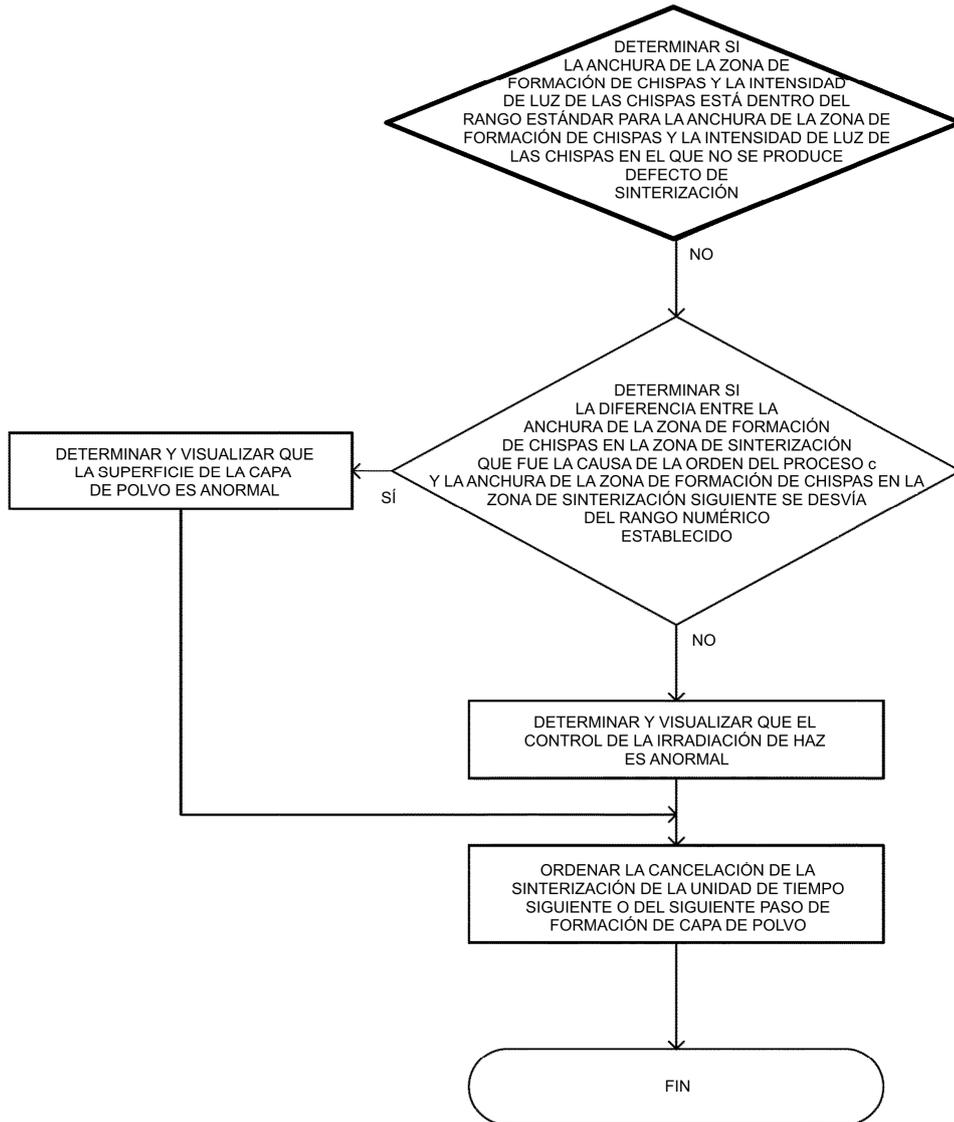
[Fig. 2]



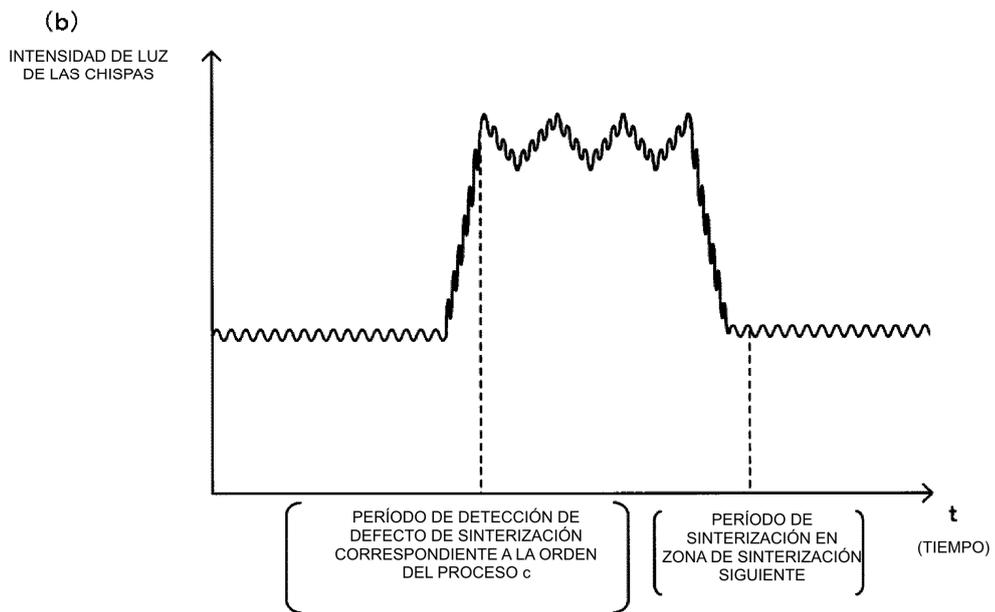
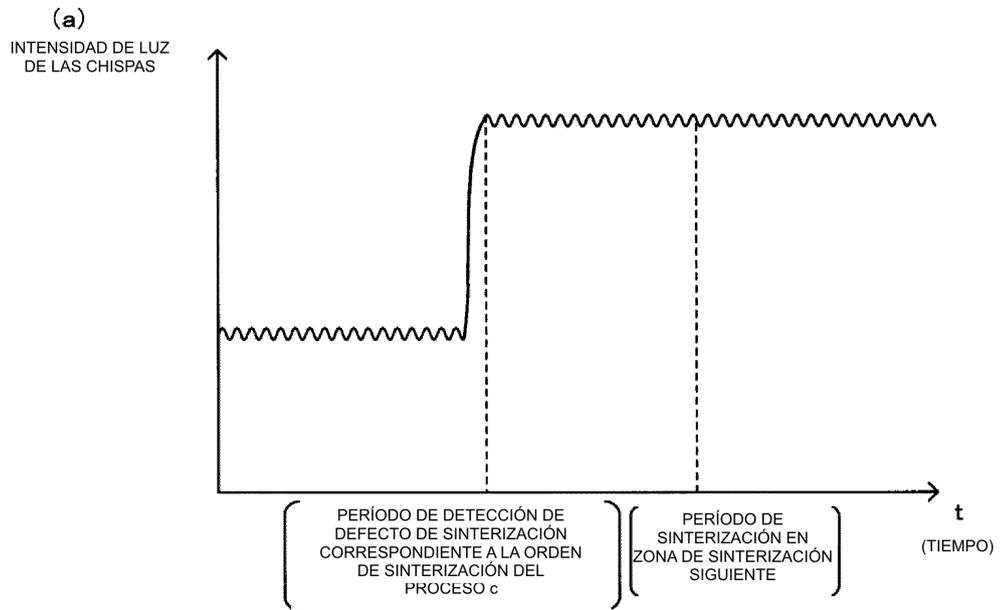
[Fig.3]



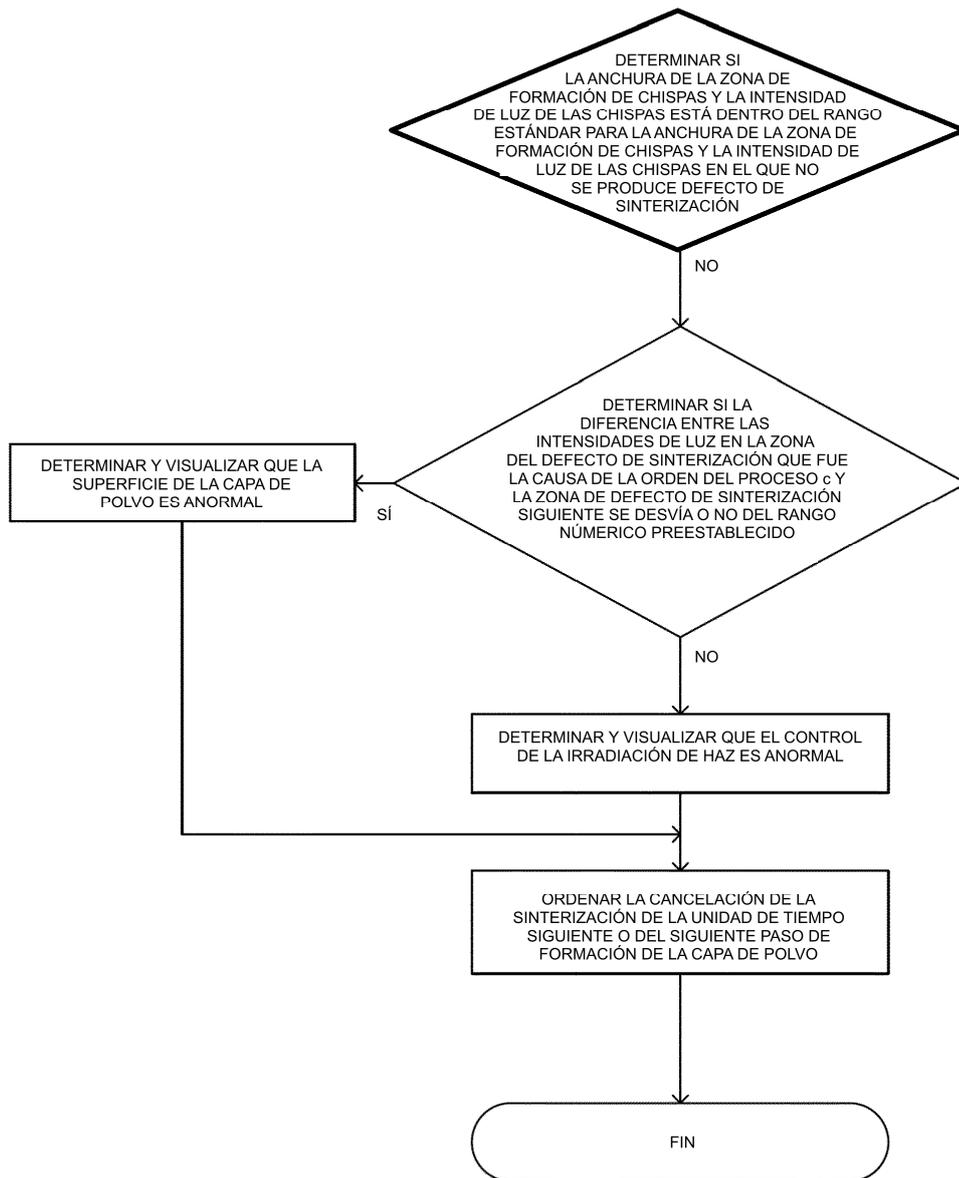
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig.7]

